Intensivpflege und Anästhesie

Herausgegeben von
Lothar Ullrich
Dietmar Stolecki

3. überarbeitete und erweiterte Auflage

Thieme

Das Arbeitsfeld Anästhesiepflege im Überblick

Vorbereitung für Patient 2

Entsorgung, Desinfektion

Besonderheiten/Erfordernisse: Laborkontrollen? Maschinelle Autotransfusion?

Weiterführung des **Wärmemanagements**

Mithilfe bei der **Lagerung** des Patienten entsprechend der OP

Weiterführung, Sicherstellung **Beatmung**, **Narkose, Überwachung**

Nach Rücksprache mit dem OP-Team und Freigabe **Transport** in den OP-Saal

Überwachung/Aufrechterhaltung Narkose zusammen mit dem Anästhesisten

Ggf. **weitere Zugänge** legen: arteriell, venös, zentralvenös

Assistenz bei der Intubation, Fixierung des Tubus

Beatmung sicherstellen

Klinische und apparative Überwachung beim eigentlichen Beginn der Narkose (Sauerstoffsättigung, Herzfrequenz, Blutdruck, CO_2, Atemmuster des Pat., Reflexe)

24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13

Nachbereitung

1 Arbeitsbeginn mit der **Informationssammlung** durch OP-Plan: Patient, geplanter Eingriff, Dauer, Besonderheiten (Allergien o.Ä.)

2 **Check/Vorbereitung**: Vollständigkeit, Funktionstests (automatisch/ manuell). Geräte u.a.: Narkosegerät, Perfusoren, Überwachungsmonitor

3 **Check Notfallequipment:** Defibrillator, erweitertes Material zur Atemwegssicherung, Notfallmedikamente

4 **Check/Vorbereitung der benötigten Materialien/ Medikamente**: Intubation, Induktionsmedikamente, je nach Alter, Grund-/ Begleiterkrankung medikamentöse Therapie vorbereiten

5 Weitere **Absprache/Planung** mit dem betreuenden Anästhesisten: Aufgabenverteilung, Besonderheiten, Ablauf, Sonstiges

Vorbereitung

6 **Patientenkontakt I:** Begrüßung, Vorstellung, Prüfung: Identität, Einwilligung, Nüchternheit, Einschleusung je nach Haus

7 **Patientenkontakt II:** Ab der 1. Sekunde für Sicherheit sorgen, mit Ängsten/ Sorgen umgehen, Informationen und Orientierungshilfen geben

8 **Optimierung der Lagerung** des wachen Patienten auf dem OP-Tisch

9 Berücksichtigung/Weiterführung/Beginn des **Wärmemanagements**

Durchführung

10 Anbringung der **Überwachung**: Pulsoxymetrie (SpO_2), Blutdruckmessung (NiBP), EKG

11 **Sicherer i.v.-Zugang** je nach Haus

12 **Präoxigenierung oder Verabreichung der i.v.-Induktionsmedikamente** nach Ab-/Rücksprache je nach Haus

Text: Sebastian Bittner / **Foto**: Paavo Blåfield

Intensivpflege und Anästhesie

Herausgegeben von Lothar Ullrich und Dietmar Stolecki

Mit Beiträgen von

Dieter Bach
Andrea Baermann-Parsen
Gabriele Bartoszek
Gabriele Bast
Claudia Bieker
Ruth Boche
Hans-Georg Bone
Helga Breitbach-Snowdon
Johanna de Broux
Nicole Diekmann
Björn Ellger
Guido Faßbender
Michaela Friedhoff
Heiner Friesacher
Markus Görtz
Antje Gottschalk
Kurt Grey
Matthias Grünewald
Christian Hackmann
Sabina Hagemann
Hans-Joachim Hannich
Ursula Hein
Carsten Hermes
Susanne Herzberg
Susanne Herzog
Zoe Heck
Jochen Hinkelbein
Rita Hofheinz
Irmgard Hofmann
Susanne Horn-Püschel
Peter Jäger
Matthias Jaschik
Detlef Kindgen-Milles
Michael Klatthaar
Dirk Knück
Monika Korsmeier
Peter Lipfert
Eduard Mathejka
Anne-Katrin Mengelkamp
Dorothea Mört
Walter Nagelschmidt
Peter Nydahl
Marina Orzessek
Esther Pogatzki-Zahn
Benedikt Preckel
Alexander Reich
Georg Rellensmann
Elke Roth
Fred Salomon
Daniela Schieberle
Wolfgang Schlack
Michael Schütze
Norbert Schwabbauer
Franz Sitzmann
Martin Steins
Markus Stevens
Dietmar Stolecki
Gabriele Stolecki
Lothar Ullrich
Hans-Jürgen von Giesen
Ralf Vonier
Stefan Wessel
Stefan Wilpsbäumer
Thomas Wittling

3., überarbeitete und erweiterte Auflage

590 Abbildungen

Georg Thieme Verlag
Stuttgart • New York

Impressum

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.d-nb.de abrufbar.

Ihre Meinung ist uns wichtig! Bitte schreiben Sie uns unter

www.thieme.de/service/feedback.html

Wichtiger Hinweis: Wie jede Wissenschaft ist die Medizin ständigen Entwicklungen unterworfen. Forschung und klinische Erfahrung erweitern unsere Erkenntnisse, insbesondere was Behandlung und medikamentöse Therapie anbelangt. Soweit in diesem Werk eine Dosierung oder eine Applikation erwähnt wird, darf der Leser zwar darauf vertrauen, dass Autoren, Herausgeber und Verlag große Sorgfalt darauf verwandt haben, dass diese Angabe **dem Wissensstand bei Fertigstellung des Werkes** entspricht.
Für Angaben über Dosierungsanweisungen und Applikationsformen kann vom Verlag jedoch keine Gewähr übernommen werden. **Jeder Benutzer ist angehalten**, durch sorgfältige Prüfung der Beipackzettel der verwendeten Präparate und gegebenenfalls nach Konsultation eines Spezialisten festzustellen, ob die dort gegebene Empfehlung für Dosierungen oder die Beachtung von Kontraindikationen gegenüber der Angabe in diesem Buch abweicht. Eine solche Prüfung ist besonders wichtig bei selten verwendeten Präparaten oder solchen, die neu auf den Markt gebracht worden sind. **Jede Dosierung oder Applikation erfolgt auf eigene Gefahr des Benutzers.** Autoren und Verlag appellieren an jeden Benutzer, ihm etwa auffallende Ungenauigkeiten dem Verlag mitzuteilen.

© 2005, 2015 Georg Thieme Verlag KG
Rüdigerstr. 14
70469 Stuttgart
Deutschland
www.thieme.de

Printed in Germany

Zeichnungen: Christine Lackner, Ittlingen
Umschlaggestaltung: Thieme Verlagsgruppe
Umschlagfoto: Paavo Blåfield, Kassel
Satz: L42 Media Solutions, Berlin
Druck: Firmengruppe APPL, aprinta druck, Wemding

ISBN 978-3-13-130913-6 1 2 3 4 5 6

Auch erhältlich als E-Book:
eISBN (PDF) 978-3-13-152943-5
eISBN (epub) 978-3-13-169113-2

Geschützte Warennamen (Warenzeichen ®) werden nicht immer besonders kenntlich gemacht. Aus dem Fehlen eines solchen Hinweises kann also nicht geschlossen werden, dass es sich um einen freien Warennamen handelt.
Das Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen oder die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Vorwort

Liebe Kolleginnen und Kollegen, liebe Leserinnen und Leser,

die in der 1. Auflage unseres Lehrbuches angesprochene und als „zukünftig“ titulierte, rasante Entwicklung in den Fachbereichen der Intensivmedizin, Intensivpflege und Anästhesie ist längst Gegenwart geworden. Budget- und damit einhergehender Personalmangel stellen die Pflegenden vor Herausforderungen, die von vielen Experten erwartet worden sind. Bei einem deutlichen Zuwachs an kritisch Kranken erleben wir eine zunehmende Arbeitsverdichtung, womit ein extrem hoher Anspruch an die Kompetenzen der Handelnden gestellt wird.

Da gleichzeitig unter dem Aspekt der Qualitätssicherung und in Aussagen von Leitbildern den Patienten eine sichere Versorgung zugesagt wird, gilt es insbesondere, für eine gute Aus- und Weiterbildung zu sorgen. Nur so kann es gelingen, das Risiko von Fehlern und Komplikationen zu minimieren. Fachpflegende genießen nach wie vor einen hohen Stellenwert in ihren Tätigkeitsfeldern und sind Garanten für eine hochwertige Versorgungsqualität.

Unser gemeinsames Ziel ist es, mit dieser 3. Auflage einen Beitrag zur Verbesserung der Expertise von Pflegenden zu leisten. Dazu werden die Prozesse in der Intensivpflege und Anästhesie unter Nutzung der notwendigen Bezugswissenschaften und unter Einbindung aller bis dahin aktualisierten Leitlinien und Studienergebnisse verständlich beschrieben. Neben der Aktualisierung der Texte sind neue Kapitel und Themen hinzugefügt worden, sodass Sie als Leserinnen und Leser, als Lernende und als Tätige in den Fachbereichen ein breit gefächertes Portfolio finden, um zielgerichtet Fragen klären und Wissen erweitern oder auch bestätigen zu können.

Lehrende können hier Anregungen für den Unterricht und die Praxisbegleitung finden. Sie können das Lehrbuch als Leitfaden sowohl für die strukturierte Anleitung neuer Mitarbeiter als auch für den Unterricht nutzen.

Für Lernende in den Weiterbildungslehrgängen soll das Buch Hilfe zur Vorbereitung auf Herausforderungen im Praxisalltag sein und auch als Fundament für Modul- und Abschlussprüfungen dienen.

Wir bedanken uns als Herausgeber ganz besonders bei allen Autorinnen und Autoren für ihre aktive Mitgestaltung, für ihre Ideen, ihre Beratung und Rückmeldungen und ganz besonders für ihre Geduld und Schnelligkeit in der Bearbeitung der Texte und Bilder. Unser Dank gilt auch allen Leserinnen und Lesern der letzten Auflagen, die uns mit ihren Rückkopplungen zu Texten und Bildern wertvolle Hinweise zu Veränderungen und Korrekturen geliefert haben.

Ein besonderer Dank gilt den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Thieme Verlags für ihre Unterstützung, stellvertretend in erster Linie Frau Christine Grützner als Programmplanerin und Beraterin. Ebenso danken wir sehr herzlich Frau Dorothee Halbig-Mathy als Redakteurin, die uns unermüdlich und mit großer Übersicht sowie mit vielen Ratschlägen zur Seite stand. Bedanken möchten wir uns auch bei allen, die uns zahlreiches Bildmaterial zur Verfügung gestellt haben und somit zum Gelingen dieses Werkes beigetragen haben. Stellvertretend sei hier Paavo Blåfield genannt, der Fotos in unterschiedlichen Kliniken und Abteilungen aufgenommen hat.

Nach unseren Erfahrungen aus den vorangegangenen Auflagen freuen wir uns bereits heute wieder auf Ihre Rückmeldungen, sodass wir weiterhin an der Optimierung und Weiterentwicklung dieses Lehrbuches arbeiten können.

Münster und Dortmund, im Juni 2015
Lothar Ullrich, Dietmar Stolecki

Inhaltsverzeichnis

TEIL I Aufbau und Organisation von Intensivpflege und Anästhesieeinheiten

1 Entwicklung der Weiterbildung in der Intensivpflege und Anästhesie 42
Lothar Ullrich, Dietmar Stolecki

1.1 Historische Entwicklung der Arbeitsfelder 42
1.2 Aufgaben der Intensivbehandlung 42
1.2.1 Aufgabenkatalog der Pflegenden 43
1.2.2 Entwicklungen in der Anästhesie 43
1.3 Fachweiterbildung in Deutschland 43
1.3.1 Entwicklung in der BRD 43
1.3.2 Entwicklung in der ehemaligen DDR 44
1.3.3 Gemeinsame Entwicklung nach der Wende 45
1.4 Aktuelle Weiterbildungsverordnungen und -gesetze 45
1.4.1 Perspektiven der Weiterbildung 46
1.5 Leseservice 47

2 Arbeitsfeld Intensivstation und Anästhesie 50
Carsten Hermes, Dietmar Stolecki, Lothar Ullrich

2.1 Tätigkeitsfelder von Pflegenden in Intensiv- und Anästhesieabteilungen . 50
Dietmar Stolecki, Lothar Ullrich
2.1.1 Berufliche Handlungskompetenz 50
2.1.2 Fachlich-technische Kompetenz 50
2.1.3 Methodenkompetenz 50
2.1.4 Psychosoziale Kompetenz 51
2.1.5 Personale Kompetenz 51
2.1.6 Kompetenzrahmen 51
2.1.7 Intensivstationen 51
2.1.8 Differenzierung von Intensiveinheiten 52
2.1.9 Anästhesieabteilungen 55
2.2 Personalbedarf einer Intensivstation .. 56
Dietmar Stolecki, Lothar Ullrich
2.2.1 Ziele der Personalbedarfsberechung 56
Lösungsansätze 57
2.2.2 Personalbedarfsberechnung im historischen Verlauf 57
1969 bis 1993 57
1993 bis 2004 57
2.2.3 Berechnungsmethoden und Scores zur Ermittlung des Personalbedarfs 57
Score-Systeme 58
TISS 58
Nine Equivalents of Nursing Manpower Use Score (NEMS) 59
LEP – Leistungserfassung in der Pflege 59
Diagnosis Related Groups (DRG) 60
2.3 Personalmanagement 60
2.3.1 Bedeutung von Führung 60
2.3.2 Kooperativer Führungsstil und Zielerreichung 61
2.3.3 Führungsaufgaben in Intensivpflege und Anästhesie 62
Sicherung der Strukturqualität 62
Sicherung der Prozessqualität 62
Sicherung der Ergebnisqualität 62
2.3.4 Förderung personeller Ressourcen 62
2.3.5 Optimierung der Interaktion mit anderen Berufsgruppen 63
2.4 Rechtliche Grundlagen 63
Dietmar Stolecki, Lothar Ullrich
2.4.1 Zivilrecht 63
Haftung aus Vertrag 63
Delikthaftung 64
Schaden und Schuld 64
2.4.2 Delegation ärztlicher Aufgaben 65
Anordnungsverantwortung 65
Durchführungsverantwortung 65
Nicht delegierbare Aufgaben 66
Patientenorientierte Risikobegrenzung 66
Handeln ohne ärztliche Anordnung 66
Notfälle 66
2.5 Intrahospitaltransport 66
Carsten Hermes
2.5.1 Stand von Wissenschaft und Technik 66
2.5.2 Zeitlicher Aufwand und Pareto-Effekt 67

2.5.3 Vorbereitung des Patienten 67
Vorbereitung der Zu- und Ableitungen 67
Lagerung des Patienten 67
Medikation 68
Kardiotechniker bei Bedarf 68
2.5.4 Transportteam 68
2.5.5 Equipment 68
Taschensysteme 68
Frischgasmenge 69
2.5.6 Transporttraumata und Komplikationen .. 69
Fehleinschätzungen, Zwischenfälle, Missgeschicke 69
Transportstress 69
Transportqualifikation 70

2.6 Leseservice 70

3 Methoden und Instrumente der Qualitätssicherung 74
Dietmar Stolecki, Lothar Ullrich

3.1 Einleitung 74

3.2 Bedeutung von Qualität 74

3.2.1 Pflegequalität 74
Kriterien und Ausprägungsgrade 74
Weitere Definitionen von Pflegequalität 75
3.2.2 Determinanten der Qualitätssicherung 75

3.3 Instrumente der Qualitätssicherung der Pflege 76

3.3.1 Krankenpflegeprozess 76
Modelle des Pflegeprozesses 76
Sinnhaftigkeit des Pflegeprozesses 77
Einschätzen des Pflegebedarfs 77
Pflegediagnosen 77
Interventionsplan erstellen 77
Interventionen durchführen 77
Evaluation/Beurteilung 78
3.3.2 Pflegedokumentation 78
Prinzipien der Pflegedokumentation 78
Dokumentationsarten 79
Recht auf Einsichtnahme und Datenschutz ... 79
3.3.3 Pflegestandards 79
Richtlinien, Leitlinien, Standards 79
Konzeption von Standards 79
Ziele von Pflegestandards 80
Vorteile von Standards 80
Implementierung der Standards 80

3.4 Dienstübergabe 80

3.4.1 Patientenferne Übergabe 80
Strukturierende Elemente der Übergabe 82
3.4.2 Patientennahe Übergabe 82

3.5 Pflegevisite 82

3.5.1 Vorgehen 83
3.5.2 Ziele 83

3.6 Patientensicherheit und Fehlermanagement 83

3.6.1 Änderungen im Gesundheitssystem 83
Risikomanagement 83
Was sind Fehler? 83
Häufigkeit von Fehlern 84
3.6.2 Risiken 85
Arbeitsbedingungen 85
Verwendung von Checklisten 85
Medikamente 85
3.6.3 Umgang mit Fehlern 86
Personenmodell 86
Systemmodell 86
3.6.4 Team-Time-Out 87
3.6.5 Fehlermeldungen 87
Critical Incident Reporting System (CIRS) 87

3.7 Leseservice 88

TEIL II Möglichkeiten und Grenzen der Intensivmedizin

4 Pflegeverständnis 94
Heiner Friesacher

4.1 Grundlagen zum Pflegeverständnis ... 94

4.1.1 Was ist Intensivpflege? 94
4.1.2 Definition von Intensivpflege 94
4.1.3 Konzeptionen (Formen) von Intensivpflege 94
Enge Konzeption 94
Weite Konzeption 95
4.1.4 Medizinität und Pflegeverständnis 95
„Der medizinische Blick“ 95

4.2 Pflegewissenschaft und -forschung ... 96

4.2.1 Theorien, Modelle, Konzepte 96
Definitionen 96

4.2.2 Klassifizierung von Pflegetheorien und -modellen ... 96

4.3 Charakterisierung intensivpflegerischer Praxis ... 97

4.3.1 Verlaufskurven und Situationstypen ... 97
Akutphase ... 97
Postakutphase ... 97
Phase der Stabilisation ... 97
Phase der Rehabilitation ... 97
4.3.2 Arbeitsformen ... 97
„Machine-Work" versus „Comfort-Work" ... 97
Gefühlsarbeit ... 98
Verständigungsarbeit ... 98
Mitarbeit des Patienten ... 98
Typen von Intensivpflegenden ... 98
Fazit ... 99

4.4 Theoretische Ansätze zum Pflegeverständnis der Intensivpflege ... 99

4.4.1 Humanistische Pflegeansätze ... 99
4.4.2 Multidimensionale Patientenorientierung ... 99
4.4.3 Fördernde Prozesspflege ... 99
4.4.4 Theorie des pflegerischen Handelns ... 99
4.4.5 Konzept des Leibes ... 99
4.4.6 Kompetenzmodell und Fürsorgetheorie ... 100
Kompetenzmodell und AACN-Model ... 100
Fürsorgetheorie ... 100
4.4.7 Fazit und Ausblick ... 100

4.5 Leseservice ... 101

5 Möglichkeiten und Grenzen der Intensivmedizin ... 104
Fred Salomon

5.1 Einleitung ... 104

5.1.1 Ethik – ein Modebegriff? ... 104
5.1.2 Ethik und Moral – Begriffsbestimmung ... 104
5.1.3 Aspekte von Ethik ... 104
5.1.4 Zugangswege zu ethischen Fragen ... 104
5.1.5 Ethik-Ansätze ... 105
5.1.6 Ethik als zeit- und gesellschaftsgebundene Größe ... 105
Faktor Zeit ... 105
Faktor Kulturkreis ... 105
5.1.7 Ethik-Diskurs und Verständigung ... 105
Allgemeine Maßstäbe ... 105
Ursachen von Verständigungsproblemen ... 105
Ethik-Diskurs ... 105
Fallkonferenz ... 106
5.1.8 Erwerb ethischer Kompetenz ... 106

5.2 Ethikinstitutionen ... 106

5.2.1 Ethikkommissionen ... 106
5.2.2 Ethikkomitees ... 106
5.2.3 Ethikkonsile ... 106

5.3 Ethik und Menschenbild ... 107

5.3.1 Naturwissenschaftliches Menschenbild ... 107
5.3.2 Christlich-biblisches Menschenbild ... 107
5.3.3 Jüdisches Menschenbild ... 107
5.3.4 Islamisches Menschenbild ... 107
5.3.5 Fernöstliche Menschenbilder ... 108

5.4 Verständnis von Gesundheit und Krankheit ... 108

5.4.1 Moderne Verständnismodelle ... 108
WHO-Definition ... 108
Salutogenetisches Modell ... 108
Psychosomatik ... 108
Individualisierte Medizin ... 109

5.5 Todesverständnis ... 109

5.5.1 Umgang mit Sterbenden ... 109
Professioneller Umgang mit Sterbenden ... 109
Empfehlungen für die Pflege Sterbender ... 109

5.6 Hirntod oder irreversibles Hirnversagen ... 109

5.6.1 Historische Entwicklung ... 109
5.6.2 Definition und Expertendiskussion ... 109
5.6.3 Zweifel und Ängste von Menschen ... 110
Feststellung des Todes ... 110
Art des Todes ... 110
Empfehlungen für den Umgang mit Angehörigen und im Arbeitsteam ... 110
5.6.4 Zustimmungs-/ Widerspruchslösung ... 110

5.7 Ethische Entscheidungsbereiche in der Intensivmedizin ... 110

5.7.1 Ziele und Grenzen der Intensivmedizin ... 110
Zielorientierung ... 110
Indikationen ... 111
Therapie vorenthalten ... 111
Therapie begrenzen ... 111
Therapie reduzieren ... 111
Maßnahmen zur Therapiereduktion ... 111

5.7.2 Entscheidungshilfen bei Festlegung von Therapiestufen ... 111
Prognosen erstellen ... 111
Indizes und Scores ... 111
Schemata für die klinische Praxis ... 111
5.7.3 Sterbebegleitung/Sterbehilfe ... 113
Sterbebegleitung ... 113
Therapieverzicht, Behandlungsabbruch (passive Sterbehilfe) ... 114
Indirekte Sterbehilfe ... 114
Vorsätzlich lebensbeendende Handlung (Tötung, aktive Sterbehilfe) ... 114
5.7.4 Vorausverfügungen des Patienten ... 114
Rechtlicher und ethischer Rahmen ... 115
Patientenverfügung ... 115
Vorsorgevollmacht ... 115
Betreuungsverfügung ... 115
5.7.5 Wissenschaftliche Studien ... 115
Rechtlicher und ethischer Rahmen ... 115
Versuchsformen ... 116
5.7.6 Besondere Patientengruppen ... 116
Einwilligungsunfähige Menschen ... 116
Alte Menschen ... 116
Suizidpatienten ... 116
5.7.7 Schmerztherapie ... 116
5.7.8 Behinderte Kommunikation ... 117
5.7.9 Angehörige auf der Intensivstation ... 117
5.7.10 Verantwortung für die Zeit nach der Intensivstation ... 117
5.7.11 Ökonomie und Ethik ... 118
Volkswirtschaftliche Betrachtung ... 118
Allokation oder Verteilungsgerechtigkeit ... 118
Zukunftsaussichten ... 118

5.8 Leseservice ... 118

TEIL III Intensivpflege

6 Kommunikation mit kritisch Kranken und ihrem Umfeld ... 124
Hans-Joachim Hannich, Dirk Knück, Peter Nydahl, Lothar Ullrich, Stefan Wilpsbäumer

6.1 Phänomene wahrnehmen, einschätzen und beurteilen ... 124
Hans-Joachim Hannich, Lothar Ullrich, Stefan Wilpsbäumer

6.1.1 Situation des Patienten ... 124
Angstzustände ... 124
Situationsbedingte Störungen auf der Intensivstation ... 124
6.1.2 Grundlegendes zur Kommunikation ... 125
4-Ebenen-Modell der Kommunikation ... 125
Verschiedene Ebenen einer Mitteilung ... 126
Beachtung der Körpersprache ... 127

6.2 Kommunikation mit kritisch Kranken ... 127

6.2.1 Ansprache des Patienten ... 127
6.2.2 Elementare Konzepte der Beziehungsaufnahme ... 128
Dialogaufbau nach Zieger ... 128
Nondirektive Musiktherapie ... 128

6.3 Kommunikation mit Angehörigen ... 129

6.3.1 Regeln zur Kommunikation ... 129
1. Zugewandte Haltung ... 129
2. Information bei Wartezeiten ... 130
3. Sachliche Information über Intensivbehandlung ... 130
4. Einbezug der Angehörigen ... 130
5. Koordinierende und dokumentierte Absprachen ... 130
6. Bedürfnisorientierte Aufklärung ... 131
7. Stufenweise Aufklärung ... 131
8. „Strukturierte Familienbesprechungen“ ... 131
9. Trauer zulassen ... 131
10. Rückkehr in die normale Situation ebnen ... 131

6.4 Kommunikation im Team ... 131

6.4.1 Organisationskultur ... 132
6.4.2 Organisationsstruktur ... 132

6.5 Intensivtagebuch ... 133
Peter Nydahl, Dirk Knück

6.5.1 Hintergrund ... 133
6.5.2 Beispiele für Tagebucheinträge ... 134
6.5.3 Implementierung ... 134
6.5.4 Weitere Möglichkeiten der Nachsorge ... 135

6.6 Leseservice ... 135

7 Förderung des Bewusstseins, der Wahrnehmung und der Orientierung 138

Gabriele Bartoszek, Peter Nydahl

7.1 Zum Einstieg 138

7.2 Bewusstsein 138

7.2.1 Bewusstseinsveränderungen 138
Quantitative Bewusstseinsveränderung 138
Qualitative Bewusstseinsveränderungen 139
7.2.2 Bewusstlosigkeit 139
7.2.3 Künstliche Bewusstlosigkeit 140

7.3 Situation des Intensivpatienten 140

7.3.1 Nach dem Wachwerden 140
7.3.2 Folgen der Immobilität 141
7.3.3 Folgen des Delirs 141
7.3.4 Bewältigungsstrategien 141

7.4 Förderung des Bewusstseins und der Orientierung 141

7.4.1 Soziale Orientierung vermitteln 142
Gefühle und Bedürfnisse spiegeln 142
Nonverbale Kommunikationssignale senden 142
Eigene Körperposition gestalten 142
Vertrauen und Zuversicht vermitteln 142
Selbstbestimmung fördern 143
Strukturiert und vorhersehbar arbeiten 143
7.4.2 Orientierung in der Umwelt fördern 144
Desorientierung vermeiden 144
Negative Reize vermeiden 144
7.4.3 Sinngebende Aktivitäten unterstützen 145
7.4.4 Orientierung im eigenen Körper fördern 145
Deutliche Spürinformationen vermitteln 146

7.5 Pflegeanamnese und individuelle Pflege 146

7.5.1 Persönlichen Fragebogen verwenden 147
Beispiel 147
7.5.2 Persönliche Gegenstände integrieren 147
7.5.3 Bedeutung für die Pflegeplanung 147
7.5.4 Grenzen biografischer Angebote 148

7.6 Integration von Angehörigen 148

7.6.1 Information der Angehörigen 148
7.6.2 Wobei integrieren? 148
7.6.3 Möglichkeiten der Integration 149

7.7 Strukturieren des Tagesablaufs 149

7.7.1 Desorientierung durch fremdbestimmte Rituale vermeiden 149
7.7.2 Biografischen Tagesrhythmus beachten 149
7.7.3 Aktivität und Ruhe abwechseln 150
7.7.4 Angenehme und unangenehme Tätigkeiten trennen 150
7.7.5 Schlaf fördern und Einschlafrituale nutzen 151

7.8 Wenn nichts mehr geht 152

7.9 Leseservice 152

8 Atmung, Atemtherapie, Beatmung 156

Andrea Baermann, Kurt Grey, Ursula Hein, Norbert Schwabbauer, Lothar Ullrich, Ralf Vonier, Stefan Wilpsbäumer

8.1 Anatomische, physiologische und pathophysiologische Grundlagen 156

Ursula Hein

8.1.1 Anatomie und Physiologie 156
Obere und untere Atemwege 156
Surfactant 156
Atemmuskulatur 156
8.1.2 Atemregulation 156
8.1.3 Flüssigkeitshaushalt der Lunge 156
8.1.4 Ventilation 157
Lungenmechanik 157
Lungenvolumina 157
Statische Lungenvolumina 157
Statische Eigenschaften 158
Dynamische Eigenschaften (Fluss-Volumen-Beziehungen) 160
Ventilationsverteilung 161
Atemarbeit 161
Ventilationsstörungen 161
8.1.5 Perfusion 162
Hypoxische pulmonale Vasokonstriktion 162
Schwerkraftabhängige Durchblutung 162
Perfusionsstörungen 162
8.1.6 Ventilations-Perfusions-Verhältnis 163
8.1.7 Diffusion 163
8.1.8 Gastransport von der Außenluft ins Blut 164
Alveolo-arterielle Sauerstoffdifferenz 164
Oxygenierungsindex nach Horovitz 164
Respiratorischer Quotient 164

8.1.9 Gastransport im Blut zum Gewebe 164
Gesamtsauerstoffgehalt des Blutes 165
Hypoxie und Hyperoxie 165
Sauerstoffbindungskurve 165
Sauerstoffangebot und -verbrauch 166
Sauerstoffvorrat 166
Kohlendioxidtransport 167
8.1.10 Säure-Basen-Haushalt 167
Puffertheorie 167
Blutgasanalyse 167
8.1.11 Störungen im Säure-Basen-System 168
Metabolische Azidose 168
Respiratorische Azidose 169
Metabolische Alkalose 169
Respiratorische Alkalose 169
8.1.12 Diagnostik und Therapie bei Störungen des Säure-Basen-Gleichgewichts 170
Interpretation der Blutgasanalyse 170
Therapie 170

8.2 Klinische und apparative Überwachung der Atmung 171
Kurt Grey

8.2.1 Klinische Überwachung 171
Atemmechanik, Atemtypen 171
Atemgeräusche und Atemgerüche 173
Atmung und Monitoring nicht respiratorischer Organsysteme 174
8.2.2 Apparatives Monitoring 174
Pulsoxymetrie 174
Kapnometrie und Kapnografie 176
8.2.3 Respiratorisches Monitoring 177
Kontrollmonitoring 177
Abstimmung Mensch – Maschine 178
Pulmonales Monitoring 179
Blutgasanalyse 180

8.3 Förderung der Atmung und Atemtherapie 181
Stefan Wilpsbäumer, Lothar Ullrich

8.3.1 Lagerung und Bewegung 181
Physiologie 181
Pathophysiologie 181
Mobilisation 181
Atemfördernde Lagerung 181
Lagerungsdrainage 182
Bauchlage 182
Kinetische Therapie 184
8.3.2 Verbesserung von Atemtiefe und Atemrhythmus 184
Einatmungs- versus Ausatmungsübungen 184
Sustained Maximal Inspiration (SMI) 185
Kontaktatmung 185
Atemstimulierende Einreibung 186
8.3.3 Sekretolyse und Sekretmobilisation 186
Physiologie 186
Pathophysiologie 186
Maßnahmen 186
Inhalation von Aerosolen 187
Perkussion und Vibration 187
Unterstützung des Hustens 188
8.3.4 Endotracheales Absaugen 189
Grundlagen 189
„Offenes“ Absaugen 190
Absaugen mit geschlossenem Absaugsystem 191
„Blindes“ endotracheales Absaugen 191
8.3.5 Sauerstoffgabe 191
Indikationen 191
Applikationssysteme 191
Nasensonden, Nasenkatheter, Sauerstoffbrillen 192
Sauerstoffmasken 192
Nebenwirkungen und Komplikationen 192
Anfeuchtung 192
Sauerstoffflaschen 192
8.3.6 Positiver Atemwegsdruck (IPPB, CPAP) 192
CPAP 192
8.3.7 Intubation und Extubation 193
Grundlagen 194
Durchführung der Intubation 195
Unerwartete Schwierigkeiten im Verlauf der Intubation 198
Extubation 200
Prävention beatmungsassoziierter Pneumonien 200
8.3.8 Tracheotomie 201
Grundlagen 201
Durchführung 202
Maßnahmen bei tracheotomierten Patienten 203
8.3.9 Atemgaskonditionierung 204
Grundlagen 204
Aktive Systeme – Verdunster 205
Passive Systeme – HME 206
Passive versus aktive Befeuchtung 206

8.4 Invasive Beatmung 207
Andrea Baermann, Ralf Vonier

8.4.1 Unterscheidung Atmung – Beatmung 207
Indikationen zur Respiratortherapie 207
8.4.2 Beatmungsmuster 207
Atemzyklus 207
Beatmungsparameter 207
Variable Parameter 209
Druck/Zeit-, Volumen/Zeit-, Flow/Zeit-Diagramme 209
Steuerung der maschinellen Beatmung 209
8.4.3 Beatmungsformen 209
Kontrollierte Beatmung (Controlled mechanical Ventilation, CMV) 209
Augmentierende Verfahren 212
Spontanatmung 220
8.4.4 Optimierung der Oxygenierung 220
Erhöhung der inspiratorischen Sauerstoffkonzentration (F_iO_2) 220
Respiration unter PEEP 220
Respiration mit „selektiven“ PEEP 220
„Open Lung Concept“ 221

8.4.5 Nebenwirkungen der Beatmung 221
Kardiovaskuläre Nebenwirkungen 221
8.4.6 Weaning 223
Voraussetzungen 223
Manuelle Weaning-Verfahren 223
Dokumentation des Weanings 223
Automatisches Weaning 224
Weaning beeinflussende Faktoren 225
Indizes zur Beurteilung 225

8.5 Nicht invasive Beatmung (NIV) 225
Norbert Schwabbauer

8.5.1 Grundlagen der NIV 225
Invasive versus nicht invasive Beatmung 226
Indikationen 226
Kontraindikationen 227
Geräte und Interfaces 227
8.5.2 Durchführung der NIV 228
Erfolgskontrolle und Abbruchkriterien 228
Komplikationen 228

8.6 Leseservice 228

9 Herz-Kreislauf-Regulation 232
Dietmar Stolecki, Claudia Bieker

9.1 Monitoring der Herz-Kreislauf-Funktion 232
Dietmar Stolecki

9.1.1 Arten des Monitorings 232
Invasives und nicht invasives Monitoring 232
Basis- und erweitertes Monitoring 232
9.1.2 Blutdruckmessung 233
Nicht invasive Blutdruckmessung (NIBP) 233
Invasive Blutdruckmessung 233
9.1.3 Elektrokardiografie (EKG) 236
Ableitungen 236
EKG schreiben und auswerten 237
EKG am Überwachungsmonitor 237
9.1.4 Zentraler Venendruck (ZVD) 237
Messmethoden 238
9.1.5 Pulmonalarterienkatheter (PAK) 239
Aufbau des Katheters 239
Indikationen 239
Anlage des PAK 239
Messung des Herzzeitvolumens (HZV, CO) 240
Komplikationen bei PAK 240
9.1.6 Pulskonturanalyse 241
Anwendung 241
Bedeutung der Werte 241

9.2 Kardiopulmonale Reanimation 242
Claudia Bieker

9.2.1 Akuter Kreislaufstillstand 242
Häufigkeiten und Ursachen 242
Die Überlebenskette 243
Prognose 243
Arten des akuten Kreislaufstillstandes 243
9.2.2 Lebensrettende Sofortmaßnahmen – Basic Life Support (BLS) 244
Handlungsplan innerklinische Reanimation (Basismaßnahmen) 244
9.2.3 ABCDE-Methode 247
9.2.4 Verhalten bei Verlegung der Atemwege 247
9.2.5 Erweiterte lebensrettende Maßnahmen – Advanced Life Support (ALS) 248
EKG-Herzrhythmusanalyse 248
Vorgehen bei defibrillierbarem Rhythmus (VF/pulslose VT) 248
Vorgehen bei nicht defibrillierbarem Rhythmus (Asystolie und PEA) 249
Ablauf bei beobachtetem VT/VF 250
Präkordialer Faustschlag 250
Reversible Ursachen 250
Atemwegsmanagement 250
Kapnografie 250
Verabreichung von Notfallmedikamenten 250
Schrittmachertherapie 251
9.2.6 Therapie nach erfolgreicher Reanimation 251
9.2.7 Ethische und rechtliche Überlegungen 252

9.3 Leseservice 252

10 Körperpflege 256
Dorothea Mört, Lothar Ullrich

10.1 Situation des Patienten 256

10.1.1 Gefühl und Abhängigkeit 256
10.1.2 Konstitutive Grenzüberschreitungen 256

10.2 Pflegemaßnahmen auswählen und anwenden 257

10.2.1 Grundsätze zur allgemeinen Körperpflege 257

10.2.2 Haut – Trägerin der Gefühle, des Ausdrucks und der Gesundheit ... 257
Hauttypen ... 258
10.2.3 Waschzusätze und Hautpflegemittel auswählen und einsetzen ... 258
Waschzusätze ... 258
Hautpflegemittel ... 258
10.2.4 Ganzkörperwaschung ... 259
Verschiedene Formen ... 261
10.2.5 Augenpflege ... 263
Augenveränderungen ... 263
Pflegestandard Augenpflege ... 264
Wissenschaftlich belegte Behandlungsmethoden ... 265
Zusammenfassung ... 266
10.2.6 Mundpflege ... 266
Pflegestandard Mundpflege ... 267
10.2.7 Nasenpflege ... 269
Pflegestandard Nasenpflege ... 269
10.2.8 Dokumentation ... 269

10.3 Leseservice ... 269

11 Wundversorgung ... 272
Lothar Ullrich, Dorothea Mört

11.1 Grundlagen ... 272

11.1.1 Phänomene wahrnehmen und beurteilen ... 272
Wundarten ... 272
Primäre und sekundäre Wundheilung ... 272
11.1.2 Physiologie der Wundheilung ... 272
Wundheilungsphasen ... 272
Beeinflussende Faktoren und Komplikationen ... 275

11.2 Modernes Wundmanagement ... 275

11.2.1 Entfernung von avitalem Gewebe ... 276
Hydrogele ... 276
11.2.2 Kontinuierliche Wundreinigung ... 276
Spüllösungen ... 276
Antiseptika ... 277
11.2.3 Physiologischer Wundverband ... 277
Inaktive Wundauflagen ... 278
Interaktive Wundauflagen ... 278
Aktive Wundauflagen ... 279
Auswahl der Wundauflage ... 280
11.2.4 Einflussfaktor Ernährung ... 280
11.2.5 Verbandwechsel (VW) ... 280
Allgemeine Richtlinien ... 280
Durchführung ... 281
11.2.6 Unterdruck-Wundtherapie ... 281
Indikationen und Kontraindikationen ... 281
Auswahl des Schaumverbandes ... 283
Sogstärke und Therapieform ... 283
Anlage einer Unterdruck-Wundtherapie ... 283
Verbandwechsel ... 283
Überwachung während der Unterdruck-Wundtherapie ... 284
Wundentwicklung bei Unterdruck-Therapie ... 284

11.3 Juristische Aspekte der Wundbehandlung ... 285

11.3.1 Wer trägt wofür Verantwortung? ... 285
11.3.2 Anforderungen an die Wunddokumentation ... 286
11.3.3 Richtlinien zur Fotodokumentation ... 286
Anforderungen an die Fotodokumentation ... 288

11.4 Leseservice ... 288

12 Bewegung ... 292
Michaela Friedhoff, Rita Hofheinz, Dorothea Mört

12.1 Phänomene und Veränderungen wahrnehmen, einschätzen und beurteilen ... 292
Dorothea Mört

12.1.1 Neurophysiologische Grundlagen ... 292
12.1.2 Einschätzen von Bewegungsqualität und -einschränkungen ... 292
Beeinflussende Faktoren auf der Intensivstation ... 292
Lähmungen ... 292
12.1.3 Anamnese und Verlaufsbeschreibung ... 292
Bewegungsanamnese ... 293
Verlaufsbeschreibung ... 293
Liegepositionen planen und durchführen ... 293
Mobilität und Transfer anbahnen ... 293

12.2 Dekubitusprophylaxe ... 294

12.2.1 Entstehungsmechanismus ... 294
12.2.2 Einschätzung des Dekubitusrisikos ... 295
12.2.3 Maßnahmen zur Druckentlastung ... 295
Erhaltung der Beweglichkeit ... 295
Prinzipien zur Druckentlastung ... 295
Druckverteilende Hilfsmittel ... 295
Begleitende Maßnahmen ... 296

12.3 Thromboseprophylaxe ... 297

12.3.1 Entstehungsmechanismus ... 297

12.3.2 Einschätzung des Thromboserisikos 297
12.3.3 Prophylaktische Maßnahmen 297
Basismaßnahmen 298
Physikalische Maßnahmen 298
Medikamentöse Maßnahmen 299

12.4 Mobilisation und Konzepte der Bewegungstherapie 299
Michaela Friedhoff

12.4.1 Frühmobilisation 300
Grundlagen der frühen Mobilisation 300
Mobilisation auf Intensivstationen 300
12.4.2 Bobath-Konzept 300
Fundamente des Bobath-Konzepts 300
Orientierung an normalen Bewegungsabläufen 302
Bewegen im Bett und stabil Positionieren 302
Transfer aus dem Bett 306
Stabiler Sitz im Bett 307
Asymmetrischer Sitz im Bett 307
12.4.3 Kinästhetik-Konzept 307
Dorothea Mört
Kinästhetik in der Intensivpflege 307
Anatomische und physiologische Grundlagen der Bewegung 308
Ein Beispiel aus der Pflege 308

12.5 Bewegen des adipösen Intensivpatienten 309
Rita Hofheinz

12.5.1 Allgemeines zur Lagerung und Bewegung . 309
Grundregeln 310
Pflegeanamnese und Pflegeplanung 310
12.5.2 Spezialbetten und Zubehör bei Intensivpatienten 310
12.5.3 Verschiedene Lagerungsformen im Überblick 310
Mikrolagerung 310
Rückenlagerung 311
Trendelenburg-Lagerung 311
Oberkörperhochlagerung 311
Beach-Chair-Lagerung 311
Cardiac-Chair-Lagerung 311
Seitenlagerung 312
Bauchlagerung 312
12.5.4 Kinetische Therapie 312
12.5.5 Mobilisation 312
12.5.6 Zusammenfassung 313

12.6 Leseservice 313

13 Ernährung 316
Gabriele Bast, Helga Breitbach-Snowdon, Johanna de Broux, Sabina Hagemann, Dietmar Stolecki, Hans-Jürgen von Giesen

13.1 Grundlagen 316
Sabina Hagemann

13.1.1 Ernährungsbedarf 316
Zusammensetzung der Nahrung und ihre Nährwerte 316
13.1.2 Tatsächlicher Energiebedarf 316
Grundumsatz 316
Leistungsumsatz 316
Berechnung des täglichen Energiebedarfs 317

13.2 Erfassen des Ernährungszustandes ... 317

13.2.1 Anthropometrische Methoden 317
Ermittlung von Körpergewicht und Körpergröße 317
Body-Mass-Index (BMI) 317
Hautfaltendicke/Trizepshautfaltenmessung ... 317
Bioelektrische Impedanz Analyse (BIA) 318
Sonstige Methoden zur Erfassung der Körperzusammensetzung 318
13.2.2 Laborchemische Methoden 318
13.2.3 Ernährungsscores 319
13.2.4 Ernährungsbedarf bei Krankheiten 319
Stoffwechsel im Stress – Postaggressions-stoffwechsel 319
Tatsächlicher Energiebedarf bei kritisch Kranken 320
Überwachen der Ernährung 321

13.3 Interdisziplinäre Schluckdiagnostik ... 322
Gabriele Bast, Johanna de Broux, Hans-Jürgen von Giesen

13.3.1 Ätiologie von Schluckstörungen 322
13.3.2 Diagnostik von Schluckstörungen 322
Anamnese und Klinik 322
Logopädische Untersuchung 322
Apparative Diagnostik 322
Therapie 324

13.4 Ess-, Trink- und Schlucktraining 324
Helga Breitbach-Snowdon

13.4.1 Physiologie der Nahrungsaufnahme 325
Phasen des Schluckaktes 325
13.4.2 Wiederaufnahme oraler Ernährung 327

13.5 Klinische Ernährung 329
Dietmar Stolecki

13.5.1 Indikation 329
Mangelernährung 329
13.5.2 Vorteile der enteralen Ernährung 330

13.5.3 Methoden der enteralen Ernährung 330
Tansnasale Sonden 330
Perkutan endoskopische Gastrostomie/ Jejunostomie (PEG/PEJ) 331
13.5.4 Sondennahrung 332
Bedarfsdeckende bilanzierte Diäten 332
Spezielle Sondennahrungen 332
Homemade Sondenkost 333
13.5.5 Sichere Applikation von Sondennahrung .. 333
Prüfen der Sondenlage 333
Applikation von Sondenkost 333
Überwachen der enteralen Ernährung 334
13.5.6 Komplikationen vermeiden 334
Reflux 334
Übelkeit, Erbrechen 334
Regurgitation, Aspiration 334
Ernährungspause/Bauchlage 335
Diarrhö 335
Bakterielle Kontamination 335
Haut- und Schleimhautläsionen, Druckulzera .. 336
Durst, Soor, Parotitis 336
Dumping-Syndrom 336
Obstipation 336
Tube-feeding-Syndrom 336
13.5.7 Medikamentengabe über Sonde 336
13.5.8 Infusionstherapie und parenterale Ernährung 336
Wasser- und Elektrolythaushalt korrigieren ... 337
Flüssigkeitsbilanz 337
13.5.9 Parenterale Ernährung 338
Kombinationslösungen 338
All-in-one-Lösungen 338
Monokomponentenlösungen (Nährstoff-lösungen) 339
Applikation von Nährsubstraten 341

13.6 Leseservice 342

14 Ausscheidung 346
Matthias Grünewald, Christian Hackmann, Sabina Hagemann

14.1 Grundlagen 346
Matthias Grünewald, Sabina Hagemann

14.2 Erbrechen 346

14.3 Urinausscheidung 347

14.3.1 Transurethraler Blasenverweilkatheter 347
14.3.2 Suprapubischer Blasenverweilkatheter ... 349
14.3.3 Urindrainagesysteme 349

14.4 Stuhlausscheidung 350

14.4.1 Diarrhö 350
Auslösende Faktoren 350
Pflegerische Aufgaben bei Diarrhö 350
14.4.2 Obstipation 351
Ursachen 351
Pflegerische Aufgaben bei Obstipation 352
Laxanzien und Darmeinläufe 352

14.5 Drainagen 353
Matthias Grünewald

14.5.1 Thoraxdrainagen 353
Funktionsprinzip der Pleuradrainage 353
Einwegsysteme 354
Pflegerische Aufgaben im Zusammenhang mit Pleuradrainagen 354
14.5.2 Wunddrainagen 355
Einteilung 355
Pflegerische Aufgaben im Zusammenhang mit Wunddrainagen 355

14.6 Extrakorporale Nierenersatzverfahren 356
Christian Hackmann

14.6.1 Einleitung 356
14.6.2 Verfahren 357
Intermittierende Hämodialyse 357
Hybridverfahren 357
Vergleich 357
14.6.3 Antikoagulation 358
Heparine 358
Regionale Zitratantikoagulation 358
14.6.4 Gefäßzugang 359
Getunnelte Dialysekatheter 359
Arteriovenöse Fistel (Cimino-Shunt) 359
14.6.5 Gerätebetrieb und Therapiemanagement .. 360
14.6.6 Patientenüberwachung und Dokumentation 360
14.6.7 Hämodynamik 361
14.6.8 Positionierung des Patienten und Mobilisation 361
14.6.9 Temperaturmanagement 361

14.7 Leseservice 361

15 Prävention nosokomialer Infektionen ... 364
Franz Sitzmann

15.1 Einleitung ... 364

15.2 Phänomene und Veränderungen wahrnehmen, einschätzen und beurteilen ... 364

15.2.1 Häufigkeit nosokomialer Infektionen auf Intensivstationen ... 364
Häufigkeitsverteilung ... 364
Risikofaktoren ... 364
Kategorisierte Hygieneempfehlungen ... 365
15.2.2 Mikrobenreservoire erkennen und einschätzen ... 365
15.2.3 Mikrobiologische Diagnostik ... 366

15.3 Pflegemaßnahmen auswählen und anwenden ... 366

15.3.1 Präventive Maßnahmen der Standardhygiene ... 366
Hygiene der Hände ... 367
Nutzen von Schutzhandschuhen ... 368
Tragen von Schutzkleidung ... 369
Gebrauch von Kopfhaube, Mund-Nasen-Schutz 369
Mitarbeiterschutz vor speziellen Infektionen ... 369
Standardhygiene gehemmt durch hohe Arbeitslast und Mitarbeitermangel ... 369
Prävention der Übertragung von MRE ... 370
Instruktiver Umgang mit Besuchern ... 370
Reinigung und Desinfektion auf Intensivstationen ... 371
Standardhygiene oder CHG als Allheilmittel? ... 372
15.3.2 Prävention endoskopieassoziierter Infektionen ... 372
Infektionsrisiken für Mitarbeiter ... 372
Infektionsrisiken für die Patienten ... 372
15.3.3 Prävention von Atemwegsinfektionen (AWI) ... 374
Grundlagen ... 374
Pflegebezogene Prävention ... 375
15.3.4 Prävention von Harnwegsinfektionen (HWI) ... 375
Grundlagen ... 375
Pflegebezogene Prävention ... 378
15.3.5 Prävention gefäßkatheterassoziierter Infektionen ... 379
Grundlagen ... 379
Pflegebezogene Prävention ... 380
15.3.6 Prävention früher postoperativer Wundinfektionen (WI) ... 380
Grundlagen ... 380
Pflegebezogene Prävention ... 381
15.3.7 Infektionsprävention bei Immunsuppression ... 383
Grundlagen ... 383
Pflegebezogene Prävention ... 384

15.4 Leseservice ... 387

16 Regulation der Körpertemperatur ... 390
Susanne Herzog

16.1 Grundlagen ... 390

16.1.1 Wärmehaushalt ... 390
16.1.2 Thermoregulation ... 391
Steuerung der autonomen thermoregulatorischen Mechanismen ... 391
Willkürliche Thermoregulationsmechanismen ... 391

16.2 Einschätzung von Wärmeregulation und Körpertemperatur ... 391

16.2.1 Pflegeanamnese ... 391
16.2.2 Messen der Körpertemperatur ... 392
Messorte und Messverfahren ... 392
Richtlinien für die Temperaturmessung ... 393
Weitere Einschätzungs- und Bewertungskriterien ... 393

16.3 Veränderungen der Körpertemperatur 394

16.3.1 Hypothermie ... 394
Ursachen ... 394
Symptome und Maßnahmen ... 394
Komplikationen ... 394
Therapeutische Hypothermie ... 394
16.3.2 Hyperthermie ... 395
Ursachen ... 395
Symptome und Maßnahmen ... 395
16.3.3 Fieber ... 395
Pathophysiologie ... 396
Ursachen ... 396
Symptome und Fieberverlauf ... 397
Auswirkungen ... 398
Fieberbedingte Begleiterscheinungen ... 398
Gefährdete Personengruppen ... 399

16.4 Pflegemaßnahmen auswählen und anwenden ... 399

16.4.1 Allgemeine Maßnahmen zur Regulierung der Körpertemperatur ... 399
16.4.2 Maßnahmen bei Hypothermie ... 399
Passive externe Erwärmung ... 401
Aktive externe Erwärmung ... 401
Aktive zentrale Erwärmung ... 401
16.4.3 Präventive und wärmeerhaltende Maßnahmen ... 401
16.4.4 Maßnahmen bei Patienten mit Fieber ... 401
Spezielle pflegerische Hinweise ... 401
Physikalische Anwendungen ... 401
Fiebersenkende Medikamente ... 402

16.5 Leseservice ... 403

17 Rehabilitation ... 406
Michaela Friedhoff

17.1 Rehabilitation – ein fachübergreifender Prozess ... 406

17.1.1 Frührehabilitation in der Intensivpflege ... 406
Notwendigkeit frührehabilitativer Maßnahmen 406
Frührehabilitation im Akutkrankenhaus ... 407
17.1.2 Therapeutisch aktivierende Pflege ... 407

17.2 Phasen der Rehabilitation ... 407

17.2.1 Stufen der Rehabilitation ... 408
Medizinische Rehabilitation ... 408
Berufliche Rehabilitation ... 408
Soziale Rehabilitation ... 408
17.2.2 Phasenmodell ... 408
17.2.3 Assessmentinstrumente ... 409
Barthel-Index ... 409
Erweiterter Barthel-Index ... 409
Ergänzung des Frühreha-Barthel-Indexes (nach Schönle 1995) ... 409

17.3 Behandlungs- und Bewegungskonzepte in der Pflege ... 409

17.3.1 Bobath-Konzept ... 410
17.3.2 F. O.T. T. ... 410
17.3.3 Affolter-Konzept ... 410
Geführte Interaktionstherapie ... 410
Prinzipien des Führens ... 410
17.3.4 Integration verschiedener Konzepte in den Alltag ... 410

17.4 Integration der Angehörigen ... 410

17.4.1 Phasenmodell der Anpassung ... 410
Phase 1 ... 410
Phase 2 ... 411
Phase 3 ... 411
Phase 4 ... 411
17.4.2 Phasenbezogenes Arbeiten mit Angehörigen ... 411

17.5 Leseservice ... 412

18 Sexualität in der Intensivpflege ... 414
Irmgard Hofmann

18.1 Einführung ... 414

18.2 Begriffserläuterung ... 414

18.3 Pflege – ein Berührungsberuf ... 414

18.3.1 Nähe und Distanz ... 415
Konstitutive Grenzüberschreitungen in der Pflege ... 415
18.3.2 Erlebnisweisen von Berührung ... 415
Beispiel Atemstimulierende Einreibung ... 416
Innere Distanz versus einfühlsame Zuwendung 416

18.4 Patientenabhängigkeit ... 416

18.5 Grenzüberschreitung – Grenzkonflikte 417

18.5.1 Scham ... 417
18.5.2 Sexuelle Belästigung ... 417
Beispielhafte Pflegesituationen ... 417
18.5.3 Sexualität und Gewalt ... 418
Beispielhafte Pflegesituation ... 418

18.6 Sexualität und Sprache ... 418

18.7 Krankheit und Sexualität ... 419

18.7.1 Situation des Patienten ... 419
18.7.2 Raum für Intimität ... 419

18.8 Leseservice ... 419

19 Schmerz und Schmerztherapie ... 422
Ruth Boche, Hans-Georg Bone, Matthias Jaschik, Esther Pogatzki-Zahn, Thomas Wittling

19.1 Anatomische und physiologische Grundlagen ... 422
Matthias Jaschik

19.1.1 Schmerzentstehung ... 422
Abgrenzung von Nozizeption und Schmerz ... 422
Nozizeption ... 422
19.1.2 Schmerzleitung (Impulsausbreitung) ... 422
Arten von Nervenfasern ... 422
Reizweiterleitung zum Gehirn ... 423
19.1.3 Schmerzverarbeitung ... 425
19.1.4 Schmerzhemmsysteme ... 425
19.1.5 Der Opioidrezeptor (OR) ... 425
Atemdepression ... 426
19.1.6 Schmerzformen und Schmerzqualität ... 426
Schmerzformen ... 426
Schmerzanamnese ... 427
Schmerzgedächtnis ... 427
19.1.7 Schmerzbeeinflussende und verstärkende Faktoren ... 427
19.1.8 Störungen der Schmerzempfindung ... 427
Schmerzen des Bewegungsapparates ... 427
Physiologische Ansätze für psychosomatische Schmerzmechanismen ... 428

19.2 Schmerzmanagement auf der Intensivstation ... 428
Ruth Boche, Thomas Wittling, Esther Pogatzki-Zahn

19.3 Schmerzerfassung und Dokumentation ... 429

19.3.1 Erfassungsinstrumente ... 430
Selbsteinschätzung ... 430
Fremdeinschätzung ... 431
19.3.2 Interventionsgrenzen ... 432

19.4 Medikamentöse Schmerztherapie ... 432

19.4.1 Nicht-Opioid-Analgetika ... 432
Risiken und Nebenwirkungen ... 433
Applikationsformen ... 433
Dosierungen und Kontraindikationen ... 433
19.4.2 Opioid-Analgetika ... 433
Applikationsformen ... 435
Risiken und Nebenwirkungen ... 435
19.4.3 Koanalgetika ... 437
Clonidin ... 437
Ketamin ... 438
Intravenöses Lidocain ... 438
19.4.4 Begleitmedikamente zur Therapie von Nebenwirkungen ... 438
19.4.5 Behandlungsschemata ... 438
Beispiel für systemische Analgesieschemata ... 440
Beispiel für orale Analgesieschemata ... 440
19.4.6 Spezielle Analgesieverfahren ... 441
Patientenkontrollierte epidurale Analgesie (PCEA) ... 441
Regionale Analgesieverfahren ... 442
Patientenkontrollierte intravenöse Analgesie (PCIA) ... 442
19.4.7 Patienten mit vorbestehender Opioidmedikation ... 443
Opioidumstellung ... 444

19.5 Nicht medikamentöse Schmerztherapie ... 444

19.5.1 Peripher und zentral wirksame Maßnahmen ... 445
Peripher wirkende Maßnahmen ... 445
Zentral wirkende Maßnahmen ... 446

19.6 Beratung und Information ... 447

19.6.1 Inhalte der Patienteninformation ... 447

19.7 Aufbau und Organisation eines Akutschmerzdienstes ... 447

19.7.1 Strukturelle Voraussetzungen ... 448
19.7.2 Personelle Ausstattung ... 448
19.7.3 Organisatorische Aspekte ... 448

19.8 Analgosedierung ... 449
Hans-Georg Bone

19.8.1 Gründe für eine Analgosedierung auf der Intensivstation ... 449
Ethische und juristische Gründe ... 449
Medizinische Gründe ... 449
19.8.2 Überwachung der Analgosedierung ... 449
Einflussfaktoren auf die Sedierungstiefe ... 450
Klinische Folgen der Sedierungstiefe ... 450
Methoden zur Überwachung der Sedierungstiefe ... 450
Beurteilung der Analgesiequalität ... 450
Beurteilung des Ausmaßes eines Delirs ... 451
Medikamente zur Sedierung ... 451
19.8.3 Wie sediert man? ... 451

19.9 Leseservice ... 452

20 Intensivpflege im eigenen Lebensumfeld ... 456

Guido Faßbender, Stefan Wessel

20.1 Grundlagen der ambulanten Intensivpflege ... 456

20.1.1 Lebensumfeld ... 456
20.1.2 Pflegende ... 456
20.1.3 Qualifikation professioneller Pflegekräfte ... 456
20.1.4 Pflegebedürftige ... 457
20.1.5 Interdisziplinäre Betreuung ... 457
20.1.6 Therapien ... 457

20.2 Heimbeatmung ... 457

20.2.1 Formen der Heimbeatmung ... 457
20.2.2 Indikationen ... 457
20.2.3 Heimbeatmungsgeräte ... 458
Merkmale eines Heimbeatmungsgerätes ... 458
Beatmungsformen ... 458
20.2.4 Überleitungsmanagement ... 458
Entlassungsmanagement ... 458
Voraussetzungen für die Entlassung ... 458
Case Manager ... 458
Überleitung in die häusliche Versorgung ... 458
20.2.5 Beatmungsplatz ... 459
20.2.6 Pflege eines Heimbeatmeten im eigenen Lebensumfeld ... 459
Unterstützung der Kommunikation ... 460
Unterstützung im Lebensalltag ... 460

20.3 Anleitung von Patienten und Angehörigen ... 460

20.3.1 Anleitungskompetenzen ... 460
Fachkompetenz ... 460
Methoden- und Sozialkompetenz ... 460
Personalkompetenz ... 460
20.3.2 Anleitung im Pflegeprozess ... 460
20.3.3 Rückzugspflege ... 461

20.4 Leseservice ... 461

TEIL IV Intensivmedizinsche Versorgung von Patienten mit speziellen Erkrankungen

21 Intensivmedizinische Versorgung von Patienten mit Erkrankungen des Atemsystems ... 466

Ursula Hein

21.1 Diagnostik und Therapie ... 466

21.1.1 Diagnostik von pulmonalen Störungen ... 466
Symptome ... 466
Körperliche Untersuchung ... 466
Apparative Diagnostik ... 466
21.1.2 Therapie von pulmonalen Störungen ... 466
Pharmakologie pulmonal wirksamer Medikamente ... 466
Pleurapunktion oder -drainage ... 467

21.2 Erkrankungen des unteren Atemsystems ... 467

21.2.1 Respiratorische Insuffizienz ... 467
Symptome ... 467
Ursachen ... 468
Therapie ... 468
21.2.2 Akutes Lungenversagen ... 468
Häufigkeit ... 468
Ursachen ... 468
Pathophysiologie ... 468
Symptome ... 468
Diagnostik ... 468
Komplikationen ... 468
Therapie ... 468
21.2.3 Chronisch obstruktive Lungenerkrankung (COLD) ... 470
Chronische Bronchitis ... 470
Lungenemphysen ... 470
21.2.4 Asthma bronchiale ... 471
Pathophysiologie ... 471
Symptome ... 471
Diagnostik ... 472
Komplikationen ... 472
Therapie ... 472
21.2.5 Restriktive Lungenerkrankungen ... 472
Ursachen ... 473
Therapie ... 473
21.2.6 Atelektasen ... 473
Ursachen ... 473
Symptome ... 473
Diagnostik ... 473
Therapie ... 473
21.2.7 Lungenkontusion ... 473
Ursache und Symptome ... 473
Diagnostik und Therapie ... 473
21.2.8 Pneumonie ... 473
Häufigkeit ... 473
Ursachen ... 473
Symptome ... 473
Diagnostik ... 473

Therapie ... 474
Prophylaxe ... 474
21.2.9 Tuberkulose ... 474
Häufigkeit ... 474
Diagnostik ... 474
Therapie ... 474

21.3 Erkrankungen des pulmonalen Gefäßsystems ... 474

21.3.1 Pulmonaler Hypertonus ... 474
Ursachen ... 474
Symptome ... 474
Komplikationen ... 474
Therapie ... 474
21.3.2 Lungenembolie ... 475
Häufigkeit ... 475
Ursachen ... 475
Pathophysiologie ... 475
Symptome ... 475
Diagnostik ... 475
Therapie ... 476
Prophylaxe ... 476

21.4 Erkrankungen des Pleuralraumes und der Thoraxwand ... 476

21.4.1 Pleuraerguss ... 476
Häufigkeit ... 476
Symptome ... 476
Diagnostik ... 476
Komplikationen ... 476
Therapie ... 476
21.4.2 Pneumothorax ... 477
Ursache ... 477
Pathophysiologie ... 477
Symptome ... 477
Diagnostik ... 477
Therapie ... 477
21.4.3 Rippenserienfraktur ... 477
Pathophysiologie und Symptome ... 477
Therapie ... 477
21.4.4 Lungenödem ... 477
Pathophysiologie ... 477
Symptome ... 478
Diagnostik ... 478
Komplikationen ... 478
Therapie ... 478

21.5 Leseservice ... 478

22 Intensivmedizinische Versorgung von Patienten mit Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems ... 480
Claudia Bieker, Benedikt Preckel

22.1 Anatomische und physiologische Grundlagen ... 480

22.1.1 Pumpmechanismus des Herzens ... 480
22.1.2 Blutfluss und Windkesselfunktion ... 480
22.1.3 Koronararterien ... 480
22.1.4 Herzzyklus ... 480
Anspannungsphase ... 480
Austreibungsphase ... 480
Entspannungsphase ... 480
Füllungsphase ... 480
22.1.5 Herzzeitvolumen und Schlagvolumen ... 481
Vorlast (Preload) ... 481
Nachlast (Afterload) ... 481
Kontraktilität (Inotropie) ... 481
22.1.6 Sauerstofftransport und Sauerstoffverbrauch 482
22.1.7 Kreislaufregulation ... 482

22.2 Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems ... 482

22.2.1 Hypertension, hypertensive Krise ... 482
Symptome ... 482
Therapie ... 482
22.2.2 Koronare Herzkrankheit (KHK) ... 483
Symptome ... 483
Therapie ... 483
22.2.3 Akutes Koronarsyndrom (ACS), Myokardinfarkt ... 483
Symptome ... 483
Diagnostik ... 483
Therapie im akuten Stadium ... 484
22.2.4 Herzinsuffizienz ... 484
Ursachen ... 484
Medikamentöse Therapie ... 484
22.2.5 Kardiomyopathie ... 485
Formen und Symptome ... 485
Therapie ... 485
22.2.6 Herzklappenerkrankungen ... 485
Formen und Symptome ... 485
Therapie ... 486
Klappenendokarditis ... 486
Diagnostik ... 486
Therapie ... 486
Endokarditisprophylaxe ... 486
22.2.7 Aortenaneurysmen ... 486
Einteilung der Aortenaneurysmen ... 486
Formen ... 486
Symptome ... 486
Therapie ... 487
Besonderheiten nach Ausschalten von Aortenaneurysmen ... 487

22.3 Kardiochirurgische Eingriffe 487

22.3.1 Bypass-Chirurgie (CABG: Coronary Artery Bypass Graft) 487
Indikationen 487
Ablauf der Operation 487
Off-Pump-Coronary-Artery-Bypass (OPCAB) .. 487
Komplikationen und Folgeschäden 488
22.3.2 Herzklappenchirurgie 488
Aortenklappenersatz (AKE) 488
Mitralklappenersatz (MKE) 488
Komplikationen bei der Klappenchirurgie 488
Minimal invasiver Klappenersatz 488
Besonderheiten nach Klappenersatz oder Rekonstruktion 488

22.4 Intensivmedizinische Versorgung und Pflege nach herz- und gefäßchirurgischen Eingriffen 489

22.4.1 Allgemeine Überlegungen und Maßnahmen 489
22.4.2 Postoperative Überwachung 489
Aspekte nach Koronarbypass 489
22.4.3 Komplikationen 489
Blutungen 490
Perikardtamponade 490
Kreislaufversagen (low cardiac output) 490
Kardiogener Schock 490

22.5 Kardiovaskuläre Medikamente (Katecholamine, Vasodilatatoren, Inodilatatoren) 491

22.5.1 Katecholamine 491
Alpha-Rezeptoren 491
Beta-Rezeptoren 491
Dopamin-Rezeptoren 491
Indikationen zur Katecholamintherapie 491
Arten von Katecholaminen 491
Applikation von Katecholaminen 492
22.5.2 Vasodilatatoren 493
Nitroglycerin 493
Nitroprussid-Natrium 493
Dihydralazin 493
Kalziumantagonisten 493
22.5.3 Inodilatatoren 493
22.5.4 Kalziumsensitizer 493

22.6 Mechanische Kreislaufunterstützungssysteme 493

22.6.1 Intraaortale Ballonpumpe (IABP) 493
Indikationen 494
Einstellung 494
Komplikationen 494
Entwöhnen 494
Entfernen 494
22.6.2 Impellerpumpe (axiale Schraubenpumpe) . 494

22.7 Extrakorporale Lungen- und Herz-Unterstützungssysteme 494

22.7.1 Veno-venöse Unterstützung (ECMO) 494
22.7.2 Veno-arterielle Unterstützung (ECLS) 495
Position der Kanülen im Gefäßsystem 495

22.8 Herzrhythmusstörungen 495

22.8.1 EKG-Auswertung 495
22.8.2 Systematik der Herzrhythmusstörungen .. 495
Schnelle Rhythmusstörungen 495
Langsame Rhythmusstörungen 497
Sonstige Rhythmusstörungen 498
Erregungsrückbildung (ST-Strecken- und T-Wellen-Analyse) 498

22.9 Leseservice 500

23 Intensivmedizinische Versorgung von Patienten mit Erkrankungen des Verdauungssystems 502

Jochen Hinkelbein

23.1 Einführung 502

23.1.1 Anatomische, physiologische und pathophysiologische Grundlagen 502
Abdomen 502
Ösophagus 503
Magen 503
Darm 503
Leber und Gallenblase 503
Pankreas 504

23.2 Erkrankungen des Verdauungssystems . 504

23.2.1 Ileus 504
23.2.2 Pankreatitis 506
23.2.3 Peritonitis 507
23.2.4 Akute gastrointestinale Blutungen 508
23.2.5 Akutes Leberversagen und Leberausfallskoma 510
23.2.6 Akute Hepatitis 511
23.2.7 Lebertransplantation 512
23.2.8 Ösophaguskarzinom 513

23.3 Leseservice 514

24 Intensivmedizinische Versorgung von Patienten mit Erkrankungen der Niere .. 516
Dieter Bach

24.1 Anatomische und physiologische Grundlagen 516
24.1.1 Physiologische Nierenfunktion 516
Interpretation der Nierenfunktion 516

24.2 Erkrankungen der Niere 517
24.2.1 Akutes Nierenversagen 517
24.2.2 Nierentransplantation 520

24.3 Leseservice 520

25 Intensivmedizinische Versorgung von Patienten mit Erkrankungen des Nervensystems 522
Hans-Jürgen von Giesen, Michael Schütze

25.1 Neurochirurgische Erkrankungen 522
Michael Schütze
25.1.1 Anatomische, physiologische und pathophysiologische Grundlagen 522
Intrakranielle Drucksteigerung 522
25.1.2 Zerebrovaskuläre Erkrankungen (spontane intrakranielle Blutungen, Apoplex) 522
Subarachnoidalblutung (SAB) 522
Spontane intrazerebrale Blutungen (ICB) 523
Apoplex 524
25.1.3 Hirntumoren 524
Postoperative Überwachung 526
25.1.4 Schädel-Hirn-Trauma (SHT) 526
Einteilung 526
Hirndruckmessung 528
Ursachen der Hirndrucksteigerung 528
Therapie des Hirnödems 528
25.1.5 Akute Rückenmarksläsionen 529
25.1.6 Hirntod 530
Hirntoddiagnostik 530
Organexplantation 532
Lazarus-Zeichen 532

25.2 Neurologische Erkrankungen 532
Hans-Jürgen von Giesen
25.2.1 Allgemeine Symptome und Risikofaktoren . 532
25.2.2 Schlaganfall 532
Time-is-brain-Konzept der Erstversorgung 533
25.2.3 Status epilepticus 534
25.2.4 Guillain-Barré-Syndrom (GBS) 535
25.2.5 Myasthenia gravis 536

25.3 Leseservice 538

26 Intensivmedizinische Versorgung von Patienten mit onkologischen Erkrankungen 540
Martin B. Steins

26.1 Grundlagen der Tumorbiologie 540
26.1.1 Solide Tumorerkrankungen 540
26.1.2 Leukämien 540

26.2 Onkologische Notfälle 542
26.2.1 Obere Einflussstauung 542
26.2.2 Leukostase-Syndrom 543
26.2.3 Neurologische Komplikationen 543
26.2.4 Tumorlyse-Syndrom 544
26.2.5 Hyperkalzämie 544
26.2.6 Venöse Thromboembolien 545
26.2.7 Infektiologische Notfälle 545

26.3 Leseservice 545

27 Intensivmedizinische Versorgung von Patienten mit endokrinologischen Erkrankungen 548
Martin B. Steins

27.1 Anatomische, physiologische und pathophysiologische Grundlagen 548

27.2 Endokrine Störungen 548
27.2.1 Diabetisches Koma 548
27.2.2 Diabetes insipidus 549
27.2.3 Thyreotoxikose 550
27.2.4 Akute Nebennierenrindeninsuffizienz 551
27.2.5 Phäochromozytom 552

27.3 Leseservice 552

28 Intensivmedizinische Versorgung von Patienten mit Sepsis und Multiorganversagen ... 554

Detlef Kindgen-Milles

28.1 Einleitung ... 554

28.2 Terminologie und Epidemiologie ... 554

28.2.1 Terminologie ... 554
Kommentar ... 554
28.2.2 Epidemiologie ... 554
Nosokomiale Infektionen ... 555

28.3 Anatomische, physiologische und pathophysiologische Grundlagen der Sepsis ... 555

28.3.1 Pathogenese und Pathophysiologie ... 555
Immunologische Abläufe ... 555
Aktivierung von Mediatorsystemen ... 556
Aktivierung des Gerinnungssystems ... 556
Genetische Faktoren ... 556
Zusammenfassung ... 556
28.3.2 Organfunktionsstörungen bei Sepsis ... 556
Herz-Kreislauf-System ... 556
Lunge ... 557
Niere ... 557
Darm ... 557
Zentrales Nervensystem ... 557

28.4 Diagnostik von Infektion und Sepsis ... 557

28.4.1 Klinische Symptome ... 557
28.4.2 Laborchemische Diagnostik ... 558
28.4.3 Blutkulturen ... 558
28.4.4 Mikrobiologische Probenentnahme ... 558
28.4.5 Bildgebende Diagnostik ... 559

28.5 Therapie der Sepsis ... 559

28.5.1 Herdsanierung ... 559
28.5.2 Antibiotikatherapie ... 559
Interventions-Deeskalations-Therapie ... 559
Resistenzlage ... 559
Antimykotische Therapie ... 560
Zusammenfassung ... 560
28.5.3 Supportive Maßnahmen ... 560
Hämodynamische Stabilisierung ... 560
Studie zur hämodynamischen Optimierung ... 560
Respiratorische Stabilisierung ... 561
Ernährung, Stressulkusprophylaxe, Thromboseprophylaxe ... 561
Zusammenfassung ... 561
28.5.4 Adjuvante Sepsistherapien ... 561
Antimediatortherapien ... 561
Immunglobuline ... 561
Hämofiltration ... 561
Substitutionstherapie mit Hydrokortison ... 561
Zusammenfassung ... 562

28.6 Leseservice ... 562

29 Intensivmedizinische Versorgung von Patienten mit Intoxikationen ... 564

Markus Görtz

29.1 Terminologie, Epidemiologie, Toxikokinetik ... 564

29.1.1 Terminologie ... 564
29.1.2 Häufigkeit ... 564
29.1.3 Toxikokinetik ... 564
Giftaufnahme ... 564
Resorption und Verteilung ... 564
Metabolisierung und Elimination ... 564

29.2 Diagnostik ... 565

29.2.1 Klinische Symptomatik ... 565
29.2.2 Zielgerichtete Anamnese ... 565
29.2.3 Körperliche Untersuchung ... 565
29.2.4 Monitoring und Labor ... 565

29.3 Therapie ... 566

29.3.1 Sicherung der Vitalfunktionen ... 566
Kontakt zur GIZ ... 566
29.3.2 Giftelimination ... 566
Primäre Giftelimination bei nicht oralen Vergiftungen ... 566
Primäre Giftelimination bei oralen Vergiftungen ... 566
Sekundäre Giftelimination ... 568
Antidot-Therapie ... 568

29.4 Spezielle Vergiftungen ... 569

29.4.1 Rauschmittel ... 569
Intoxikation mit Nachtschattengewächsen ... 569
Intoxikation mit Amphetamin/Methamphetamin ... 569
Intoxikation durch Opiate oder Opioide ... 570

29.4.2 Vergiftungen durch Kohlenstoffmonoxid .. 570
Symptome 570
Diagnostik 571
Therapie 571

29.5 Sonstige Interventionen 571

29.5.1 Spezielle pflegerische Aspekte 571

29.6 Leseservice 572

30 Intensivmedizinische Versorgung von Patienten mit Verbrennungen 574
Marina Orzessek, Susanne Herzberg

30.1 Grundlagen 574

30.1.1 Epidemiologie 574
30.1.2 Anatomische und physiologische Grundlagen 574

30.2 Diagnostik und Pathophysiologie 574

30.2.1 Verbrennungstiefe 574
30.2.2 Verbrennungsausmaß 576
30.2.3 Prognose 576
30.2.4 Pathophysiologie 576
Lokale Auswirkungen 576
Systemische Auswirkungen 576
Schockphase 576
Resorptionsphase 577
Spätphase 577
30.2.5 Inhalationstrauma 577
Pathophysiologie 577
Klinische Symptomatik und Diagnostik 577
Therapie 577
30.2.6 Stromverbrennungen 578
Therapie 578

30.3 Therapie in der Initialphase 578

30.3.1 Indikationen zur Aufnahme in ein Verbrennungszentrum 578
30.3.2 Erstversorgung im Verbrennungszentrum . 578
Volumensubstitution 578
Schockraummanagement 579
Escharotomie 579
Besonderheiten der initialen Therapie 579

30.4 Wundbehandlung 579

30.4.1 Operation 579
30.4.2 Deckung des Defektes 580
Eigenhauttransplantate 580
30.4.3 Hautersatzmittel 580
Suprathel 580

30.5 Pflege des Brandverletzten 580

30.5.1 Infektionskontrolle 580
30.5.2 Wundversorgung 581
30.5.3 Schmerzen 581
Einschätzung der Schmerzintensität 581
Schmerztherapie 582
30.5.4 Überwachung 582
Monitoring 582
30.5.5 Ernährung 582
30.5.6 Lagerung und Mobilisation 582
30.5.7 Kontrakturprophylaxe und Narbenbehandlung 583
30.5.8 Psychologische Betreuung 583

30.6 Leseservice 583

31 Intensivmedizinische Versorgung von Patienten mit einem Polytrauma 586
Alexander Reich

31.1 Terminologie und Pathophysiologie .. 586

31.1.1 Terminologie 586
31.1.2 Pathophysiologie 586
Hypovolämer Schock mit Ischämie von Organen 586
Ischämie-Reperfusions-Syndrom 586
Mediatorenausschüttung 586
Immunsuppression 586

31.2 Initialphase 586

31.2.1 Therapieprinzipien am Unfallort 587
Flüssigkeitssubstitution 587
Sauerstoffzufuhr und Schmerztherapie 587
Herstellung der Transportfähigkeit 587
31.2.2 Einleitung von Diagnostik und Therapie ... 587

31.3 Spätphase 587

31.3.1 Monitoring 587
31.3.2 Labordiagnostik 588

31.4 Allgemeine Therapieprinzipien beim polytraumatisierten Patienten 588

31.4.1 Analgosedierung 588
31.4.2 Kreislauftherapie 588
31.4.3 Beatmungstherapie 589
31.4.4 Nierenfunktion 589
31.4.5 Leberfunktion 589
31.4.6 Ernährung 589
31.4.7 Prophylaxen 590
Infektionsprophylaxe 590
Thromboseprophylaxe 590

31.5 Spezielle Therapieprinzipien bei Verletzungen im Rahmen eines Polytraumas 590

31.5.1 Schädel-Hirn-Trauma 590
31.5.2 Gesichtsverletzungen 590
31.5.3 Thoraxverletzungen 590
Beatmungsformen 590
Lagerung 590
Konstellation konkurrierender Verletzungen 591
31.5.4 Wirbelsäulenverletzungen 591
Spinales Trauma 591
31.5.5 Abdominelle Verletzungen 591
31.5.6 Becken- und Extremitätenfrakturen 592
Beckenfrakturen 592
Extremitätenfrakturen 592

31.6 Leseservice 592

32 Intensivmedizinische Versorgung von Säuglingen, Kindern und Jugendlichen 596
Georg Rellensmann, Monika Korsmeier

32.1 Grundlagen 596

32.1.1 Besonderheiten des Kindesalters 596
Umgang mit Kindern 596
Körperbau und Körpergewicht 596
Körpertemperatur 597
Blutvolumen 597
Flüssigkeitshaushalt 597
Energiehaushalt 597
Atmung und Atemwege 598
Herz und Kreislauf 598
Zentrales Nervensystem 598
Schmerzen 599

32.2 Erstversorgung von Früh- und Neugeborenen im Kreißsaal 599

32.2.1 Gesunde Neugeborene 599
32.2.2 Reanimation im Kreißsaal 600
Reanimationseinheit 600
Erstversorgung 600
Beatmung 600
Medikamentenzufuhr 600
32.2.3 Perinatale Asphyxie und hypoxisch ischämische Enzephalopathie 600
32.2.4 Mekoniumaspirationssyndrom (MAS) 601
32.2.5 Frühgeborene 601
Therapie 601
Ziele und Aufgaben der Pflege 601
Neonatales Atemnotsyndrom (ANS) 602
Bronchopulmonale Dysplasie (BPD) 602
Gehirnblutung und periventrikuläre Leukomalazie 602
Persistierender Ductus arteriosus Botalli (PDA) 603
Nekrotisierende Enterokolitis (NEK) 603
Infektionen 603
Retinopathie 603
32.2.6 Neugeborene mit angeborenen Fehlbildungen 604
Ösophagusatresie 604
Bauchwanddefekte (Omphalozele und Gastroschisis) 604
Zwerchfellhernie 604
Neuralrohrdefekte (Myelomeningozele) 605

32.3 Erkrankungen der Atemwege 605

32.3.1 Laryngotracheitis (Krupp-Syndrom) 605
32.3.2 Epiglottitis 606

32.4 Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems 606

32.4.1 Angeborene Herzfehler 606
Diagnostik 607
Therapie 607
Duktusabhängige, strukturelle Herzfehler 607
Anästhesiologische Besonderheiten 607
32.4.2 Herzinsuffizienz 607

32.5 Erkrankungen des zentralen Nervensystems 608

32.5.1 Fieberkrampf 608
32.5.2 Status epilepticus 608
32.5.3 Bakterielle Meningitis 608
32.5.4 Koma 609

32.6 Metabolische Krisen bei angeborenen Stoffwechselstörungen 609

32.7 Erkrankungen von Niere und Flüssigkeitshaushalt 610

32.7.1 Dehydratation ... 610
32.7.2 Hämolytisch-urämisches Syndrom (HUS) ... 610

32.8 Unfälle ... 611

32.8.1 Vergiftung ... 611
32.8.2 Fremdkörperaspiration und -ingestion ... 611
32.8.3 Ertrinkungsunfall ... 611

32.9 Reanimation von Kindern ... 612

32.10 Leseservice ... 612

TEIL V Grundlagen der Anästhesie

33 Pharmakologie ... 618

Eduard Mathejka

33.1 Wirkmechanismen der Anästhetika ... 618

33.1.1 Wirkort der Anästhetika ... 618
33.1.2 Wirkung der Anästhetika auf elektrophysiologische Prozesse ... 619
33.1.3 Wirkung auf Ionenkanäle ... 619

33.2 Einführung in die Pharmakokinetik ... 619

33.2.1 Pharmakokinetik der intravenösen Anästhetika ... 619
Verteilung ... 619
Verteilungsvolumen und Umverteilung ... 620
Elimination ... 620
Clearance ... 620
Kompartiment-Modelle ... 621
33.2.2 Pharmakokinetik der Inhalationsanästhetika ... 621
Dampfdruck und Partialdruck ... 621
Aufnahme des Anästhetikums ... 622
Verteilung des Anästhetikums ... 622
Elimination der Inhalationsanästhetika ... 624
MAC-Wert ... 624

33.3 Intravenöse Anästhetika ... 624

33.3.1 Barbiturate ... 625
33.3.2 Propofol ... 626
Unerwünschte Effekte ... 627
Aufrechterhaltung der Narkose (TIVA) ... 627
Langzeitsedierung ... 627
33.3.3 Etomidat ... 627
33.3.4 Ketamin ... 627
33.3.5 Benzodiazepine ... 628

33.4 Opioide ... 629

33.4.1 Pharmakologische Eigenschaften ... 630
Zentrales Nervensystem ... 630
Kardiovaskuläres System ... 631
Andere Organsysteme ... 631
33.4.2 Einzelne Substanzen ... 631
Fentanyl ... 631
Sufentanil ... 631
Alfentanil ... 632
Remifentanil ... 632
Morphin ... 632
Piritramid ... 632
Naloxon ... 632

33.5 Inhalationsanästhetika ... 633

33.5.1 Halothan ... 633
33.5.2 Enfluran ... 633
33.5.3 Isofluran ... 633
33.5.4 Desfluran ... 633
33.5.5 Sevoflurane ... 633
33.5.6 Lachgas ... 634

33.6 Muskelrelaxanzien ... 634

33.6.1 Physiologie der neuromuskulären Übertragung ... 634
Wirkmechanismen ... 635
33.6.2 Depolarisierende Muskelrelaxanzien (Succinylcholin) ... 636
33.6.3 Nicht depolarisierende Muskelrelaxanzien 637
33.6.4 Antagonisierung von Muskelrelaxanzien ... 638
Anticholinesterasen ... 638

33.7 Lokalanästhetika ... 639

33.7.1 Wirkungsweisen ... 639
33.7.2 Einteilung der peripheren Nervenfasern ... 639
33.7.3 Pharmakokinetik ... 640
33.7.4 Klinische Pharmakologie ... 640
Wirkungseintritt ... 640
Wirkungsdauer ... 640
33.7.5 Systemtoxische Nebenwirkungen ... 640
Zentrales Nervensystem ... 640
Kardiovaskuläres System ... 641
33.7.6 Lidocain zur perioperativen Schmerztherapie ... 642

33.8 Leseservice ... 642

34 Anästhesieverfahren ... 644
Zoe Heck, Peter Lipfert, Wolfgang Schlack, Markus Stevens

34.1 Einleitung ... 644
Zoe Heck, Wolfgang Schlack

34.1.1 Geschichtliche Entwicklung der Anästhesie 644
34.1.2 Komponenten der Anästhesie ... 644
34.1.3 Anästhesieverfahren ... 644

34.2 Allgemeinanästhesie ... 645

34.2.1 Präoperative Visite ... 645
34.2.2 Narkosesysteme ... 645
Monitoring ... 645
Überwachung der Narkosetiefe und der Relaxation ... 645
34.2.3 Lagerungsmaßnahmen ... 647
Grundregeln jeder Lagerung ... 648
Lagerungsbedingte physiologische Veränderungen ... 648
34.2.4 Narkoseführung ... 649
Narkoseeinleitung ... 649
Narkoseaufrechterhaltung ... 649
Narkoseausleitung ... 650
34.2.5 Atemwegsmanagement ... 650
Präoxygenierung ... 650
Beatmung ... 650
Spontanatmung und Beatmung ... 653
34.2.6 Intraoperative Infusionstherapie ... 654
Erhaltungsbedarf ... 655
Zusatzbedarf ... 655
Infusionslösung ... 655
34.2.7 Analgesie und Schmerztherapie ... 656
Zoe Heck, Wolfgang Schlack
34.2.8 Aufwachraum und postoperative Visite ... 656
34.2.9 Rechtliche Aspekte ... 656

34.3 Hämostase, Blutgerinnung und Transfusion ... 657
Anne-Katrin Mengelkamp

34.3.1 Blut – geheimnisvoller Lebenssaft ... 657
34.3.2 Hämostaseologie ... 657
Grundlagen und Pathophysiologie ... 657
Perioperative Diagnostik ... 657
Gerinnungsstörungen ... 657
34.3.3 Transfusionsmedizin ... 658
Immunologische Grundlagen ... 658
Blutgruppenbestimmung und Verträglichkeitstests ... 658
34.3.4 Anwendung von Blutprodukten/Plasmaderivaten ... 659
Konservierung von Blut ... 659
Präparate, Wirksamkeit und Lagerungsbedingungen ... 659
34.3.5 Plasma zur therapeutischen Anwendung ... 661
Herstellung und Präparate ... 661
Dosierung ... 662
34.3.6 Humanalbumin ... 662
34.3.7 Faktoren-Konzentrate ... 662
Aktiviertes Prothrombinkomplex-Konzentrat ... 662
Prokoagulatoren ... 662
Fibrinogen ... 662
PPSB (Prothrombin, Faktor II), Proconvertin (Faktor VII), Stuart-Faktor (Faktor X) und antihämophiler Faktor B (Faktor IX) ... 662
34.3.8 Transfusionsassoziierte Virusinfektionen ... 663
34.3.9 Transfusionsreaktionen ... 663
Transfusionsreaktionen und -fehler ... 663

34.4 Regionalanästhesie ... 665
Markus Stevens, Peter Lipfert

34.4.1 Einleitung ... 665
34.4.2 Lokalanästhetika ... 665
Nebenwirkungen ... 665
34.4.3 Infiltrationsanästhesien ... 666
34.4.4 Nerven- bzw. Plexusblockaden ... 666
Kontraindikationen ... 666
Durchführung der Blockaden ... 666
Technisches Vorgehen bei Plexus- und Nervenblockaden ... 666
Applizierte Medikamente ... 668
Risiken bei Nervenblockaden ... 668
Vor- und Nachteile der Technik ... 668
34.4.5 Intravenöse Regionalanästhesie (Bierscher Block) ... 669
34.4.6 Spinalanästhesie ... 669
Kriterien für die Verlegung aus dem Aufwachraum ... 671
34.4.7 Periduralanästhesie ... 671
Vor- und Nachteile von Spinal- und Periduralanästhesie ... 673
Kriterien für die Verlegung aus dem Aufwachraum ... 673
34.4.8 Postoperative Schmerztherapie ... 673
Hygieneempfehlungen für Regionalanästhesie-Verfahren ... 673
Regeln für die postoperative Schmerztherapie ... 674
Dosierung bei verschiedenen Regionalverfahren ... 674
Therapie bei postpunktionellem Kopfschmerz ... 674

34.5 Leseservice ... 675

35 Präoperatives Management ... 678
Peter Lipfert, Markus Stevens

35.1 Ziele ... 678

35.2 Prämedikationsgespräch ... 678

35.2.1 Herz-Kreislauf-Erkrankungen ... 678
35.2.2 Lungenerkrankungen ... 678
35.2.3 Nierenerkrankungen ... 679
35.2.4 Lebererkrankungen ... 679
35.2.5 Neurologische und psychiatrische Erkrankungen ... 679
Neurologische Erkrankungen ... 679
Psychiatrische Erkrankungen ... 679
35.2.6 Stoffwechselerkrankungen ... 679
Diabetes mellitus ... 679
Nebenniereninsuffizienz ... 679
Hyper- oder Hypothyreose ... 679
35.2.7 Erkrankungen des Bewegungsapparates ... 680
Lumboischialgien ... 680
35.2.8 Allergien und Überempfindlichkeitsreaktionen ... 680
35.2.9 Medikamentenanamnese ... 680
35.2.10 Substanzmissbrauch ... 680
Tabak ... 680
Alkohol ... 680
Verschreibungspflichtige Substanzen und Betäubungsmittel ... 680
35.2.11 Vornarkosen ... 681

35.3 Körperliche und apparative Untersuchung ... 681

35.3.1 Herz ... 681
35.3.2 Lungen ... 681
35.3.3 Intubationsbedingungen ... 681
35.3.4 Apparative Untersuchungen und Laborkontrollen ... 682
Einteilung der Risikogruppen ... 682

35.4 Aufklärung ... 683

35.5 Prämedikation ... 683

35.5.1 Medikamente ... 683
35.5.2 Gabe chronisch applizierter Medikamente ... 683
Herz- und Kreislaufmedikamente ... 683
Antiepileptika ... 683
Antidepressiva ... 683
Antidiabetika ... 684
Antikoagulanzien ... 684
Schmerzmittel ... 684

35.6 Planung der perioperativen Strategie ... 684

35.7 Leseservice ... 685

36 Narkosearbeitsplatz ... 688
Gabriele Stolecki, Dietmar Stolecki

36.1 Vom Narkosegerät zum Narkosearbeitsplatz ... 688

36.1.1 Entwicklung der Narkosegeräte ... 688
Lachgas, Äther und Chloroform ... 688
Kreissysteme und Gasflussmesser ... 688
Einstellbare Beatmungsparameter ... 688
36.1.2 Entwicklung des Monitorings ... 689

36.2 Ausstattung des Arbeitsbereichs ... 689

36.2.1 Ausstattungsrichtlinien ... 689
36.2.2 Gasversorgung ... 690
Codierung von Gasen ... 690
Zentrale Gasversorgung ... 690
Verwendung von Sauerstoff in Flaschen ... 691
36.2.3 Narkosesysteme und Narkosegeräte ... 691
Offene Narkosesysteme ... 692
Halboffene Narkosesysteme ... 692
Halbgeschlossenes Narkosesystem ... 692
Sicherheitstechnische Anforderungen nach DIN-EN 740 (CE-Kennzeichnung) ... 696
Geschlossene Narkosesysteme ... 697
Beatmungsverfahren mit Narkoserespiratoren ... 697

36.3 Inbetriebnahme des Narkosearbeitsplatzes ... 697

36.3.1 Check des Narkosegerätes ... 697
Maßnahmen nach Checkliste ... 697
Automatischer Gerätecheck ... 698
Manueller Gerätecheck ... 698
36.3.2 Weitere Funktionskontrollen ... 698
Sekretabsaugung ... 698
Handbeatmungsbeutel ... 698

36.4 Leseservice ... 698

37 Vorbereitung und Narkoseeinleitung des Patienten im OP ... 702
Nicole Diekmann

37.1 Vorbereitung des Anästhesiearbeitsplatzes ... 702

37.2 Übernahme des Patienten in den OP ... 702

37.2.1 Der besondere Fall ... 703

37.3 Vorbereitungen zur Narkoseeinleitung am Beispiel der Allgemeinanästhesie ... 703

37.3.1 Vorbereitung des Patienten ... 703
Standardmonitoring ... 703
Peripher venöser Zugang ... 704
Patientenwärmesystem ... 704
Dokumentation ... 704
Lagerung zur Narkoseeinleitung ... 704

37.3.2 Vorbereitung des Instrumentariums zur Sicherung des Atemweges ... 704
Material ... 704
Larynxmaske ... 705
Der schwierige Atemweg ... 705

37.4 Assistenz bei der Narkoseeinleitung für eine Allgemeinanästhesie ... 705

37.4.1 Ablauf der Narkoseeinleitung für eine Allgemeinanästhesie ... 705
Sichere Zeichen der Intubation ... 707
Erweiterung des Monitorings ... 707

37.4.2 Rapid Sequence Induction (RSI) ... 707
Grundsätzliche Maßnahmen bei einer RSI ... 708
Teamanforderungen ... 708
Vorbereitende Maßnahmen für die RSI bei Erwachsenen ... 709
Durchführung ... 709

37.4.3 Transport des narkotisierten Patienten in den OP-Saal ... 709
Vorbereitungen im OP ... 709

37.5 Leseservice ... 710

37.5.1 Literatur ... 710
37.5.2 Internetadressen ... 710

38 Perioperatives Wärmemanagement ... 712
Dietmar Stolecki

38.1 Grundlagen ... 712

38.1.1 Ursachen perioperativer Hypothermie ... 712
Anästhesiologisch bedingte Änderung der Thermoregulation ... 712

38.1.2 Formen des Wärmeverlustes ... 713

38.1.3 Risikofaktoren ... 713

38.1.4 Komplikationen ... 713
Hämostase ... 713
Herz-Kreislauf ... 714
Wundinfektionen ... 714
Metabolismus ... 714
Shivering ... 714

38.2 Prinzipien des perioperativen Wärmemanagements ... 714

38.2.1 Prewarming ... 714
Passives Wärmen und Isolation ... 714
Konvektives Wärmen ... 715
Konduktives Wärmen ... 715
Infusionen ... 715
Erwärmung von Spüllösungen ... 716
Nicht geeignete Verfahren ... 716

38.2.2 Überwachung des Patienten ... 716

38.2.3 Temperaturmessungen ... 716
Empfohlene Messverfahren ... 716
Nicht empfohlene Messverfahren ... 717

38.2.4 Grundregeln des perioperativen Wärmeerhalts ... 717

38.3 Leseservice ... 717

39 Komplikationen in der Anästhesie ... 720
Antje Gottschalk, Björn Ellger

39.1 Einleitung ... 720

39.2 Respiratorische Komplikationen ... 720

39.2.1 Der schwierige Atemweg (Cannot intubate, cannot ventilate) ... 720
Management des schwierigen Atemweges ... 721
Prophylaxe ... 722
Präoxygenierung ... 722

39.2.2 Aspiration ... 723
Therapie bei Verdacht auf Aspiration ... 723
Aspirationsprophylaxe ... 723

39.2.3 Bronchospasmus ... 724

39.2.4 Laryngospasmus ... 724

39.3 Weitere Komplikationen ... 725

39.3.1 Postoperative Übelkeit und Erbrechen (PONV) ... 725
39.3.2 Maligne Hyperthermie ... 726
Anästhesie bei Verdacht auf eine MH-Disposition ... 727
39.3.3 Anaphylaxie ... 727
39.4 Leseservice ... 728

40 Aufwachraum ... 730
Susanne Horn-Püschel

40.1 Bedeutung und Aufgabenspektrum des Aufwachraums ... 730
40.2 Struktur und Organisation des Aufwachraumes ... 730
40.2.1 Räumliche Organisation ... 730
40.2.2 Materielle Ausstattung ... 730
Ausstattung mit mobilen Einheiten ... 730
Ausstattung mit therapeutischen und pflegerischen Utensilien ... 731
Ausstattung des Aufwachraum-Bettplatzes ... 731
40.2.3 Personelle Organisation ... 731
Aufgabe der Pflegenden ... 731
40.3 Übernahme des Patienten ... 731
40.4 Betreuung von Patienten im Aufwachraum ... 732
40.4.1 Schmerzen erkennen und lindern ... 732
Schmerzskalen anwenden ... 733
Pflegerische Maßnahmen ... 733
Physikalische Maßnahmen ... 733
Akupunktur ... 733
Medikamentöse Therapie ... 733
Schmerztherapie bei opioidgewöhnten Patienten ... 736
Schmerztherapie bei Suchterkrankten ... 736
40.4.2 Übelkeit und Erbrechen erkennen und lindern (PONV, POVOC) ... 737
Risikofaktoren ... 738
Pflegerische Erstmaßnahmen ... 738
Prophylaxe und Therapie ... 738
40.4.3 Körpertemperatur überwachen und wiederherstellen ... 739
Hypothermie ... 739
40.4.4 Atmung überwachen, Atemwege sichern ... 740
Allgemeine pflegerische Maßnahmen ... 740
Verlegung der Atemwege ... 740
Relaxanzienüberhang ... 741
Weitere Ursachen einer Hypoventilation ... 741
40.4.5 Herz-Kreislauf-Funktion überwachen und sichern ... 741
Allgemeine pflegerische Maßnahmen ... 741
Arterielle Hypotonie ... 741
Arterielle Hypertonie ... 742
Herzrhythmusstörungen ... 742
40.4.6 Orientierung und Bewusstsein fördern ... 742
Allgemeine pflegerische Maßnahmen ... 742
Verzögertes Erwachen und Schläfrigkeit ... 742
Unruhe und Desorientiertheit ... 742
Zentrales anticholinerges Syndrom (ZAS) ... 743
40.4.7 Bewegungsfähigkeit überwachen und unterstützen ... 743
Pflegerische Maßnahmen ... 743
40.5 Verlegung aus dem Aufwachraum ... 743
40.5.1 Verlegungskriterien ... 743
40.5.2 Übergabe an die weiter betreuenden Pflegenden ... 744
40.6 Leseservice ... 744

TEIL VI Fallorientierte Pflege in der Anästhesie

41 Anästhesie in der Allgemeinchirurgie und Urologie ... 750
Walter Nagelschmidt

41.1 Übersicht über die Fachbereiche ... 750
41.2 Besonderheiten in der Allgemeinchirurgie ... 751
41.2.1 Spezielle Operationen in der Allgemeinchirurgie ... 751
41.2.2 Minimal-invasive Chirurgie (MIC) ... 753
41.2.3 Anästhesien bei Patienten mit Adipositas ... 753
Berechnung des Körper-(Über-)gewichts ... 753
Organische Folgen der Adipositas ... 753
Besonderheiten zur Narkose ... 753
Anästhesiologisches Vorgehen ... 753
Prophylaxen und Nachsorge ... 754

41.3 Besonderheiten der Anästhesie in der Urologie ... 754
41.3.1 Häufig durchgeführte Operationen ... 754
41.3.2 Präoperative Besonderheiten ... 754
41.3.3 Schwierigkeiten bei Narkose und Operation ... 754
TUR-Syndrom ... 754
41.3.4 Spezielle Operationen in der Urologie ... 756

41.4 Fallbeispiel: Anästhesie bei roboterassistierter Prostatektomie ... 757
41.4.1 Präoperative Phase ... 757
41.4.2 Schwierigkeiten bei Narkose und Operation ... 757
41.4.3 Vorbereitung zur Narkose ... 758
Material ... 758
Vorbereitung des Patienten ... 758
41.4.4 Maßnahmen während der Einleitung ... 758
41.4.5 Intraoperative Begleitung ... 759
41.4.6 Maßnahmen zur Ausleitung und Verlegung 759

41.5 Leseservice ... 759

42 Anästhesie in der Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie ... 762
Dietmar Stolecki

42.1 Übersicht über den Fachbereich ... 762
42.1.1 Häufig durchgeführte Operationen ... 762
42.1.2 Häufig durchgeführte Narkoseverfahren ... 762

42.2 Besonderheiten in der Gefäßchirurgie 762

42.3 Besonderheiten in der Thoraxchirurgie ... 763
42.3.1 Intubation und Beatmung ... 763
42.3.2 Monitoring und Narkoseführung ... 764
42.3.3 Maßnahmen zum Ende der Operation ... 764

42.4 Besonderheiten in der Herzchirurgie ... 764
42.4.1 Funktionsweise der Herz-Lungen-Maschine ... 764
42.4.2 Maßnahmen zur Kardioprotektion ... 765
Kardioplegielösungen ... 765
Hypothermie ... 765
Vent ... 765

42.5 Fallbeispiel: Bypassoperation mit Aortenklappenersatz ... 766
42.5.1 Notwendigkeit und Ziel des Eingriffs ... 766
42.5.2 Probleme und Ängste des Patienten ... 766
42.5.3 Schwierigkeiten bei Narkose und Operation ... 766
Myokardischämie und Infarkt ... 766
Weitere Probleme ... 767
42.5.4 Vorbereitung zur Narkose ... 767
42.5.5 Maßnahmen zur Narkoseeinleitung ... 768
Übernahme des Patienten ... 768
Narkoseeinleitung ... 768
42.5.6 Maßnahmen nach der Narkoseeinleitung ... 769
Intraoperative Begleitung ... 769
Beatmung ... 769
HLM ... 769
Weitere Maßnahmen und Beobachtungspunkte ... 769
42.5.7 Maßnahmen zur Ausleitung ... 770
42.5.8 Begleitung zur Intensivstation ... 770

42.6 Leseservice ... 770

43 Anästhesie bei Herztransplantation ... 774
Elke Roth

43.1 Einleitung ... 774
43.1.1 Warten auf ein Spenderherz ... 774

43.2 Rechtliche Grundlagen ... 774
43.2.1 Regelungen der Verantwortlichkeiten ... 774
Organentnahme/Organspendeprozess ... 774
Organvermittlung ... 774
Organtransplantation ... 774
43.2.2 Länderspezifische Regelungen ... 775

43.3 Der Weg zur Transplantation ... 775
43.3.1 Medizinische Voraussetzungen ... 775
Indikationsstellung ... 775
Voraussetzungen zur Anmeldung ... 775
Gewebeverträglichkeit ... 775
Spenderkriterien ... 776
Organkonservierung ... 776
43.3.2 Ablauf im Vorfeld einer Transplantation ... 776

43.4 Vorbereitung und Durchführung der Transplantation ... 776
43.4.1 Vorbereitungen zur Narkose ... 776
Präoperative Visite ... 776
Technische Vorbereitungen ... 777

43.4.2 Maßnahmen während der Einleitung 777
Übernahme des Patienten 777
Narkoseeinleitung 777
43.4.3 Intraoperative Begleitung 778
Operative Technik 778
43.4.4 Transport 779
43.4.5 Komplikationen und Prognose 779

43.5 Leseservice 779

44 Anästhesie in der Gynäkologie und Geburtshilfe 782
Gabriele Stolecki

44.1 Übersicht über den Fachbereich 782

44.1.1 Häufig durchgeführte Operationen 782
44.1.2 Häufig durchgeführte Narkoseverfahren .. 782

44.2 Besonderheiten in der Gynäkologie ... 782

44.2.1 Prämedikation 782
44.2.2 Mamma-Operationen 782
44.2.3 Laparoskopische Eingriffe 783
44.2.4 Lagerungen 783
Steinschnittlagerung 783
Trendelenburg-Lagerung 783
Kombination aus beiden Lagerungsarten 783

44.3 Besonderheiten in der Geburtshilfe ... 784

44.3.1 Physiologie der Schwangerschaft 784
44.3.2 Pathophysiologie der Schwangerschaft ... 784
Vena-cava-Kompressionssyndrom (Hypotensives Syndrom) 784
Schwangerschaftsinduzierte Hypertonie (SIH, früher EPH-Gestose) 784
Präpartale Blutungen 785
Fruchtwasserembolie 786
PONV 786

44.4 Fallbeispiel: Geplante Zwillingssectio . 786

44.4.1 Notwendigkeit und Ziel des Eingriffs 786
44.4.2 Probleme und Ängste der Patientin 786
44.4.3 Schwierigkeiten bei Narkose und Operation 787
44.4.4 Vorbereitung zur Narkose 787
Technische Vorbereitungen 787
Vorbereitung der Patientin 787
44.4.5 Maßnahmen während der Einleitung 788
44.4.6 Intraoperative Begleitung 788
Erstversorgung der Neugeborenen 788
44.4.7 Maßnahmen zur Ausleitung 788
44.4.8 Aufwachraum 789

44.5 Leseservice 789

45 Anästhesie in der Pädiatrie 792
Susanne Horn-Püschel, Michael Klatthaar

45.1 Übersicht über den Fachbereich 792

45.1.1 Häufig durchgeführte Operationen und Untersuchungen 792
45.1.2 Häufig durchgeführte Narkoseverfahren .. 792

45.2 Besonderheiten in der Pädiatrie 792

45.2.1 Grundsätze für die pflegerische Betreuung von Kindern 792
45.2.2 Anatomische, physiologische und psychische Besonderheiten 792
Regulieren und Sichern der Atmung 792
Regulieren und Sichern der Herz-Kreislauf-Situation 793
Regulieren und Sichern der Körpertemperatur . 793
Regulieren und Sichern des Flüssigkeitshaushalts 794
Berücksichtigen der kindlichen Situation 794

45.3 Fallbeispiel: Stomarückverlegung bei einem Säugling 795

45.3.1 Notwendigkeit und Ziel des Eingriffs 795
45.3.2 Schwierigkeiten bei Narkose und Operation 795
45.3.3 Vorbereitung zur Narkose 795
Vorbereitung zur Atemwegssicherung 795
Vorbereitung zur Herz-Kreislauf-Überwachung 796
Vorbereitung von Infusionen 796
Vorbereitung von Medikamenten 796
Vorbereitung zur Temperaturregulation 796
Vorbereitung zur Regulierung der Ausscheidung 796
45.3.4 Maßnahmen während der Einleitung 796
Überwachung 796
Einleitung 797
Venöser Zugang 797
Intubation und Magensonde 797
ZVK 797

45.3.5 Intraoperative Begleitung ... 797
Flüssigkeitshaushalt ... 797
Hypoglykämie ... 797
Hypothermie ... 797
45.3.6 Maßnahmen zur Ausleitung ... 797
Sicherung der Atmung ... 798
Herz-Kreislauf-Funktion ... 798
Körpertemperatur ... 798
45.3.7 Aufwachraum ... 798
Drainagen ... 798
Flüssigkeits- und Blutverluste ... 798
ZVK und periphere Zugänge ... 799
Sturzgefahr ... 799
Analgesie ... 799
Verlegung ... 799

45.4 Leseservice ... 800

46 Anästhesie in der Neurochirurgie ... 802
Gabriele Stolecki, Dietmar Stolecki

46.1 Übersicht über den Fachbereich ... 802
46.1.1 Häufig durchgeführte Operationen ... 802
46.1.2 Häufig durchgeführte Narkoseverfahren ... 802

46.2 Besonderheiten in der Neurochirurgie 802
46.2.1 Anatomie und Physiologie ... 802
Perfusion des Gehirns (CBF) ... 802
Intrakranieller Druck (ICP) ... 802
Zerebraler Perfusionsdruck (CPP) ... 803
46.2.2 Lagerungen in der Neurochirurgie ... 803
Lagerungsbedingte Komplikationen ... 803
46.2.3 Auswirkungen der Anästhetika auf den ICP 804
Erhöhung des ICP ... 804

46.3 Fallbeispiel: Clipping eines Aneurysmas ... 804
46.3.1 Notwendigkeit und Ziel des Eingriffs ... 805
46.3.2 Probleme und Ängste der Patientin ... 806
46.3.3 Schwierigkeiten bei Narkose und Operation ... 806
46.3.4 Vorbereitung zur Narkose ... 806
Technische Vorbereitungen ... 806
46.3.5 Maßnahmen während der Einleitung ... 807
46.3.6 Intraoperative Begleitung ... 807
46.3.7 Maßnahmen zur Ausleitung ... 808
46.3.8 Verlegung auf die Intensivstation ... 808

46.4 Leseservice ... 808

47 Anästhesie in der Augen-, Hals-Nasen-Ohren-, Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie ... 810
Peter Jäger

47.1 Übersicht über den Fachbereich ... 810
47.1.1 Häufig durchgeführte Operationen ... 810
47.1.2 Häufig durchgeführte Narkoseverfahren ... 810

47.2 Besonderheiten in der Augenchirurgie 810
47.2.1 Narkoseführung ... 810
Lokalanästhesie ... 811
Perforierende Augenverletzung ... 811
Augeninnendruck ... 811

47.3 Besonderheiten in der Hals-Nasen-Ohren-Chirurgie ... 811
47.3.1 Narkoseführung ... 811
Intubationsprobleme ... 811
Rachentamponade ... 812
Augenschutz ... 812
Reduktion der Durchblutung ... 812
Behinderung der Atmung ... 812
47.3.2 Operationen im Rachenraum ... 812
Adeno- und Tonsillektomien ... 812
Abszesse ... 812
Mikrolaryngoskopien ... 812
Tympanoplastik ... 812
Neck-Dissection ... 812
Laseroperationen ... 813

47.4 Besonderheiten in der Mund-, Kiefer und Gesichtschirurgie ... 813
47.4.1 Allgemeinanästhesie ... 813
47.4.2 Unterkieferfrakturen ... 813

47.5 Fallbeispiel: Septumkorrektur ... 814
47.5.1 Notwendigkeit und Ziel des Eingriffs ... 814
47.5.2 Schwierigkeiten bei Narkose und Operation ... 814
47.5.3 Vorbereitung zur Narkose ... 814
Material ... 814
Vorbereitung des Patienten ... 814
47.5.4 Maßnahmen während der Einleitung ... 814
47.5.5 Intraoperative Begleitung ... 815
47.5.6 Maßnahmen zur Ausleitung ... 815
47.5.7 Aufwachraum ... 815

47.6 Leseservice ... 815

48 Anästhesie in der Unfallchirurgie und Orthopädie 818
Gabriele Stolecki

48.1 Übersicht über den Fachbereich 818
48.1.1 Patientenspektrum 818
Mobilität 818
48.1.2 Häufig durchgeführte Operationen 818
TEP (totale Endoprothese) 818
TEP-Ausbau und -wechsel 818
Schenkelhalsfraktur / Humerusfraktur 818
Schulteroperationen 818
Große Wirbelsäuleneingriffe 818
Operationen am Becken 819
Operationen am Knie 819
Ambulante Operationen 819
48.1.3 Häufig durchgeführte Narkoseverfahren 819
48.1.4 Besonderheiten in den Fachgebieten 820
Eingriffe unter Blutleere an Extremitäten (Tourniquets) 820
Fremdbluteinsparungen 820

48.2 Schockraum 820
48.2.1 Lage und Ausstattung 820
48.2.2 Schockraumteam 820
48.2.3 Schnittstelle Schockraum 821
Anmeldung des Patienten 821
Übergabe des Patienten 821

48.3 Fallbeispiel: Polytrauma 822
48.3.1 Notwendigkeit und Ziel des Eingriffs 822
48.3.2 Probleme und Ängste des Patienten 822
48.3.3 Schwierigkeiten bei Narkose und Operation 822
48.3.4 Vorbereitung zur Narkose 823
48.3.5 Maßnahmen während der Einleitung 823
48.3.6 Intraoperative Begleitung 823
48.3.7 Maßnahmen zur Ausleitung 823
48.3.8 Fazit 824

48.4 Leseservice 824

Sachverzeichnis 825

Anschriften

Herausgeber

Lothar **Ullrich**
Leitender Lehrer, Fachgesundheits- und Krankenpfleger, Supervisor
Universitätsklinikum Münster
Weiterbildungsstätte für Intensivpflege & Anästhesie und Pflege in der Onkologie
Schmeddingstr. 56
48129 Münster
Deutschland

Dietmar **Stolecki**
Dipl. Berufspädagoge
St.-Johannes-Hospital Dortmund
Referat Fort- und Weiterbildung
Johannesstr. 9-17
44137 Dortmund
Deutschland

Mitarbeiter

Prof. Dr. med. Dieter **Bach**
KfH Kuratorium für Dialyse und Nierentransplantation e.V.
Martin-Behaim-Str. 20
63263 Neu-Isenburg
Deutschland

Andrea **Baermann-Parsen**
Fachkrankenschwester für Intensivpflege und Anästhesie
Klinikum Dortmund gGmbH
Klinikzentrum Nord
Münsterstr. 240
44145 Dortmund
Deutschland

Gabriele **Bartoszek, MScN**
Klinische Pflegeforschung (MScN), Fachkrankenschwester für Intensivpflege
Von-Einem-Str. 12
45130 Essen
Deutschland

Gabriele **Bast**
Logopädin
Logopädische Praxis Heymans & van Gemmeren
Westwall 170
47798 Krefeld
Deutschland

Claudia **Bieker**
Fachkrankenschwester für Intensivpflege und Anästhesie
Universitätsklinikum Düsseldorf
Bildungszentrum
Moorenstr. 5
40225 Düsseldorf
Deutschland

Ruth **Boche**
Fachgesundheits- und Krankenpflegerin für Intensivpflege und Anästhesie
Pflegespezialistin für Schmerzmanagement
Pflegedirektion Universitätsklinikum Münster
Albert-Schweitzer-Campus 1, Geb. W30,
48149 Münster
Deutschland

Prof. Dr. med. Hans-Georg **Bone**
Chefarzt des Zentrums für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie
Klinikum Vest
Behandlungszentren Knappschafts-krankenhaus Recklinghausen und Paracelsusklinik Marl
Dorstener Straße 151
45657 Recklinghausen
Deutschland

Helga **Breitbach-Snowdon**
Leitende Lehrlogopädin
Schule für Logopädie
Universitätsklinikum Münster
Kardinal-von-Galen-Ring 10
48129 Münster
Deutschland

Dr. Johanna **de Broux**
Alexianer Krefeld GmbH
Neurologische Klinik
Dießemer Bruch 81
47805 Krefeld
Deutschland

Nicole **Diekmann**
Fachkinderkrankenschwester für Intensivpflege und Anästhesie
Universitätsklinikum Düsseldorf
Bildungszentrum, Geb. 15.21
Moorenstr. 5
40225 Düsseldorf
Deutschland

Priv.-Doz. Dr. med. Björn **Ellger**
Oberarzt
Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin
Universitätsklinikum Münster
Albert-Schweitzer-Str. 33
48419 Münster

Guido **Faßbender**
Diplom-Pflegewirt (FH) und Fachkrankenpfleger für Intensivpflege und Anästhesie
Peltzer Intensivpflege GmbH
Hauptstr. 53
41366 Schwalmtal
Deutschland

Michaela **Friedhoff**
Dahler Höhe 63
45239 Essen
Deutschland

Dr. phil. Heiner **Friesacher**
Pflegewissenschaftler und Dipl.-Berufspädagoge, Fachkrankenpfleger für Intensivpflege
Freier Hochschuldozent, Autor, Herausgeber
Etelser Str. 21
27299 Langwedel
Deutschland

Markus **Görtz**
Bereichsleitung Intensivstationen
St. Rochus Hospital/Katholisches Krankenhaus Dortmund-West
Zollernstr. 40
44379 Dortmund
Deutschland

Dr. med. Antje **Gottschalk**
Universitätsklinikum Münster
Klinik u. Poliklinik für Anästhesiologie, operative Intensivmedizin und Schmerztherapie
Albert-Schweitzer-Campus 1, Geb. A1
48149 Münster
Deutschland

Kurt **Grey**
St.-Johannes-Hospital Dortmund
Johannesstr. 9-17
44137 Dortmund
Deutschland

Matthias **Grünewald (RbP)**
Dipl.-Pflegepädagoge (FH) Fachkrankenpfleger für Intensivpflege und Anästhesie
Universitätsklinikum Düsseldorf
Bildungszentrum
Moorenstr. 5
40225 Düsseldorf
Deutschland

Christian **Hackmann** (RbP)
Fachgesundheits- und Krankenpfleger für Intensivpflege und Anästhesie, Praxisanleiter
Universitätsklinikum Münster
Klinik für Anästhesiologie, operative Intensivmedizin und Schmerztherapie
Albert-Schweitzer-Campus 1, Gebäude A1
48149 Münster
Deutschland

Sabina **Hagemann**
Lehrerin für Pflege
Weiterbildungsstätte für Intensivpflege und Anästhesie und Pflege in der Onkologie
Schmeddingstr. 56
48149 Münster
Deutschland

Prof. Dr. rer. medic Hans-Joachim **Hannich**
Direktor des Instituts für Medizinische Psychologie
Ernst-Moritz-Arndt-Universität
Walther-Rathenau-Straße 48
17487 Greifswald
Deutschland

Dr. med Zoe **Heck**
St. Vinzenz-Hospital Dinslaken
Abteilung für Anästhesie, Intensivmedizin und Schmerztherapie
Dr.-Otto-Seidel-Straße 31–33
46535 Dinslaken

Dr. med. Ursula **Hein**
Oberärztin, Fachärztin für Anästhesiologie, Intensiv- und Notfallmedizin
Klinikum Fulda gAG
Universitätsmedizin Marburg – Campus Fulda
Pacelliallee 4
36043 Fulda
Deutschland

Carsten **Hermes**
Fachkrankenpfleger für Intensivpflege und Anästhesie, Betriebswirt im Gesundheitswesen (IHK)
HELIOS Klinikum Siegburg
Stationsleitung interdisziplinäre ITS, IMC + CPU Station 23
Ringstr. 49
53721 Siegburg

Susanne **Herzberg**
Fachkrankenschwester für Intensivpflege und Anästhesie
Klinikum Dortmund gGmbH
Klinikzentrum Nord
Münsterstr. 240
44145 Dortmund

Susanne **Herzog**
Pflegewissenschaftlerin (MScN)
Weißer Weg 132a
32657 Lemgo
Deutschland

Priv.-Doz. Dr. med. Jochen **Hinkelbein**
DESA
Universitätsklinikum Köln (AöR)
Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin
Kerpener Str. 62
50937 Köln
Deutschland

Rita **Hofheinz**
Krankenhausbetriebswirtin VKD
Klinikum der Universität München
PersonalEntwicklung KUM
Maistr. 11
80337 München
Deutschland

Irmgard **Hofmann**
Philosophin M.A., Pflegeethikerin, Gesundheits- und Krankenpflegerin
Terofalstr. 5
80689 München
Deutschland

Susanne **Horn-Püschel**
Fachkrankenschwester für Intensivpflege und Anästhesie
Praxisanleiterin
Weiterbildungsstätte für Intensivpflege & Anästhesie und Pflege in der Onkologie
Universitätsklinikum Münster
Schmeddingstr. 56
48129 Münster
Deutschland

Peter **Jäger**
Fachkrankenpfleger für Anästhesie und Intensivpflege
B. A. Pflege- und Gesundheitsmanagement
Kath. St. Johannes-Gesellschaft
St.-Johannes-Hospital
Johannesstr. 9-17
44137 Dortmund
Deutschland

Dr. Matthias **Jaschik**
Chefarzt der Abteilung für Anästhesie und operative Intensivmedizin
Paracelsusklinik Hemer
Breddestr. 22
58675 Hemer
Deutschland

Prof. Dr. med. Detlef **Kindgen-Milles**
Leitender Oberarzt und Ärztlicher Leiter Interdisziplinäre Operative Intensivstation
Universitätsklinikum Düsseldorf
Klinik für Anästhesiologie
Moorenstr. 5
40225 Düsseldorf
Deutschland

Michael **Klatthaar**
Fachgesundheits- u. Krankenpfleger, Praxisanleiter, Pflegdirektion
Universitätsklinikum Münster
Weiterbildungsstätte für Intensivpflege & Anästhesie und Pflege in der Onkologie
Schmeddingstr. 56
48149 Münster
Deutschland

Dirk **Knück**
Klinik Hirslanden, Stabsstelle Pflegeentwicklung
Witellikerstrasse 40
8032 Zürich
Schweiz

Monika **Korsmeier**
Diplom-Pflegepädagogin (FH)
Universitätsklinikum Münster
Weiterbildungsstätte für Intensivpflege & Anästhesie und Pflege in der Onkologie
Schmeddingstr. 56
48149 Münster
Deutschland

Prof. Dr. med. Peter **Lipfert**
Chefarzt
Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin
Sana Kliniken Düsseldorf GmbH
Urdenbacher Allee 83
40593 Düsseldorf
Deutschland

Eduard **Mathejka**
Leitender Oberarzt
Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin
Klinikum Lünen St.-Marien-Hospital GmbH
Altstadtstr. 23
44534 Lünen
Deutschland

Anne-Katrin **Mengelkamp**
Institut für Transfusionsmedizin
Alexanderstr. 6–10
44137 Dortmund
Deutschland

Dorothea **Mört**
Pflege- und Gesundheitsmanagerin (BA)
Universitätsklinikum Münster
Weiterbildungsstätte für Intensivpflege & Anästhesie und Pflege in der Onkologie
Schmeddingstr. 56
48149 Münster
Deutschland

Walter **Nagelschmidt**
Klinikum Dortmund gGmbH
Weiterbildungsstätte für Intensivpflege und Anästhesie
Beurhausstr. 40
44137 Dortmund
Deutschland

Peter **Nydahl**
UKSH, Campus Kiel, Pflegeforschung
Haus 31, Brunswicker Str. 10
24105 Kiel
Deutschland

Marina **Orzessek**
Fachgesundheits- und Krankenpflegerin für Intensivpflege und Anästhesie
Klinikum Dortmund gGmbH
Klinikzentrum Nord
Münsterstr. 240
44145 Dortmund

Univ.-Prof. Dr. med. Esther **Pogatzki-Zahn**
Universitätsklinikum Münster
Klinik u. Poliklinik für Anästhesiologie, operative Intensivmedizin und Schmerztherapie
Albert-Schweitzer-Campus 1, Geb. A1
48149 Münster
Deutschland

Prof. Dr. Benedikt **Preckel**
Department of Anesthesiology
University of Amsterdam
Meibergdreef 9
1100 Amsterdam
Niederlande

Dr. med. Alexander **Reich**
DEAA
Josephs-Hospital Warendorf
Am Krankenhaus 2
48231 Warendorf
Deutschland

Dr. med. Georg **Rellensmann**
MAE
Neonatologie, Kinderkardiologie, Päd. Intensivmedizin
Klinik und Poliklinik für Kinderheilkunde – und Jugendmedizin Allgemeine Pädiatrie – Universitätsklinikum Münster
Albert-Schweitzer-Campus 1, Geb. A1
48149 Münster
Deutschland

Elke **Roth**
Fachkrankenschwester für Intensivpflege und Anästhesie
Universitätsklinikum Münster
Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie, operative Intensivmedizin und Schmerztherapie
Albert-Schweitzer-Campus 1, Geb. A1
48149 Münster
Deutschland

Prof. Dr. med. Fred **Salomon**
Chefarzt a. D.
Trainer für Ethikberatung im Gesundheitswesen
Tulpenweg 21
32657 Lemgo
Deutschland

Daniela **Schieberle**
Stellv. Pflegedienstleitung
HELIOS Klinik Holthausen
Am Hagen 20
45527 Hattingen/Ruhr
Deutschland

Prof. Dr. Wolfgang **Schlack**
DEAA
Department of Anaesthesiology
University of Amsterdam
Meibergdreef 9
1100 Amsterdam
Niederlande

Dr. med. Michael **Schütze**
Facharzt für Neurochirurgie
Klinikum Landshut
Robert-Koch-Straße 1
84034 Landshut
Deutschland

Norbert **Schwabbauer**
Atmungstherapeut (DGP)
Universitätsklinikum Tübingen
Intensivstation 93
Otfried-Müller-Str. 10
72076 Tübingen
Deutschland

Franz **Sitzmann**
Lehrer für Pflegeberufe, Fachkrankenpfleger für Krankenhaushygiene
Sakrower Kirchweg 86a
14089 Berlin
Deutschland

Priv.-Doz. Dr. Martin **Steins**
Oberarzt Innere Medizin – Onkologie
Thoraxklinik am Universitätsklinikum Heidelberg
Amalienstr. 5
69126 Heidelberg
Deutschland

Priv.-Doz. Dr. med. Markus **Stevens**
Academisch Medisch Centrum
Afdeling anesthesiologie H1-115
Meibergdreef 9
1105 Amsterdam
Niederlande

Gabriele **Stolecki**
Fachkrankenschwester für Intensiv- und Anästhesiepflege
St. Marien-Hospital Lünen
Anästhesieabteilung
Altstadtstraße 23
44534 Lünen
Deutschland

Prof. Dr. Hans-Jürgen **von Giesen**
Facharzt für Neurologie und Neurologische Intensivmedizin
Alexianer Krefeld GmbH
Neurologische Klinik
Dießemer Bruch 81
47805 Krefeld
Deutschland

Ralf **Vonier**
Fachkrankenpfleger für Intensivpflege und Anästhesie
Klinikum Dortmund gGmbH
Klinikzentrum Nord
Münsterstr. 240
44145 Dortmund
Deutschland

Stefan **Wessel**
Gesundheits- und Krankenpfleger
DIE MOBILE Intensivpflege Köln
Alarichstr. 7
50679 Köln
Deutschland

Stefan **Wilpsbäumer**
Fachkrankenpfleger für Intensivpflege und Anästhesie, Praxisanleiter
Universitätsklinikum Münster
Weiterbildungsstätte für Intensivpflege & Anästhesie und Pflege in der Onkologie
Schmeddingstr. 56
48129 Münster
Deutschland

Thomas **Wittling**
Fachgesundheits- und Krankenpfleger für Intensivpflege und Anästhesie
Klinik für Anästhesiologie, operative Intensivmedizin und Schmerztherapie
Akute Schmerztherapie
Universitätsklinikum Münster
Albert-Schweitzer-Campus 1
48149 Münster
Deutschland

TEIL I Aufbau und Organisation von Intensivpflege und Anästhesieeinheiten

Kapitel 1

Entwicklung der Weiterbildung in der Intensivpflege und Anästhesie

1.1 Historische Entwicklung der Arbeitsfelder *42*

1.2 Aufgaben der Intensivbehandlung *42*

1.3 Fachweiterbildung in Deutschland *43*

1.4 Aktuelle Weiterbildungsverordnungen und -gesetze *45*

1.5 Leseservice *47*

1 Entwicklung der Weiterbildung in der Intensivpflege und Anästhesie

Lothar Ullrich, Dietmar Stolecki

1.1 Historische Entwicklung der Arbeitsfelder

Die heutige pflegerische und medizinische Versorgung schwerstkranker Patienten blickt auf eine Entwicklung zurück, die ihren Ursprung bereits im 19. Jahrhundert fand. Florence Nightingale legte während des Krimkrieges 1853–1857 schwer verletzte Soldaten in einem Areal zusammen, um sie besser beobachten und betreuen zu können. Somit geht sie in die Geschichte ein als erste Architektin einer Intensivstation (Lawin 1993).

Der Grundstein für die Intensiveinheiten in Deutschland wurde Anfang der 30er Jahre des vorherigen Jahrhunderts gelegt. Die Chirurgen Kirschner und Sauerbruch richteten sog. Wachstationen zur kontinuierlichen Überwachung und Pflege für Frischoperierte ein (Kirschner 1930). 1952 wurden die ersten Intensivstationen – ausgelöst durch eine Poliomyelitis-Epidemie – ins Leben gerufen. Eine große Zahl ateminsuffizienter Patienten wurde in Beatmungseinheiten zusammengefasst und von Ärzten und Studenten mit Handbeatmung durch Atembeutel (maschinelle Möglichkeiten waren noch nicht vorhanden) unterstützt. Die Mortalität der betroffenen Patienten sank daraufhin von 80 auf 25 %.

Die Ateminsuffizienz aufgrund unterschiedlicher Erkrankungen (z. B. Poliomyelitis, Tetanus, Myasthenia gravis) konnte von nun an mithilfe der Beatmungsmöglichkeit erfolgreich behandelt werden und neue „Beatmungsstationen" etablierten sich in jedem Krankenhaus. Den neuen Spezialstationen wurden neue Namen wie Intensivstationen, Intensive Care Units oder Soins Intensifs gegeben.

Im operativen Bereich ergaben sich erste Ansätze einer Intensivmedizin im heutigen Sinne in den 50er Jahren des vergangenen Jahrhunderts durch die Zusammenlegung von Frischoperierten auf sog. „Wachstationen" chirurgischer Kliniken. Die guten Erfahrungen mit einer derartigen Konzentration von Schwerkranken auf solch einer Station führten dazu, nicht nur operierte Patienten nach großen Operationen, sondern auch nicht operierte Schwerkranke auf einer Wachstation zu behandeln.

Intensivbehandlungseinheiten im heutigen Sinne wurden in den USA (Baltimore, Pittsburgh) durch den Anästhesisten Safar und in Dänemark (Aarhus) durch Poulsen installiert. Im deutschsprachigen Raum richteten Mayrhofer und Fuchsig in Wien eine Beatmungsstation als Abgrenzung zu den damals üblichen Aufwachräumen ein.

1.2 Aufgaben der Intensivbehandlung

Die Aufgaben der Intensivbehandlung definierte man in den 80er Jahren des zurückliegenden Jahrhunderts wie folgt (Lawin u. Opderbecke 1981):

„Vertiefte Erkenntnisse über pathophysiologische Abläufe, die Anwendung einer gezielten intensiven Therapie und die Entwicklung differenzierter technischer Geräte ermöglichen es heutzutage, Krankheitsbilder erfolgreich zu behandeln, die früher als hoffnungslos und keiner Therapie mehr zugänglich angesehen werden mussten. Die systematische Anwendung dieser vielfälti-

- **Unmittelbare Krankenüberwachung**
  - Überwachung des Gesamtzustandes des Patienten
  - regelmäßige Messung der Kreislauf- und Atemgrößen
    Messung der Körperausscheidungen, des Körpergewichtes, Erstellung der Flüssigkeitsbilanz
- **Überwachung des Monitoring und Überwachung der von Monitoren aufgezeichneten Daten**
- **Entnahme von Proben für mikrobiologische Untersuchungen**
- **Aufzeichnung kompletter Elektrokardiogramme**
- **Grundpflege**
  - allgemeine Körperpflege, Lagerung und Lagewechsel
  - allgemeine Physiotherapie
- **Spezielle Physiotherapie der Lunge**
  - tracheobronchiales Absaugen
  - Klopf- und Vibrationsmassagen des Thorax
  - Lagerungsdrainage
  - Inhalation von Aerosolen einschliesslich Beatmungsinhalation
  - intermittierendes Blähen der Lunge
  - Atemübungen
- **Durchführen der kardiopulmonalen Reanimation**
- **Assistenz bei intensivmedizinischen Eingriffen**
  - Assistenz bei Intubation, Tracheotomie, Bronchoskopie
  - Assistenz bei Einlegen von Gefäßkathetern
  - Assistenz bei elektrischer Defibrilation, Kardioversion, Stimulation
  - Assistenz bei Anlegen einer Pleuradrainage
  - Assistenz bei Herzbeutelpunktion
- **Ausführung und Überwachung von Intensivbehandlungsmaßnahmen**
  - Überwachung und Pflege von Gefäßkathetern, Drainagen, Sonden
  - Überwachung und Pflege von Blasenkathetern
  - Überwachung und Pflege bei Intubation und Tracheotomie
  - Ausführung und Überwachung der Infusionsbehandlung und Medikamentenzufuhr
  - Ausführung und Überwachung der künstlichen Ernährung
  - Ausführung und Überwachung der Sauerstofftherapie und Aerosolbehandlung
  - Bedienung der Respiratoren und Überwachung und Pflege des Patienten während der Beatmung
  - Bedienung der Dialysatoren und Überwachung und Pflege des Patienten während der Dialysebehandlung
  - Ausführung und Überwachung der Wiedererwärmung
  - Ausführung der Oberflächenkühlung und Überwachung und Pflege des Patienten während der kontrollierten Hypothermie
- **Erstellung der Überwachungsprotokolle**
- **Durchführung dere Sterilisationsprogramme und der Maßnahmen zur Desinfektion**

Abb. 1.1 Aufgabenkatalog für Intensivschwestern und Intensivpfleger (1980). Verantwortungsbereich der Pflegenden fiel neben der Durchführung der Intensivpflegemaßnahmen und der klinischen und apparativen Überwachung auch die Assistenz bei der Ausführung der Intensivbehandlungsmaßnahmen.

Tab. 1.1 Einteilung von Intensivstationen nach medizinischen Fachgebieten, Sonderaufgaben und Aufgabenschwerpunkte (Differenzierungen und Überschneidungen sind durchaus möglich).

medizinisches Fachgebiet	Sonderaufgaben	Aufgabenschwerpunkt
• operativ-anästhesiologisch	• Einheiten für schwer Brandverletzte	• Intensivtherapie
• internistisch-neurologisch	• Entgiftungseinheiten	• Intensivobservation
• pädiatrisch	• Dialysezentren • Einheiten für Querschnittsgelähmte	•

gen neuen therapeutischen Möglichkeiten bei lebensbedrohlichen Situationen umschließt den Begriff der Intensivbehandlung. Intensivbehandlung bedeutet: Anwendung aller therapeutischen Möglichkeiten zum temporären Ersatz gestörter oder ausgefallener vitaler Organfunktionen bei gleichzeitiger Behandlung des diese Störung verursachenden Grundleidens.“

1.2.1 Aufgabenkatalog der Pflegenden

Dieselben Autoren betonten schon damals die Einbeziehung der Krankenschwester und des Krankenpflegers in das Team als verantwortliche Mitarbeiter des Arztes. Für sie beinhaltete der Begriff „Intensivpflege“ daher *„… die Notwendigkeit und Voraussetzungen der individuellen und apparativen Intensivüberwachung durch das Pflegepersonal.“* (ebd.)

In ihren Verantwortungsbereich fiel somit neben der Durchführung der intensivpflegerischen Maßnahmen und der klinischen und apparativen Überwachung auch die Assistenz bei der Ausführung der Intensivbehandlungsmaßnahmen. Der vielfältige Tätigkeitsbereich von Intensivpflegenden wird anhand eines Aufgabenkataloges (Schuster) aus dem Jahr 1980 deutlich (▶ Abb. 1.1).

Vernachlässigt und wenig berücksichtigt wurde im Aufgabenfeld das Eingehen auf die psychosozialen Bedürfnisse des Patienten. Die Intensivpflege richtete sich sehr einseitig auf die technisch-naturwissenschaftlichen Aspekte der Medizin aus mit einer Betonung der Überwachungs- und Assistenzaufgaben.

▶ **Organisationsformen.** Verschiedene Organisationsformen etablierten sich im Laufe der Zeit und lassen sich wie in ▶ Tab. 1.1 dargestellt unterteilen.

1.2.2 Entwicklungen in der Anästhesie

Die Assistenz bei Operationen und Narkosen wurde bereits im Preußischen Erlass von 1906 als Prüfungsgegenstand und daher auch in das damalige Amtliche Krankenpflegelehrbuch von 1909 aufgenommen. Durch Übernahme von immer mehr Aufgaben während einer Narkose entwickelte sich allmählich die sog. „Schwesternnarkose“ in Deutschland. Nach dem 2. Weltkrieg wurde diese zunehmend hinterfragt.

Abb. 1.2 Historischer OP-Saal. (Dietmar Stolecki)

Parallel zum Entwicklungsprozess in der Intensivmedizin entstanden neue, immer aufwendigere Anästhesieverfahren, die im Hinblick auf die stürmische Entwicklung der chirurgischen Eingriffe notwendig wurden (▶ Abb. 1.2).

Die Anästhesie wurde nicht mehr von einem chirurgischen Assistenten oder einer „Narkoseschwester“ durchgeführt, sondern von einem speziell hierzu ausgebildeten Anästhesisten. Auch hier wurde die Forderung nach einer qualifizierten Assistenz für diesen Aufgabenbereich sehr schnell von der Deutschen Gesellschaft für Anästhesie und Wiederbelebung artikuliert. *„Eine Anästhesieabteilung kann nur dann optimal arbeiten, wenn neben dem ärztlichen Personal eine ausreichende Menge nicht ärztliches Assistenzpersonal zur Verfügung steht … Den Schwestern bzw. Pflegern einer Anästhesieabteilung fallen mannigfaltige Aufgaben zu, die eine besondere Qualifikation und Ausbildung erfordern“* (Herden u. Lawin 1973).

1.3 Fachweiterbildung in Deutschland

1.3.1 Entwicklung in der BRD

Verbunden mit der rasanten Entwicklung der Anästhesie und Intensivmedizin in den 60er Jahren des vergangenen Jahrhunderts gab es in der damaligen Bundesrepublik Deutschland Überlegungen, Pflegepersonal speziell für diese Bereiche zu schulen. Die ersten Ansätze einer Fachausbildung wurden auf Initiative von Medizinern durch die damalige Oberschwester Therese Valerius (Gründungsvorsitzende der Deutschen Gesellschaft für Fachkrankenpflege e. V., DGF) am Institut für Anästhesiologie der Universitätsklinik Mainz **1964** klinikintern umgesetzt.

Erste Vorschläge für eine Weiterbildungsordnung, zunächst für 1-jährige Kurse, veröffentlichte die damalige „Deutsche Gesellschaft für Anästhesie und Wiederbelebung“ (DGAW). In der Präambel der „Stellungnahme zur Ausbildung von Schwestern und Pflegern für den Anästhesiedienst und die Intensivpflege“ heißt es u. a.:

„Auf allen Gebieten der Medizin fordert die Entwicklung in zunehmendem Umfang

qualifizierte Mitarbeiter mit Spezialkenntnissen. Es ist ein gemeinsames Anliegen der Ärzte, der Krankenschwestern und der Krankenpfleger, dem ärztlichen Hilfspersonal eine den heutigen Bedürfnissen entsprechende Spezialausbildung zu ermöglichen.

Wegen des Umfangs des Stoffes können Schwestern und Pflegern diese Kenntnisse und Erfahrungen nicht in Kursen oder Kurzlehrgängen vermittelt werden. Sie benötigen eine systematische Ausbildung während eines längeren Zeitraumes in Ausbildungsstätten, die sich dieser Aufgabe planmäßig unterziehen" (DGAW 1969).

1971 publizierte die gleiche Gesellschaft eine „Stellungnahme zur Schaffung des Berufsbildes einer Fachschwester/eines Fachpflegers für Anästhesie und Intensivpflege". Parallel hierzu veröffentlichte die Deutsche Krankenhausgesellschaft (DKG 1971) „Empfehlungen für die Weiterbildung zur Fachkrankenschwester bzw. zum Fachkrankenpfleger".

DKG-Empfehlung vom 16.11.1976

Die unterschiedlichen Weiterbildungskonzeptionen wurden daraufhin in einer Arbeitsgruppe aus ärztlichen und pflegerischen Vertretern unter Federführung der DKG diskutiert und mündeten in die DKG-Empfehlung vom 16.11.1976 („Muster für eine landesrechtliche Ordnung der Weiterbildung und Prüfung zu Krankenschwestern, Krankenpflegern und Kinderkrankenschwestern in der Intensivpflege").

Wichtige Aspekte der Form, Dauer und Gliederung dieser bis weit in die 90er Jahre gültigen Empfehlung, die in vielen alten Bundesländern als Richtlinie galt, sahen wie folgt aus:

- 2-jähriger, berufsbegleitender Lehrgang
- Wahlmöglichkeit des Schwerpunktbereiches
  - Anästhesie und Intensivmedizin
  - Innere Medizin und Intensivmedizin
  - Pädiatrie und Intensivmedizin
- theoretischer Unterricht von 240 Stunden
- praktischer Unterricht und Praxisgespräch von 480 Stunden

Im theoretischen Unterricht dominierten in Anlehnung an die zur damaligen Zeit gültige Auffassung von Intensivpflege medizinische, technische und pharmakologische Schwerpunkte (▶ Tab. 1.2).

Tab. 1.2 Aufteilung des theoretischen Unterrichts (280 Stunden) nach dem „Muster für eine landerechtliche Ordnung der Weiterbildung und Prüfung zu Krankenschwestern, Krankenpflegern und Kinderkrankenschwestern in der Intensivpflege" der DKG 1976.

Fächer	Stundenzahl
Fächer im 1. Weiterbildungsjahr	
• Grundlagen der Intensivmedizin	30
• pflegerische und therapeutische Maßnahmen in der Intensivmedizin	70
• anthropologische, pädagogische, psychologische und soziologische Aspekte in der Intensivmedizin	10
• rechtliche, organisatorische und betriebswirtschaftliche Aspekte in der Intensivmedizin	10
Fächer (Stundenzahl) im 2. Weiterbildungsjahr je nach Schwerpunkt	
I. Anästhesie und Intensivmedizin	
• Grundlagen der Allgemein- und Lokalanästhesie	100
• Grundlagen der postoperativen Komplikationen und ihrer Behandlung	10
II. Innere Medizin und Intensivmedizin	
• besondere organisatorische, psychologische, hygienische und rechtliche Fragen der Anästhesie	10
• spezielle Kenntnisse über Pathogenese, pathologische Anatomie, Pathophysiologie, Symptomatik, Diagnostik, Pflege-, Überwachungs- und Behandlungsmethoden bei internen Erkrankungen, welche der intensivmedizinischen Versorgung bedürfen	100
• spezielle Kenntnisse in der Pharmakologie und in den Grundlagen der Toxikologie	10
III. Pädiatrie und Intensivmedizin	
• spezielle Kenntnisse in der Stoffwechselregulation, Ernährungslehre und Diätetik	10
• spezielle Kenntnisse über Pathogenese, pathologische Anatomie, Pathophysiologie, Symptomatik, Diagnostik, Pflege-, Überwachungs- und Behandlungsmethoden bei Erkrankungen im Kindesalter, welche der intensivmedizinischen Versorgung bedürfen	90
• spezielle Kenntnisse in der Pharmakologie und in den Grundlagen der Toxikologie	10
• spezielle Kenntnisse in der Stoffwechselregulation, Ernährungslehre und Diätetik	10
• Grundlagen der prä- und postoperativen Komplikationen und ihre Behandlung	10

1.3.2 Entwicklung in der ehemaligen DDR

Mit zunehmender Etablierung von Intensiveinheiten und Anästhesieabteilungen in der ehemaligen DDR wurden im Jahr **1968** die ersten Kurse zur „Fachschwester/-pfleger für Anästhesiologie und Intensivtherapie durchgeführt. **1983** ist hierzu ein verbindlicher Lehr- und Studienplan vom Ministerium für Gesundheitswesen verabschiedet worden.

Der Weiterbildungslehrgang baute auf das in der medizinischen Fachschulausbildung erworbene Wissen und Können und den bisherigen Erfahrungen auf. Der Lehrgang dauerte i. d. R. ein Jahr (40 Ausbildungswochen). Die Inhalte der theoretischen Lehrveranstaltungen und des Selbststudiums wurden exakt vom Ministerium mit der entsprechenden Stundenzahl vorgegeben. Mit insgesamt 214 Stunden für die Vermittlung medizinischen Wissens und einer nicht ausgewiesenen Stundenzahl für die Pflege wird die Gewichtung dieser Weiterbildung recht deutlich (▶ Tab. 1.3).

Tab. 1.3 Stundenverteilung für die Weiterbildung zur(m) Fachkrankenschwester/-pfleger für Anästhesiologie und Intensivtherapie in der DDR (1984).

Lehrgebiet	Stunden im Selbststudium	Lehrveranstaltungen
Pathophysiologie	20	40
Reanimation und Intensivtherapie	41	90
Anästhesiologie	48	84
Psychologie, Pädagogik, Soziologie	18	30
Hygiene, Betriebsökonomik	20	38
Marxismus-Leninismus	15	20
Gesamtstunden	162	320

Weiterhin mussten die Teilnehmer ein 6 Monate dauerndes Praktikum in den Schwerpunktbereichen Anästhesie und Intensivmedizin sowie einen 6-wöchigen Einsatz im Bereich „Dringliche Medizinische Hilfe“ leisten.

1.3.3 Gemeinsame Entwicklung nach der Wende

Der Prozess der zunehmenden Professionalisierung der Krankenpflege mit Beginn der 80er Jahre erforderte auch eine neue Standortbestimmung für die Weiterbildung Intensivpflege und Anästhesie. Die Inhalte und die Struktur der Weiterbildung auf der Grundlage der Empfehlungen der DKG, die weniger an den pflegefachlichen Erfordernissen als an den medizinischen Spezialkenntnissen ausgerichtet waren, wurden von daher nicht mehr als zukunftsweisend angesehen (Meyer u. Ullrich 1994). Zunehmend kritisiert wurde der rein krankheitsbezogene Ansatz, der in der Verteilung der Stundenkontingente deutlich zu erkennen ist. Diese unbefriedigende Situation für die Pflege führte zu neuen Weiterbildungs- und Prüfungsverordnungen in den meisten Bundesländern (z. B. Bremen 1992; Niedersachsen 1993; NRW 1995), die den zunehmenden Anforderungen und Ansprüchen an eine moderne Intensivpflege entsprachen. Auch die DKG novellierte ihre Empfehlungen 1998, die weiterhin in den Bundesländern Gültigkeit haben, die keine landesrechtliche Regelung besitzen (z. B. Bayern).

Die Weiterbildungsverordnungen haben mittlerweile einen deutlichen pflegerischen Schwerpunkt und orientieren sich zunehmend an den Entwicklungen der Pflegewissenschaft und -forschung. Zudem ist der theoretische Stundenanteil mit 720 Stunden länderübergreifend vereinheitlicht. Der Umfang der praktischen Weiterbildung variiert von 1200 bis 2500 Stunden Die frühere Unterteilung der fachspezifischen Schwerpunkte im Rahmen der Weiterbildung (Anästhesie und Intensivmedizin sowie Innere Medizin und Intensivmedizin bzw. Pädiatrie und Intensivmedizin) wurde ganz oder teilweise (DKG) aufgehoben. Zunehmend weisen die Intensiveinheiten in den Krankenhäusern interdisziplinäre Strukturen auf, sodass eine Trennung in operative und konservative Intensivpflege als nicht mehr zeitgemäß erschien.

1.4 Aktuelle Weiterbildungsverordnungen und -gesetze

Der Weiterbildung kommt heutzutage eine tragende Bedeutung in der Qualitätssicherung zu, da sie einen entscheidenden Beitrag zur zeitnahen Vermittlung und Aneignung der notwendigen Kompetenzen für den Arbeitsbereich „Intensivpflege und Anästhesie“ leistet. Trotz der im Detail unterschiedlichen Rahmenbedingungen in den Weiterbildungslehrgängen der Länder werden alle staatlich geregelten Fachweiterbildungen wechselseitig anerkannt.

Modularisierung ist eine Strategie, um zukünftige Entwicklungen im Arbeitsfeld in die Bildungsprogramme zeitnah einfließen zu lassen und die erworbenen Abschlüsse in anderen Bereichen des Bildungssystems weiter nutzen zu können. Ein Modul ist als „eine in sich abgeschlossene Lerneinheit einschließlich Leistungsprüfung“ definiert. Umgesetzt wurde dies in der reformierten Weiterbildungs- und Prüfungsordnung für Pflegeberufe des Landes NRW (2009) und die Modularisierung ist mittlerweile auch in vielen anderen staatlichen Regelungen wiederzufinden.

So verteilen sich in der aktuellen Weiterbildungsverordnung NRW 12 Module auf 4 übergeordnete Lernbereiche (▶ Tab. 1.4). Jedes Modul wird mit einer benoteten Modulprüfung abgeschlossen und mit einer bestimmten Anzahl an Credit Points (Europäisches System zur Anrechnung von Studienleistungen – bezeichnet den Arbeitsaufwand der Teilnehmer) bewertet. Somit fließen die im Lehrgang absolvierten lehrgangsbegleitenden Prüfungsanteile stärker in die Gesamtnote ein. Zur Verdeutlichung

Tab. 1.4 Lernbereiche und Module in der Weiterbildung Intensivpflege und Anästhesie (WBVO-Pflege-NRW 2009*, S. 944).

Bezeichnung		Std.	Credits	Praxis
Lernbereich 1	**Fallsteuerung im Sinne von Bezugspflege**			
Modul 1.1	Beziehungsgestaltung	70	10	300 Std.
Modul 1.2	Fallsteuerung	60	10	300 Std.
Lernbereich 2	**Professionelles Handeln in komplexen Pflegesituationen mit ...**			
Modul 2.1	bewusstseins-, wahrnehmungs- und entwicklungsbeeinträchtigten Menschen	80	10	260 Std.
Modul 2.2	atmungsbeeinträchtigten Menschen	60	10	180 Std.
Modul 2.3	herzkreislaufbeeinträchtigten Menschen	50	10	180 Std.
Modul 2.4	abwehrgeschwächten und an Infektionen leidenden Menschen	40	5	160 Std.
Modul 2.5	bewegungsbeeinträchtigten Menschen	40	5	160 Std.
Modul 2.6	Menschen mit Beeinträchtigung der Ernährung, der Ausscheidung und des Stoffwechsels	40	5	160 Std.
Modul 2.7	im prä-, intra- und postoperativem Umfeld	80	10	180 Std.
Lernbereich 3	Prozesssteuerung			
Modul 8.1	Projektmanagement	70	10	110 Std.
Modul 8.2	Personalführung und -anleitung	70	10	110 Std.
Lernbereich 4	**Steuerung des eigenen Lernens**			
Modul 9.1	eigene Lernwege gestalten	60	5	
	praktische Prüfung		10	
	mündliche Prüfung		10	
	Summe	720	120	2100

* In der Weiterbildungs- und Prüfungsverordnung für Pflegeberufe des Landes NRW (WBVO-Pflege-NRW 2009) entspricht ein ECTS-Credit einem Workload eines Teilnehmers von 28,5 Stunden. 720 Stunden Unterricht + 2100 praktische Tätigkeit + 600 Stunden Prüfungsvorbereitung = 3 420 Stunden.
Der ECTS-Berechnung wird grundsätzlich eine durchschnittliche jährliche Arbeitszeit von 1800 Stunden zugrunde gelegt (= 60 Credits pro Jahr).

Tab. 1.5 Modul Professionelles Handeln in komplexen Pflegesituationen mit atmungsbeeinträchtigten Menschen aus der Weiterbildungs- und Prüfungsverordnung für Pflegeberufe des Landes NRW, (WBVO-Pflege-NRW 2009, S. 915).

Lernbereich II	Professionelles Handeln in komplexen Pflegesituationen
Modul 2.2	Professionelles Handeln in komplexen Pflegesituationen mit atmungsbeeinträchtigten Menschen
Modulbeschreibung	Die Weiterbildungsteilnehmer entwickeln in komplexen Pflegesituationen mit atmungsbeeinträchtigten Menschen invasive und nicht invasive Strategien der Be-/Atmung und des Weanings sowie Präventivmaßnahmen, wenden diese an und werten sie aus. Sie nutzen dazu Erkenntnisse aus der Pflegewissenschaft und relevanten wissenschaftlichen Bezugsdisziplinen und bringen diese problemlösend im interprofessionellen Team ein. Sie sind in der Lage, auf Basis detaillierter Fachkenntnisse der Atemfunktionen und der Medizintechnik verantwortlich bei intensivmedizinischen Interventionen mitzuwirken und in kritischen Situationen selbständig Sofortmaßnahmen einzuleiten, durchzuführen und zu koordinieren.
Credits/ Stunden	10 Credits, 60 Std. Theorie, davon 8 Std. Selbststudium
Lernergebnisse	Die Weiterbildungsteilnehmer • handeln in Situationen mit atmungsbeeinträchtigten Menschen auf Basis detaillierter Fachkenntnisse der Physiologie und Pathophysiologie sowie aktueller (pflege-)wissenschaftlicher Erkenntnisse. • wenden Methoden der klinischen und apparativen Atemüberwachung an, werten die ermittelten Parameter auf Basis detaillierter Fachkenntnisse aus und nutzen sie unter Hinzuziehung weiterer relevanter Informationen zu einer differenzierten Situationsanalyse. • gestalten selbständig die Vor- und Nachbereitung diagnostischer und therapeutischer Verfahren und assistieren zielgerichtet auch in kritischen Situationen unter Beachtung hygienischer, ökonomischer und organisatorischer Erfordernisse. • wirken bei der medizinischen Therapie und der Anwendung von Medizinprodukten zur Unterstützung der Atemfunktionen verantwortlich mit und leiten in unvorhergesehenen und kritischen Situationen begründet und zielgerichtet Änderungen in Kooperation mit dem Arzt ein. • entwickeln fall- und situationsorientiert Strategien zur apparativen und nicht apparativen Unterstützung und Förderung der Atmung, gestalten gezielt das Weaning vom Respirator und werten die Wirkung des medizinisch-pflegerischen Angebotes aus. • planen selbständig präventive Pflegemaßnahmen bei beatmeten und nicht beatmeten Menschen, führen sie fall- und situationsorientiert durch und werten sie aus. • nutzen Möglichkeiten einer gesundheitsfördernden und Lebensqualität sichernden Gestaltung des Umfelds von atmungsbeeinträchtigten Menschen.
Inhalte	• Physiologie und Pathophysiologie des Atmungssystems • klinische, laborchemische und apparative Überwachung der Atmungsfunktion • Intensivtherapie zur Unterstützung der Atmung und Atemfunktion • Grundlagen der Beatmung, Konzepte der invasiven u. nicht invasiven Beatmung, Weaningkonzepte • Konzepte der Atemschulung, der pharmakologischen und physikalischen Atemtherapie, des Lagerungsmanagements • pflegetherapeutische Maßnahmen im Zusammenhang mit invasiver und nicht invasiver Atemunterstützung, z. B. endotracheales Absaugen, Versorgung von Tracheostoma • fallorientierte Intensivpflege am Beispiel komplexer Handlungssituationen unter Einbezug des gesamten Hilfesystems, z. B.: ◦ das Frühgeborene mit Atemnotsyndrom ◦ der Patient mit akutem Lungenversagen ◦ der Patient mit schwierigem Weaning ◦ der langzeitbeatmete Patient im häuslichen Umfeld

zeigt ▶ Tab. 1.5 exemplarisch ein Modul aus dieser Verordnung.

Innerhalb der Module werden von den Weiterbildungseinrichtungen einzelne Lernsituationen formuliert, die das Handlungsfeld der Teilnehmer abbilden und als strukturierendes Element für die Unterrichtsgestaltung genutzt werden (▶ Abb. 1.3). Somit setzt sich ein Modul aus mehreren Lernsituationen und dem dazugehörigen fachsystematischen Unterricht zusammen.

1.4.1 Perspektiven der Weiterbildung

Die Inhalte einer Weiterbildung in der Intensivpflege und Anästhesie, die die Pflegenden heute und in Zukunft auf geplantes pflegefachliches Handeln und auf die subjektive Bewältigung der speziellen Belastungsfaktoren in der Intensivpflege vorbereiten, sollten bestimmten Anforderungen genügen. Hierzu gehören

- die Vermittlung der fachlichen Grundlagen der Pflege (insbesondere Intensivpflege) sowie der Intensivmedizin und Anästhesie auf dem aktuellen Stand der Wissenschaft und Erfahrung,
- die Erweiterung der notwendigen personalen, sozialen und methodischen Kompetenz sowie der Schulung der Reflektionsebene der Pflegenden zur Bewältigung von Belastungssituationen,
- die Vermittlung von berufsunabhängigen Qualifikationen, wie z. B. das ständige Weiterlernen der Absolventen, motivieren und trainieren sowie die Fähigkeit zur Auseinandersetzung mit wissenschaftlicher Literatur.

Erfolgreich abgeschlossene Fachweiterbildungen eröffnen mittlerweile den Zugang zu einer Vielzahl von Studiengängen ohne Abitur. Eine Übersicht über pflegebezogene Studiengänge (Friesacher 2013) zeigt auf, dass erste Studiengänge entwickelt wurden, in denen Pflegeexpertisen für spezielle Aufgabenfelder entwickelt werden kann. An einigen Hochschulen besteht die Möglichkeit, sich im Sinne von *Advanced Nursing Practice* für die patien-

„Vital stabile, beatmete Patienten pflegen“
Exemplarische Lernsituation aus dem Modul 2.2

Beschreibung der Lernsituation		Wenn ein Patient beatmet werden muss, bedeutet dies eine gravierende Änderung seiner Situation: Er kann sich nur eingeschränkt äußern und ist fast vollständig von anderen Menschen und Apparaten abhängig. Das Risiko für Komplikationen steigt sprunghaft an. Die Aufgabe der Pflegenden ist es, die Situation für den Patienten erträglich zu machen, die Abhängigkeit möglichst schnell zu reduzieren und Komplikationen zu vermeiden. Im Vordergrund stehen die Überwachung der Atmung und Beatmung, die Anwendung der Beatmungsformen und pflegerische Maßnahmen zur Vermeidung von Komplikationen und zur Verbesserung der Atemfunktion. Die Vorbereitung und Assistenz bei der Intubation und die Durchführung der Extubation sind ebenfalls Bestandteile der Lernsituation.	
Lernergebnisse		**Diese Lernsituation unterstützt die Erzielung der Lernergebnisse a, b, c, d, f, g**	
Nummer	**Stunden**	**Inhalte Fachgesundheits- und Krankenpflege**	**Inhalte Fachgesundheits- und Kinderkrankenpflege**
2.2.3.1	**2**	**Klinische und apparative Überwachung der Atmung (II)** • Einschätzen der Atemqualität: Anpassung der Beatmung an die Eigenatmung • Kapnometrie • Überwachungsparameter am Respirator	
2.2.3.2	**2**	**Intubation/Extubation** • Arten der Intubation • Vorbereitung, Material, Durchführung • komplikationen • Extubation	
2.2.3.3	**2**	**Grundsätzliche Aspekte der Beatmung** • Unterschied: Spontanatmung – Beatmung – Ziele der Beatmung – (Ventilation/Perfusion, Druck-/Volumenbeziehung, Compliance/Resistance, Atemarbeit) – Einteilung der Beatmungsformen: spontan, assistiert, kontrolliert	
2.2.3.4	**2**	**Beatmungsformen** • Kontrollierte Beatmung: druck- und volumenkontrolliert • Assistierende Beatmungsformen: BIPAP, BIPAP assist, PSV, SIMV	**Beatmungsformen** • Kontrollierte Beatmung • Assistierende Beatmungsformen: SIMV, PSV, SIMV DU, SIMV VG, …
2.2.3.5	**4**	**Spezielle Aspekte bei der Pflege beatmeter Patienten** • Tubusfixierung • Aspirationsschutz und Cuffdruckkontrolle • Endotracheales Absaugen • Lagerung • Nasenpflege/Mundpflege • Wahrnehmung/Kommunikation • Atemgasklimatisierung • Prävention beatmungsassoziierter Pneumonien	**Spezielle Aspekte bei der Pflege beatmeter Patienten** • Tubusfixierung • Aspirationsschutz und Cuffdruckkontrolle • Endotracheales Absaugen • Lagerung • Nasenpflege/Mundpflege • Wahrnehmung/Kommunikation • Atemgasklimatisierung • Inhalation • Prävention beatmungsassoziierter Pneumonien

Abb. 1.3 Exemplarische Lernsituation „Vital stabile, beatmete Patienten pflegen“ aus dem Modul 2.2.

tennahe Versorgung mit dem Schwerpunkt Intensivpflege zu spezialisieren (Wohlgehagen et al. 2014). Mit dem Erwerb erweiterter Kompetenzen kann selbständiges Arbeiten und Entscheiden gefördert werden – trotz juristischer und sozialökonomischer Widerstände.

Vor dem Hintergrund der sich ständig wandelnden Anforderungen in den praktischen Einsatzbereichen können somit Voraussetzungen geschaffen werden, um ein hohes Qualitätsniveau und die notwendige Flexibilität von Pflegenden zukünftig zu sichern.

1.5 Leseservice

1.5.1 Literatur

Busch J, Wohlgehagen J. Nationale und europäische Weiterbildungen für die Intensivpflege. intensiv 2014; 22: 145–150

Deutsche Krankenhausgesellschaft. Muster für eine landesrechtliche Ordnung der Weiterbildung und Prüfung zu Krankenschwestern, Krankenpflegern und Kinderkrankenschwestern in der Intensivpflege – Empfehlung vom 16. November 1976. Krankenhaus 1976; 68: 439–446

Deutsche Krankenhausgesellschaft. DKG-Empfehlung zur Weiterbildung für Krankenpflegepersonen in der Intensivpflege. Krankenhaus 1988; 90: 537–543 und 608–617

Friesacher H. Pflege in lebensbedrohlichen Situationen: Intensivpflege. In: Rennen-Allhoff B, Schaeffer D. Handbuch Pflegewissenschaft. Weinheim: Juventa; 2000

Friesacher H. Studienmöglichkeiten in der Pflege. intensiv 2013; 21: 314–324

Herden HN, Lawin P. Anästhesie-Fibel. Stuttgart: Thieme; 1973

Kirschner M. Zum Neubau der chirurgischen Universitätsklinik Tübingen. Chirurg 1930; 2: 54

Lange R, Heinen F, Güttler K. Fachweiterbildung Intensivpflege – Luxus oder Notwendigkeit? intensiv 1994; 2: 117

Lawin P. Geleitwort. intensiv 1993; 1: 1

Lawin P, Opderbecke HW. Organisation der Intensivmedizin. In: Lawin P. Praxis der Intensivbehandlung. 4. Aufl. Stuttgart: Thieme; 1981

Lawin P, Opderbecke HW. Organisation der Intensivmedizin. In: Lawin P. Praxis der Intensivbehandlung. 6. Aufl. Stuttgart: Thieme; 1993

Meyer G, Ullrich L. Entwicklung und Perspektiven der Weiterbildung in der Intensivpflege. intensiv 1994; 2: 67

Ministerium für Gesundheitswesen der DDR. Ausbildungsdokument Fachschwester/-Pfleger für Anästhesiologie und Intensivtherapie. Potsdam; 1984

Schuster HP. Systematik und Aufgaben der Intensivmedizin. In: Schuster H P et al. Intensivmedizin. 2. Aufl. Stuttgart: Thieme; 1980

Stolecki D. Ist Weiterbildung ein qualitatives Steuerungsinstrument? intensiv 2003; 11: 238

Stolecki D, Mayer R. Entwicklung der Fachweiterbildung – Rückblick, Ausblick. intensiv 1996; 4: 190

Ullrich L, Stolecki D, Grünewald M, Hrsg. Thiemes Intensivpflege. Stuttgart: Thieme; 2005

Weiterbildungs- und Prüfungsverordnung zu Fachkrankenschwestern,-pfle-

gern, Fachkinderkrankenschwestern und -pflegern in der Intensivpflege und Anästhesie. Gesetz- und Verordnungsblatt für das Land NRW – Nr. 33 vom 28.04.1995

Weiterbildungs- und Prüfungsverordnung für Pflegeberufe des Landes NRW (WBVO-Pflege-NRW). Gesetzes- und Verordnungsblatt für das Land NRW – Nr. 43 vom 15.12.2009, S. 903–948

Wohlgehagen J. Lehwaldt D. Jenztsch M. Advanced Nursing Practice in Critical Care (ANP-CC). intensiv 2014; 22: 151–158

Kapitel 2

Arbeitsfeld Intensivstation und Anästhesie

2.1	Tätigkeitsfelder von Pflegenden in Intensiv- und Anästhesieabteilungen	*50*
2.2	Personalbedarf einer Intensivstation	*56*
2.3	Personalmanagement	*60*
2.4	Rechtliche Grundlagen	*63*
2.5	Intrahospitaltransport	*66*
2.6	Leseservice	*70*

2 Arbeitsfeld Intensivstation und Anästhesie

Carsten Hermes, Dietmar Stolecki, Lothar Ullrich

2.1 Tätigkeitsfelder von Pflegenden in Intensiv- und Anästhesieabteilungen

Dietmar Stolecki, Lothar Ullrich

Mit der zunehmenden Differenzierung und Spezialisierung in der Medizin hat Pflege im Laufe der Jahre eine immer bedeutsamere Rolle übernommen und längst dazu beigetragen, dass Patienten mit inzwischen hoch komplexen Krankheitsbildern sowohl im OP unter anästhesiologischen Bedingungen als auch auf der Intensivstation sicher und kompetent versorgt werden können.

So gut die Möglichkeiten der gesamttherapeutischen Versorgung heute auch sind, so sehr findet sich in diesem System eine Mischung verschiedener Probleme:

- Da parallel zu den Krankheitsbildern auch der Grad der Technisierung enorm gestiegen ist, müssen sich alle Beteiligten bewusst machen, dass unverändert der Mensch als Patient im Mittelpunkt des Handelns steht. Der Grat zwischen Patientenignorierung und -orientierung kann sehr schmal sein.
- Die Qualität der therapeutisch-pflegerischen Unterstützung des Patienten ist abhängig von einer guten Abstimmung aller am Versorgungsprozess beteiligten Personen. Schnelle und zielführende Informationen sowie die Bestimmung zeitlicher Reihenfolgen von Maßnahmen im therapeutischen Team sollten demnach stringent geregelt sein, um eine bestmögliche Versorgung zu gewährleisten.
- Die verschiedenen Berufsgruppen weisen sehr unterschiedliche Kompetenzen auf und müssen folgerichtig in den Handlungssequenzen berücksichtigt werden. Dieser Skillmix erfordert demnach geeignete Führungsmethoden, sodass ein kompetenzorientierter Einsatz des Personals erfolgt.
- Darüber hinaus müssen angelegte Kompetenzen der Mitarbeiter in beiden Tätigkeitsfeldern sukzessive weiter entwickelt werden im Sinne eines lebenslangen Lernprozesses. Unzureichende Kompetenz kann sonst zum Gefährdungspotential werden. Damit sind hohe Anforderungen an alle Mitglieder des gesamten Teams gestellt.

2.1.1 Berufliche Handlungskompetenz

Für jede berufliche Tätigkeit sind spezielle Schlüsselqualifikationen erforderlich, um die beruflichen Herausforderungen gestalten zu können. In diesem Kontext steht der moderne Bildungsbegriff für den lebensbegleitenden Entwicklungsprozess des Menschen, in dem er seine kulturellen, geistigen und lebenspraktischen Fähigkeiten mitsamt seinen sozialen und personalen Kompetenzen erweitern kann.

Die Schlüsselqualifikationen werden durch verschiedene Kompetenzen konkretisiert. Dazu gehören Fach-, Methoden-, psychosoziale und personale Kompetenz. Um eine konkrete Handlung auszuführen, benötigt ein Mitarbeiter immer mehrere Schlüsselqualifikationen bzw. Anteile von ihnen. Handlungskompetenz ergibt sich demnach aus der Summe verschiedener Kompetenzen. Pflegerische Interventionen in den Tätigkeitsfeldern von Intensivstation und Anästhesie bedingen eine sehr differenzierte Betrachtung mit nachfolgenden komplexen Interventionen und Evaluationen.

Folglich bedeutet Handlungskompetenz, dass Mitarbeiter über verschiedene Kompetenzen verfügen und diese in der beruflichen Praxis situationsgemäß anwenden können und wollen. Maßgebend ist neben dem Wollen und Können aber auch das Dürfen, womit die institutionellen Rahmenbedingungen entscheidend sind, die die Handlungskompetenz determinieren können. Folglich muss das Führungsverständnis des Unternehmens kongruent zum Bildungsverständnis angelegt sein, damit diese erlangten Kompetenzen durch Handeln auch gelebt werden können (▶ Abb. 2.1). Dabei ist das individuelle Können und wollen abhängig vom sozialen Dürfen, also dem Zulassen durch die Abteilung, und der situativen Ermöglichung.

2.1.2 Fachlich-technische Kompetenz

Die fachlich-technische Kompetenz bildet die Grundvoraussetzung für ein Handeln im Tätigkeitsfeld von Intensivpflege und Anästhesie und ist ein Teilgarant für die Qualität der Versorgung. Damit sind alle Fähigkeiten gemeint, mit denen fachtypische Aufgaben selbstständig wahrgenommen werden können. Hierzu zählen alle Maßnahmen zur Unterstützung der Aktivitäten und Erfahrungen des täglichen Lebens bezogen auf das klinische und apparative Monitoring von Respiration, Hämodynamik, Thermoregulation, Ernährung und Flüssigkeitssubstitution, Hygiene, Mobilisation u.v.m. Hinzu gesellen sich alle Interventionen, die zur Assistenz oder zur Übernahme von ärztlich delegierbaren Tätigkeiten gehören.

2.1.3 Methodenkompetenz

Mit dem Begriff der Methodenkompetenz ist die Fähigkeit zur Problemlösung und Kreativität gemeint. Sie ist unweigerlicher Bestandteil der beruflichen Handlungskompetenz, um komplexe Arbeitsprozesse zu planen, zu steuern, zwischenzeitlich zu prüfen und abschließend zu evaluieren. Nur so können Pflegende ihre Fachkompetenz zielgerichtet im Sinne eines Problemlösungsprozesses anwenden. Dabei spielt der Pflegeprozess als Basis eine entscheidende Rolle, da mit ihm eine Eruierung von bestehenden und potenziellen

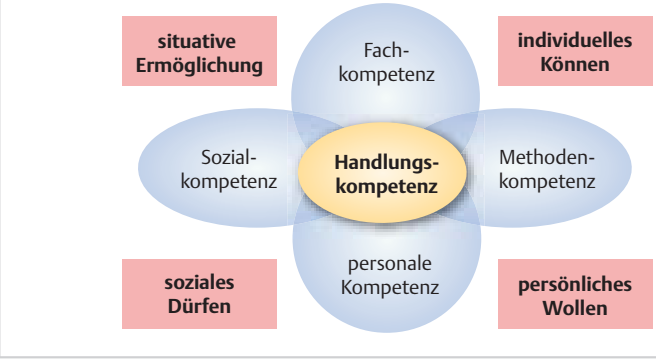


Abb. 2.1 Berufliche Handlungskompetenz im Kontext von Schlüsselqualifikationen und individuellen Voraussetzungen.

Problemen gelingt, die Entscheidung für spezifische Interventionen getroffen werden und eine intermittierende wie auch eine abschließende Gesamtbeurteilung stattfinden kann. Als weitere Instrumente dienen u. a. (Pflege-)Standards, Leitlinien, Score- und Dokumentationssysteme, um anstehende Interventionen und Probleme sowie mögliche Komplikationen einzuschätzen und zu fixieren. Pflege bedient sich hierbei aller zur Verfügung stehenden, überprüften Konzepte sowie evidenzbasierter Daten, um sie im Gesamtprozess der notwendigen pflegerischen Versorgungsprozesse zielgerichtet einzubinden (vgl. Behrens u. Langer 2004). Empirisches Fachwissen wird also adäquat ergänzt und damit die Versorgung des Patienten auf der Basis des aktuellen wissenschaftlichen Wissens gewährleistet.

2.1.4 Psychosoziale Kompetenz

Da Kommunikation das alles verbindende Element menschlichen Handelns darstellt, spielen psychosoziale Kompetenzen eine ganz entscheidende Rolle für ein funktionierendes Team in den Handlungsfeldern und für die Beziehungsgestaltung zwischen Team, Patient sowie seinen Angehörigen.

In diesem Kontext bedeutet dies die Fähigkeit zur Gestaltung von sozialen Kontakten durch einen wertschätzenden Umgang sowie durch Empathie, Integrität und Loyalität. Insofern spielt partnerschaftliche Akzeptanz, Toleranz, Unterstützung und Vertrauen eine ebenso große Rolle wie ein guter Informationsfluss und das Streben nach gemeinsamen Lösungen, um eine optimierte Versorgung der Patienten zu erzielen. Da sich gerade in den Tätigkeitsfeldern von Intensivpflege und der Pflege in der Anästhesie sehr schnell völlig neue Situationen ergeben können, müssen die Mitarbeiter des Teams in der Lage sein, sich schnell an neue, instabile Situationen anzupassen, was man mit Ambiguitätstoleranz bezeichnet. Nur so ist ein kooperatives Arbeiten möglich.

2.1.5 Personale Kompetenz

Die Zunahme der komplexen Leistungen in den Tätigkeitsfeldern mit einer deutlichen Verkürzung der Verweilzeiten erfordern eine 4. Dimension von Kompetenz, um im Berufsalltag bestehen zu können. Die personale Kompetenz meint Eigenschaften und Einstellungen, die primär auf die eigene Person gerichtet sind. Dazu gehören u. a. Motivation, Flexibilität, Organisationsfähigkeit, Selbständigkeit und Verantwortungsbewusstsein sowie Selbstreflexion. Diese ermöglicht es, die eigenen Fähigkeiten einzuschätzen und auf die ständig veränderten Anforderungen im Anästhesie- und Intensivbereich zielgerichtet reagieren zu können.

2.1.6 Kompetenzrahmen

Die beruflichen Kompetenzen wurden von der European Federation of Critical Care Nursing associations (EfCCNa 2014) im Rahmen der intensivpflegerischen Praxis definiert und anhand aller existierenden Kompetenzrahmen analysiert und verglichen. Hernach wurden notwendige Schlüsselkompetenzen definiert und in 4 sog. **Kompetenzdomänen** differenziert. Damit ist ein Instrument für die Personalentwicklung entstanden, das einerseits zur Entwicklung der eigenen Person und andererseits der Mitarbeiterentwicklung dient.

- Die 1. Kategorie heißt **Klinische Domäne**: Hier finden sich die Anteile des Pflegeprozesses mit der Ermittlung von Daten und der Feststellung von Pflegediagnosen, der Planung und Durchführung der Pflegemaßnahmen sowie der Evaluation wieder.
- Die 2. Kategorie wird als **Professionelle Domäne** bezeichnet: die aufgeführten Kompetenzen bzgl. Entscheidungsfindung, Recht und Ethik, sowie Kommunikation sollen die Entwicklung der professionellen Intensivpflege fördern und optimieren.
- Unter dem Begriff **Management-Domäne** sind alle notwendigen Kompetenzen zusammengefasst, mit denen eine Station und ein Team geleitet werden kann, die Einfluss nehmen auf die Gesundheitsförderung und die zur Qualitätssicherung befähigen.
- Die 4. Kategorie, die **Ausbildungs- und Entwicklungsdomäne,** hat das Ziel, die Fort- und Weiterbildung von Intensivpflegenden zu fördern, um schließlich nach den Kriterien der Evidence Based Practice, also aktuellsten und wissenschaftlich fundierten Erkenntnissen zu arbeiten.

Mit diesem Instrument kann die verantwortliche Leitung Praxisanleiter einsetzen, die nach einem herkömmlichen pädagogischen Konzept Mitarbeiter der Intensivstation begleiten und beobachten und somit vorhandene bzw. zu entwickelnde Kompetenzen analysieren.

2.1.7 Intensivstationen

Mit der Etablierung von Intensivstationen in Deutschland ab den 1930er Jahren ergab sich zunächst eine uneinheitliche Struktur und eine Vielzahl von Bezeichnungen. Dazu gehörten Begriffe wie Wachstation, Überwachungsstation, Frisch-Operierten Station, Beatmungszentrum und Intensivpflegestation. Nachdem sich 1969 zunächst die ärztlichen Berufsverbände von Anästhesie, innere Medizin, Chirurgie und Neurochirurgie sowie Pädiatrie auf die Bezeichnungen konservativ-internistisch-neurologische und interdisziplinär operative bzw. fachgebundene operative Intensivstationen geeinigt hatten, wurde diese 1970 von der Deutschen Krankenhausgesellschaft (DKG) erweitert.

Es wurden Empfehlungen verabschiedet, welche Art von Intensivstation in welcher Art von Klinik zu etablieren sei, womit es zu nachfolgender Differenzierung kam:

1. **Universitätskliniken und Großkrankenhäuser:** Gefordert sind hier spezielle Einheiten für die Intensivüberwachung sowie für die Intensivbehandlung. Fachgebundene Intensivstationen in Form konservativ-internistischer und interdisziplinär operativer Intensivstationen werden weiterhin empfohlen. Weitere fachspezifische Intensiveinheiten können je nach Größe und Aufgabenschwerpunkt der Klinik eingerichtet werden.
2. **Große und mittlere Krankenhäuser:** Kliniken mit einer Bettenzahl von mehr als 300 Betten sollten eine interdisziplinäre operative und eine konservativ-interne Intensivstation vorhalten. Weiterhin bleibt die Option auf zusätzliche fachgebundene Überwachungseinheiten.
3. **Kleine Krankenhäuser (Bettenzahl unter 300):** Für diese Kliniken wird mindestens eine interdisziplinäre Intensivstation gefordert, die von einem in Intensivmedizin geschulten Arzt geleitet werden sollte.

Bezüglich der fachlichen Zuständigkeit und Leitung wurde zugrunde gelegt, dass immer ein in der Intensivmedizin besonders geschulter Arzt die Leitung innehaben sollte. Demnach ergaben sich mehrere Möglichkeiten in Bezug zur Unterstellung der Abteilung. Während internistische Intensivstationen seiner Zeit schon von Internisten selbst geleitet wurden und bis heute werden, waren und sind operative Intensivstationen in unterschiedlicher Zuständigkeit, wobei zunehmend mehr die Leitung in anästhesiologischen Händen liegt. Bezüglich des Aufwachraums herrschte von Beginn an Einigkeit darüber, dass dieser ausschließlich von Anästhesisten betreut und unter dessen Verantwortung stehen solle (vgl. Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin, DIVI).

2.1.8 Differenzierung von Intensiveinheiten

Nach der Einrichtung der ersten Intensivtherapiestation 1957 an der I. Medizinischen Klinik im Westend-Krankenhaus der Freien Universität Berlin richtete Peter Lawin 1962 in Hamburg-Altona eine „Anästhesieabteilung mit Wachstation“ ein, die die erste interdisziplinäre operative Intensivstation Deutschlands mit Modellcharakter wurde.

Inzwischen existieren zunehmend mehr Bemühungen, dass ein Anteil der bisher fachgebundenen operativen Intensivstationen zu einer interdisziplinären Intensiveinheit zusammengefasst wird. Als Prämisse dafür gilt, dass die Behandlungsqualität auf hohem Niveau erfolgt und erhalten bleiben muss. Das bedeutet, dass die medizinische Versorgung interdisziplinär zu erfolgen hat unter einer einheitlichen ärztlich organisatorischen Leitung. Es besteht eine ständige Anwesenheitspflicht für mindestens einen in der Intensivmedizin weitergebildeten Arzt, der die Leitung innehat und für alle Fragen der intensivmedizinischen Interventionen zuständig ist. Alle anderen ärztlichen Kollegen der anderen Fachdisziplinen sind für die Behandlung des Grundleidens ihrer Patienten zuständig.

Das Ziel der heutigen Behandlung in den Kliniken liegt in der bedarfsorientierten Versorgung der Patienten, wobei sich ein Spannungsbogen ergibt zwischen dem eben noch gesund wirkenden und wenig beeinträchtigten Patienten und der plötzlichen Notwendigkeit intensivmedizinisch-pflegerischen Handelns. Von daher ergibt sich in bundesdeutschen Kliniken das Bild, dass zumeist Stationen für die allgemeine Pflege (care) und Intensivstationen (high care) vorgehalten werden. Durch die Entwicklung von Medizin und Technik sowie durch die Zunahme von Multimorbidität und Patienten in extremen Altersstufen reichte die bisherige Versorgung in den beiden Abteilungen zuletzt nicht mehr aus. Einerseits fehlten (und fehlen) Kapazitäten für die Intensivbehandlung, was bedingt zu einer Art Triagebehandlung geführt hat (eine Entscheidung mit der Frage: wer braucht am ehesten eine Intensivbehandlung und kommt auf die Intensivstation?). Andererseits drohten (und drohen noch immer) Überlastungen der Allgemeinpflegestationen. Das führte zur Einrichtung von Abteilungen mit mittlerem Aufwand (intermediate care), eben IMC-Stationen, womit eine 3. Stufe im Behandlungskonzept eingerichtet worden ist.

Intermediate Care (IMC)

Intermediate Care Abteilungen werden international auch als High Dependency Units (HDU) oder Step-down Units, im deutschsprachigen Raum auch als Intensivobservations- oder Überwachungsstationen bezeichnet. IMC-Einheiten sind angelegt als Baustein eines gestuften Versorgungskonzeptes und bieten die Möglichkeit, Normalstationen zu entlasten und die Kapazität von Intensivstationen für Schwerstkranke besser zu nutzen. Sie sind vorgesehen für Patienten, bei denen die Überwachung der vitalen Funktionen, verbunden mit einer erhöhten Pflegebedürftigkeit, im Vordergrund steht.

Bei der personellen Ausstattung wird ein Stellenschlüssel von 1:4 bis 1:6 zugrunde gelegt. Folglich versorgt eine Pflegekraft zwischen 4 und 6 Patienten pro Dienst.

Nicht jede IMC ist mit einem ausgebildeten Arzt für Intensivmedizin besetzt, jedoch sollte ein Arzt mit dieser Kompetenz für diese Abteilung zuständig und abrufbar sein. Da hier täglich eine Vielzahl von Neuaufnahmen und Entlassungen anstehen, ist auf einer IMC-Station ein hoher organisatorischer Aufwand zu verzeichnen, womit eine ständige Arztanwesenheit als sinnvoll erscheint.

Da bei der Patientenzusammensetzung ein hoher fachspezifischer Anspruch gestellt wird, sollten die pflegerische Leitung und weitere Mitarbeiter der Abteilung über eine Fachweiterbildung für Intensivpflege und Anästhesie verfügen, sodass Komplikationen frühzeitig erkannt und rechtzeitig notwendige Interventionen eingeleitet werden. Gleichermaßen ist die Schulung on the Job des hier tätigen Personals erforderlich.

► **Monitoring.** Zum apparativen Monitoring gehört ein übliches Basismonitoring, wie es auch auf Intensivstationen zu finden ist, bestehend aus

- non-invasiver Überwachung mit EKG, S_aO_2, Blutdruck,
- invasiver Überwachung mit arterieller Blutdruckmessung, BGA,

zur Detektion von hämodynamischen und ventilatorischen Störungen. Patienten, die ein weitergehendes invasives hämodynamisches Monitoring mit z. B. PICCO oder PAK benötigen bzw. bei denen die Überprüfung spezieller Hirndrücke erforderlich ist, sollten nicht auf einer IMC-Einheit versorgt werden.

► **Ziele.** IMC-Stationen können damit einerseits zur Entlastung von Allgemein- und Intensivstationen beitragen, andererseits nachfolgende weitere Ziele sichern:

- Sicherung des Behandlungsprozesses
- Minimierung von Komplikationen
- Reduktion der Verweildauer der Patienten
- Reduktion von Kosten

Dabei wird eine flexible Anpassung der Personalressourcen an die wechselnde Behandlungs- und Pflegeintensität angenommen, die die hohe Versorgungsqualität sichern soll.

Diese Effekte können allerdings nicht in jedem Krankenhaus beobachtet werden, sodass manche Kliniken wieder dazu übergegangen sind, die Abteilungen umzuwandeln. Das hat auch damit zu tun, dass die Personalakquise für IMC-Stationen nicht selten schwierig ist und eine Bindung des pflegerischen Personals schwer fällt. Ursache hierfür ist das sehr hohe Arbeitsaufkommen infolge häufiger Aufnahmen und Verlegungen und der damit verbundenen erhöhten Arbeitsunzufriedenheit.

► **Organisation.** Organisatorisch sind IMC-Stationen in 4 verschiedenen Varianten anzutreffen:

- **Parallelmodell**: Die IMC ist baulich von einer Intensivstation zwar getrennt, befindet sich aber in unmittelbarer Nachbarschaft von ihr. Das bedingt gerade bei unvorhergesehen Komplikationen eine schnelle Hilfe und ggf. Verlegung des Patienten zur Intensivstation.
- **Unabhängige IMC:** Es ist aufgrund von baulichen Voraussetzungen nicht möglich gewesen, die IMC in der Nachbarschaft einer operativen Intensivstation zu platzieren. Damit sind evtl. Wege bei erforderlichen Hilfen deutlich weiter.
- **Integrierte IMC**: Auf einer interdisziplinären operativen Intensivstation werden IMC-Betten vorgehalten, was insbesondere bei einem anstehenden Bauvorhaben berücksichtigt werden sollte. Mit der Integration sind nicht nur schnelle Hilfen möglich, sondern der Patient kann bei Verschlechterung des Zustandes unmittelbar vor Ort bleiben, während „lediglich“ die Invasivität der Behandlung erhöht werden kann/muss. Da es sich bei den Mitarbeitern um das gleiche Team handelt, kann sehr schnell eine ggf. erforderliche neue Besetzung zur Versorgung des Patienten bestimmt werden, was natürlich ein gutes Personalmanagement voraussetzt. Ebenso von Vorteil ist, dass unnötige (Doppel-) Dokumentationen entfallen und Informationsdefizite hier eher gering ausfallen dürften.
- **Aufwachraum als IMC**: Diese eher ungünstige Situation kann nur als sehr kurzfristige Lösung angesehen werden, da ein laufender, hoch intensiver Überwachungsbetrieb deutlich in seinem Ablauf gestört wird und gleichzeitig der IMC-Patient nicht unbedingt mit seinen Ansprüchen versorgt werden kann.

Intensivstationen

Auf den Intensivstationen sind folgerichtig Patienten zu finden, die schwer erkrankt oder verunfallt sind und deren vitale Funktionen in lebensbedrohlicher Weise beeinträchtigt sind. Hinzu gesellen sich Patienten, die nach großen Operationen nachbeatmet werden müssen.

Aufgabenprofil

Die intensive Pflege von Patienten beinhaltet ein Spannungsverhältnis von enger menschlicher Begegnung mit intensivem körperlichem Kontakt und gleichzeitig hoher Technisierung. Neben hervorragenden Möglichkeiten zu therapeutischen und aufwändigen diagnostischen Interventionen, die allesamt zur Gesundung beitragen können, erfordert die Pflege schwerstkranker Menschen eine lange, insbesondere pflegerische Begleitung der Patienten, die nicht selten gekoppelt ist mit Sterbebegleitung und Trauerarbeit. Das bedingt hohe Anforderungen an das dort tätige Personal in Bezug auf physische und psychische Belastungen. Insofern gebührt gerade hier den Kommunikationsprozessen zwischen dem therapeutischen Team und dem Patienten sowie seinen Angehörigen besondere Aufmerksamkeit, da sie ein elementares Bindeglied zwischen High-Tech und High-Touch darstellen.

Darüber hinaus hat sich das Tätigkeitsfeld auf der Intensivstation in den letzten Jahrzehnten immer weiter verdichtet. Einerseits sind unter dem Personal als auch in der Bevölkerung Aussagen wie: *„Mit Intensivstationen gelingt es Leben zu retten“* (Lawin 1968) bekannt. Andererseits gesellen sich Erfahrungen hinzu, sei es durch eigene oder durch Mund-zu-Mund-Propaganda, die die Intensivmedizin zur sog. Gerätemedizin reduzieren und als inhuman erscheinen lassen.

Meyer und Friesacher haben 1993 Intensivpflege definiert als *„die Unterstützung, Übernahme und Wiederherstellung der Aktivitäten des Lebens unter Berücksichtigung der existentiellen Erfahrungen und der gesundheitlichen Biographie/Pflegeanamnese des kritisch kranken Patienten mit manifesten oder drohenden Störungen vitaler Funktionen“* (ebda S. 88). Zu den Tätigkeiten der damaligen Definition haben sich zahlreiche delegierbare ärztliche Tätigkeiten hinzu gesellt, die oft genug im Sinne einer generellen Delegation übernommen und autonom (z. T. unter Aufsicht eines Arztes) ausgeführt werden. Dazu gehören gemäß den Ergebnissen des Pflege-Thermometers 2012 u. a. Laboranalysen, Anpassung von Medikationen, endobronchiales Absaugen und Steuerung der klinischen Ernährung mit Adaption des laufenden Insulins u. a. m. (▶ Tab. 2.1).

Tab. 2.1 Einschätzungen zur eigenverantwortlichen Therapieführung durch Pflegende in Prozent (mod. n. Isfort et al. Pflege-Thermometer 2012).

Tätigkeit	Prozent
endotracheales Absaugen	99,4
Verbandswechsel bei ZVK	97,2
Anpassung der O_2-Beimischung vor dem Absaugen	94,4
kurzzeitige Regulierung der Sedierung	90,8
Durchführung von Laboruntersuchungen (BGA)	86,4
kurzzeitige Regulierung der Insulingabe (Perfusor)	85,8
kurzzeitige Regulierung kardiowirksamer Medikationen	84,7
Legen eines Blasenverweilkatheters	82,2
Legen einer neuen Venenverweilkanüle	48,8
Gabe von leichten Schmerzmitteln (z. B. Paracetamol)	46,9

Das verdeutlicht noch einmal die Komplexität der Versorgungsprozesse und der notwendigen Voraussetzungen zum kompetenten Handeln.

Anwendung medizintechnischer Geräte (MPG)

In diesem Kontext steht auch die Nutzung technischer Geräte, die obligater Bestandteil pflegerischen Handelns ist. Demnach gilt es, sich gemäß des Medizin-Produkte-Gesetzes (MPG) das notwendige Know-how einzuholen, um sach- und fachgerecht mit medizintechnischen Geräten arbeiten zu können und v. a. auch zu dürfen. Neben dem MPG sind die Medizinprodukte-Betreiberverordnung (MPBetreibV) und die Medizinprodukte-Sicherheitsplanverordnung (MPSV) zu beachten.

Die MPBetreibV gilt für das Errichten, Betreiben, Anwenden und Instandhalten von Medizinprodukten nach § 3 des Medizinproduktegesetzes. Hier heißt es u. a., dass

- Medizinprodukte nur gemäß ihrer Zweckbestimmung angewendet werden dürfen und dabei Bestimmungen der Arbeitsschutz- und Unfallverhütungsvorschriften beachtet werden müssen,
- der Betreiber dafür zu sorgen hat, dass nur die an Medizinprodukten ausgebildeten Personen diese betreiben und anwenden dürfen (was insbesondere für aktive Medizinprodukte der Anlage 1 MPBetreibV gilt: – diese dürfen nur von Mitarbeitern angewendet werden, wenn sie durch den Hersteller oder durch vom Betreiber speziell beauftragte und geschulte Personen eingewiesen worden sind (MPBetreibV § 5 (2)),
- erforderliches Zubehör nur dann genutzt werden darf, wenn es gemäß der Zweckbestimmung dafür geeignet ist,
- der Anwender vor Einsatz eines Medizinproduktes die Funktionsfähigkeit unter Beachtung der Gebrauchsanweisung geprüft, sich vom ordnungsgemäßen Zustand des Medizinproduktes überzeugt hat und Fehlergrenzen einhält.

Sollte der Anwender den Verdacht hegen, dass ein Medizinprodukt Mängel aufweist, die Sicherheit gefährdet werden könnte, z. B. durch Überschreiten der sicherheitstechnischen Kontrolle oder weil das Verfallsdatum abgelaufen ist, so darf er das Medizinprodukt nicht in Betrieb nehmen [MPG § 4 (1), MPG § 14].

Strukturelle Voraussetzungen

Personelle Struktur

Damit werden quantitativ wie qualitativ Bedingungen an das erforderliche Personal gestellt, die den Betrieb einer Intensiveinheit garantieren können. Zur quantitativen Besetzung hat die DIVI ein Postulat aufgestellt, dass bereits im Krankenhausbedarfsplan von Nordrhein-Westfalen integriert ist. Folglich soll für 2 Behandlungsplätze pro Dienst eine Pflegekraft vorgehalten werden. Bei spezifischen Behandlungssituationen, die ein Organersatzverfahren mit sich ziehen, wie z. B. extrakorporale Lungen- oder Nierenersatzverfahren sowie Beatmung, soll zusätzlich je Patient eine weitere Pflegekraft addiert werden. Dazu gehören auch weitere zusätzliche Aufgaben wie die Begleitung von Transporten von Patienten oder auch der Einsatz von Reanimationsteams. Wenn mehr als 60 % der Patienten so versorgt werden, müssen zusätzliche Kräfte für den Stellenplan addiert werden, womit sich eine 1:1 Konstellation ergeben kann. Auch für die Stelle der pflegerischen Stationsleitung soll zusätzlich eine Stelle mit Fachweiterbildung für Intensivpflege und Anästhesie pro Intensivstation vorgehalten werden. Die Forderungen zur Fachpflegequote divergieren an dieser Stelle, reichen die derzeitigen Forderungen doch von 30 % (DIVI) über 50 % (G-BA, gemeinsamer Bundesausschuss) für Patienten mit Bauchaortenaneurysma bis zu 70 % (DGF), was im Kap. 2.3 (S. 56) weiter erörtert wird.

Als ärztliche Leitung wird eine Fachkraft mit Zusatzbezeichnung Intensivmedizin gefordert, die hauptamtlich und täglich auf der Intensivstation tätig ist. Ergänzt werden soll das Team von in der Intensivmedizin erfahrenem ärztlichen Personal, das in 24 Stunden an 7 Tagen pro Woche auf der

Intensivtherapiestation präsent sein soll. Für 12 Betten werden mindestens 7 Arztstellen bei einer wöchentlichen Arbeitszeit von 40 Stunden gefordert.

Das Gesamtteam soll durch weitere Berufsgruppen ergänzt werden wie z. B. Mitarbeiter des Sozialdienstes, Psychologen und Seelsorger, Physiotherapeuten, Hygienefachkräfte und Hygienebeauftragte, die speziell für die Intensivbelange zuständig sind. Dazu gehören weiterhin Mikrobiologen und ein klinischer Pharmakologe, die konsiliarisch tätig werden sollen. Auch Mitarbeiter, die für administrative Aufgaben (Sekretariat) und für technische Fragestellungen (Geräte-Einweisung) zuständig sind, gehören zum Stellenplan. Abgerundet wird das Profil durch gewissenhafte und kompetente Mitarbeiter, die für die Reinigung der Abteilung verantwortlich sind.

Bauliche Struktur

Die bauliche Gestaltung unterliegt der Krankenhausbauverordnung, womit zahlreiche Reglements berücksichtigt werden müssen, die hier nicht alle erörtert werden sollen, und den Vorgaben des Robert-Koch-Instituts. Zu den wesentlichen Merkmalen gehören die Lage, die Beschaffenheit und die Größe der Räume.

▶ **Lage.** Operative Intensivstationen sollten in räumlicher Nähe zur zentralen Notaufnahme/zum Schockraum, zum OP und zum Aufwachraum liegen, sodass schnelle Versorgungsprozesse gewährt werden können, insbesondere in Notfallsituationen. Für konservative Intensivstationen gilt das gleiche bzgl. ihrer Funktionsbereiche wie kardiologisches Katheterlabor oder Stroke-Unit. Diagnostische Abteilungen wie CT oder MRT sind wünschenswerter Weise ebenso in der Nachbarschaft zu finden.

▶ **Personal.** Neben funktionalen Aspekten gesellen sich hygienische Ansprüche, die vom Robert-Koch-Institut (RKI) näher definiert sind. Das RKI bezieht hierbei den besonders infektionsgefährdeten Intensivpatienten nach OP, Transplantation, Verbrennungen und mit Immundefekten ein und fordert, „dass aus infektionspräventiven Gründen eine ausreichende Anzahl von qualifiziertem, in der Intensivmedizin weitergebildetem Pflegepersonal vorgehalten wird." Damit ist an dieser Stelle bereits ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen Kompetenz des Personals und gegebenen Komplikationen dargestellt, womit das RKI eine Verbesserung des Stellenschlüssels fordert!

▶ **Raumanforderungen.** Aus infektionspräventiver Sicht fordert das RKI, dass Intensiveinheiten mindestens 6, aber nicht mehr als 16 Betten haben soll. Dabei sollen alle Räume mit glatten und fugendichten sowie abwaschbaren und desinfizierbaren Fußböden, Wandflächen und Decken ausgestattet sein. Da Krankenhausinfektionen auf Intensivstationen deutlich häufiger auftreten als auf anderen Stationen einer Klinik, werden primär Einzelstatt Mehrbettzimmer für Patienten gefordert, die mit einem Waschbecken (Armaturen müssen ohne Handkontakt bedient werden können) sowie Vorrichtungen zur Händedesinfektion ausgestattet sind. Aufgrund der hohen Technisierung rund um einen Intensivpatienten und aus präventiven Gründen postuliert das RKI auch Mindestabstände im Zimmer:

- vom Fußende des Bettes zur Wand
  - im Mehrbettzimmer 2,20 m
  - im Einzelzimmer 1,60 m
- vom Kopfende des Bettes zur Wand 0,80 m
- von der Längsseite des Bettes zur Wand 1,50 m
- zwischen zwei Betten 2,25 m
- Vorraum soll mind. 10 m^2 groß sein.

Zu den benötigten Zimmern gehören die in ▶ Tab. 2.2 aufgelisteten Räume.

Bauliche Anforderungen aus Sicht des Patienten

Auch wenn Patienten um die gegebene Sicherheit auf einer Intensivstation wissen sind sie aufgrund ihrer Erkrankung/Verletzung und der damit gekoppelten Versorgung doch besonderen Belastungen ausgesetzt. Sie haben in 24 Stunden nicht ein einziges Mal einen Moment der Privatsphäre, unterliegen einer ständigen Beobachtung, sind ständig den Geräuschen von Kommunikation und Technik ausgesetzt und mögliche Ruhephasen werden häufig durch pflegerisch-therapeutische Interventionen unterbrochen. Je mehr Patienten in einem Zimmer versorgt werden desto größer sind die Belastungen. Hinzu gesellen sich nicht selten fehlende farbliche Akzente, die die Wahrnehmung begünstigen. Gleichsam stören noch immer reglementierte Besuchszeiten das Empfangen von Besuch, womit die Belastung durch Isolation verstärkt wird.

Lärm stellt dabei einen besonderen Belastungsfaktor für Intensivpatienten dar, womit unnötig und zusätzlich Stress induziert wird. Insofern ist auf eine gute Abschirmung der Patientenzimmer und auf eine Reduktion von gerätebedingten Alarmen zu achten (Schrader u. Schrader 2001). Selbst wenn eine Intensivstation nach einem geschlossenen Plan entwickelt wurde (autarke Ein- und Zweibettzimmer) müssen alle dort Tätigen die vorhandenen Türen der Zimmer schließen und bedenken, welche Maßnahmen zu welchem Zeitpunkt im Zimmer des Patienten erfolgen müssen (Bevorratung von Material, Vorbereitung von großen Verbandwechseln mit Massen an Material, das ausgepackt werden muss, Gespräche usw.).

Infolgedessen sollten Patienten auf Intensivstationen nach heutigen Vorstellungen eine Reihe von Angeboten erhalten, die Störungen vermehrt ausschalten und zum Wohlbefinden beitragen können. Zur Förderungen des Biorhythmus sind Fenster obligat, die gleichzeitig auch abgedunkelt werden können. Neben einer farblichen Gestaltung von Wänden und Decken sind pro Patientenplatz individuell regulierbare (dimmbare) Lampensteuerungen gewünscht. Für den Patienten einsehbare Wanduhren und Kalender sind schon seit Jahren geforderte Bestandteile des Konzeptes zur Förderung der Wahrnehmung. Zur Gewährung einer gewissen Privatsphäre sollen Trennwände eine Abgrenzung zum Nachbarn ermöglichen.

Ein sehr gutes Beispiel für an Patienten adaptierte bauliche Strukturen ist eine In-

Tab. 2.2 Arten von Räumen auf einer Intensivstation (RKI 2003).

Patient	Funktionsräume	Personal/Besucher
• Einbett-Krankenraumzimmer mit Vorraum, teils mit Arbeitsraum (unrein) • Mehrbett-Krankenraumzimmer bis 4 Betten mit zugeordnetem Arbeitsraum (unrein) • Bad und Toilette für Patienten • Platz für Kleidung und andere Gegenstände der Patienten	• zentrale Überwachungs- und Kommunikationsplatz/plätze • Arbeitsplatz Labor • Arbeitsraum/räume – rein und unrein, Putzraum • Vorrats- und Lagerräume sowie Abstellplätze für reine und unreine Betten • Raum für Betten- und Geräteaufbereitung • Teeküche • Versorgungs- und Entsorgungsschleuse	• Personalumkleiden mit Toiletten und Duschen, • Dienstraum für Pflegekräfte z. B. für Übergabe, Fortbildungen • Personalaufenthaltsraum • Zimmer für pflegerische Stationsleitung und -arzt • Besucherwarteraum mit Garderobe und Toilette

Abb. 2.2 Intensivstation Charité Berlin. (© Peitz 2013/Charité)

tensivstation der Charité Berlin (▶ Abb. 2.2). Warme Holztöne bestimmen hier das primäre Bild, medizin-technisches Gerät ist teils verdeckt hinter einer so gestalteten Wand. Als Abgrenzung zum Nachbarn ist eine leichte regalähnliche, fahrbare Wand mit PC-Arbeitsplatz installiert. Geräusche sind so minimiert, optisch ist eine Abgrenzung erreicht, der Raum durch den PC doppelt gut genutzt. Zur Optimierung des Schlaf-Wach-Rhythmus ist in den Patientenzimmern eine Lichtdecke installiert, mit der die Lichtintensität und -temperatur individuell gesteuert werden kann. Parallel können visuelle Effekte eingespielt werden, mit denen eine Atmosphäre geschaffen werden kann, um Stress, Ängste und delirante Zustände zu minimieren.

Technische Struktur

Elektrische Leitungen sowie Leitungen für medizinische Gase müssen unter Putz oder in geschlossenen Kanälen verlegt sein, sodass bei Desinfektions- und Reinigungsmaßnahmen keine Sicherheitsgefährdung eintreten kann. Heizkörper und Luftdurchlässe müssen leicht zu reinigen und ebenso nass zu desinfizieren sein.

Aus personeller Sicht ist darauf zu achten, dass in den Decken der Zimmer Lifter integriert werden, mit denen Patienten trotz schwerer Krankheit im Zimmer mobilisiert und gewogen werden können (▶ Abb. 2.3).

Abb. 2.3 Im Intensivzimmer integrierter Deckenlifter. (Stolecki 2013)

Für die Nutzung aller medizintechnischen Geräte ist auf eine sehr gute Ausstattung mit Steckdosen zu achten, sodass sie ohne Improvisation genutzt werden können. Das gleiche gilt für die Anzahl der Leitungen mit medizinischen Gasen sowie für Druckluft und Vakuum.

▶ **Bettenbedarf.** Seit Jahren wird über den Bedarf an Intensivbetten diskutiert. Unabhängig davon, dass in Deutschland kein Instrument für die Bedarfsplanung existiert, ist man sich in Fachgesellschaften einig, dass das Angebot an Intensivbetten zu gering sei. Deutschland ist im internationalen Vergleich gut mit intensivmedizinischen Betten ausgestattet und dennoch ergeben sich teilweise deutliche Engpässe für die intensivmedizinische Behandlung. Ein Beleg dafür ist, dass mehrfach Patienten in Deutschland wegen mangelnder Behandlungsplätze abgelehnt worden sind. Dabei ist festzuhalten, dass unzureichende Kapazitäten zu Erlösminderungen in einer Klinik führen können, da weitere Interventionen wie z. B. OP oder koronare Dilatationen nicht durchgeführt werden. Dabei variieren die Kosten für die Behandlung auf einer Intensivstation international gesehen sehr deutlich. Während die WHO in 2006 für Deutschland einen durchschnittlichen Betrag von 726 $ angesetzt hat, lagen die Kosten in Frankreich bei 934 $ und in England bei 1.512 $.

2.1.9 Anästhesieabteilungen

Das Tätigkeitsfeld der Anästhesie bewegt sich in zentralen und/oder dezentralen OP-Abteilungen. Diese sollten eine enge Anbindung an operative Intensivstationen und den Aufwachraum haben und von diesen ohne Fahrstuhl zu erreichen sein (vgl. DGAI).

Hygienische Anforderungen

Um in den Operationstrakt zu gelangen, betritt man zunächst eine Umkleide (Personalschleuse mit Kleiderschränken, Duschen, Toiletten), in der die Privatkleidung abgelegt wird. Im nachfolgenden 2. Trakt wird die Bereichskleidung mit Mundschutz und Kopfhaube angelegt (Infektionsschutz). Nach erfolgter Händedesinfektion erreicht man nach Verlassen des Raumes den Bereich mit den Operationssälen (OP). Parallel zu den Personalschleusen befinden sich Patientenschleusen, in denen die Patienten aus ihrem Bett umgelagert werden auf den jeweiligen OP-Tisch. Vielfach finden sich hier Transportsysteme, die mehrfach verstellbar dafür sorgen, dass Patienten schonend auf den OP-Tisch gelangen und später wieder zurück ins Bett. Die Türen sind nach der Übernahme eines Patienten in die Schleuse jeweils geschlossen zu halten.

Jeder OP-Saal ist mittels raumlufttechnischer Anlagen klimatisiert und sorgt für angepasste Temperaturen und für keimarme Luft. Darüber hinaus sind auch hier zahlreiche weitere hygienische Vorgaben (Infektionsschutzgesetz) zu beachten, die der Prävention von Infektionen dienen. Dazu gehört, dass die Anzahl der im OP Tätigen beschränkt wird. Im OP selbst ist die Sterilzone zu beachten, in der steril bekleidetes Personal agiert. Parallel dazu unterscheidet man die sog. Springer- und die Anästhesiezone.

In der Springerzone ist pflegerisches Assistenzpersonal tätig und arbeitet dem „sterilen Team" zu (Lagerung des Patienten, Anreichung von Material usw.). In der Anästhesiezone bewegt sich das Narkoseteam. Sobald eine Narkose/Operation gestartet wird, ist darauf zu achten, dass aus hygienischen Gründen alle Türen verschlossen bleiben bzw. so wenig wie möglich geöffnet werden.

Operationssaal und Nebenräume

Zu den Operationssälen gehören entweder jeweils unmittelbare Vorbereitungsräume, in denen die Narkose eingeleitet und präoperative Maßnahmen erfolgen. Andererseits existieren zentrale Vorbereitungsräume, in denen die beschriebenen Maßnahmen stattfinden. In diesen Vorbereitungen wird nur bevorratet, was für max. ein Tagesgeschehen vorzuhalten ist.

Der Operationssaal ist gekennzeichnet durch eine funktionelle und zumeist ergonomische Ausstattung, wobei es Einrichtungen mit und ohne Fenster gibt. Alle Anforderungen zum Arbeitsschutz sind zu berücksichtigen, sodass ausreichend Steckdosen und Leitungen für medizinische Gase ein Stolpern im Saal verhindern. Zentrale Einrichtung ist der Stellplatz des OP-Tisches, über den die OP-Lampe installiert ist. Um diesen Platz herum werden alle anderen medizinischen Accessoires gruppiert. Modern ausgestattete OP-Säle verfügen inzwischen über Kommunikationssysteme, die dem Operateur unter sterilen Kautelen erlauben, selbstständig Kontakt zu einem Nachbarsaal und damit zu Kollegen aufzunehmen. Gleichzeitig können heute aus dem OP-Saal mittels Kameras Abschnitte oder ganze Operationen an einen Ort der Wahl gesendet werden (z. B. für eine Schulung).

Neben obligaten OP-Sälen existieren auch Hybrid-OPs (▶ Abb. 2.4). Das sind Operationssäle, die mit CT oder auch MRT sowie Angiografiegeräten ausgestattet

Abb. 2.4 Hybrid-OP. (St.-Johannes-Hospital, Dortmund)

sind, sodass dieser Saal eine besondere Mehrfachnutzung erfahren kann.

Neben den eigentlichen OP-Sälen finden sich darüber hinaus zahlreiche Nebenräume zur Bevorratung von Material und Medikamenten für Operation und Narkose, mit OP-Tischen und Lagerungshilfsmitteln, Vor- und Aufbereitungsräume für Instrumente, für technisches Zubehör und OP-Tische, Räume mit Wärmeschränken für Decken und Medikamente u.v. a.m. Dazu gehören ebenso Aufenthalts-, Pausen- und Besprechungsräume.

Personelle Besetzung

Im OP ist eine Mischung unterschiedlichster Berufsgruppen zu finden. Dazu gehören neben Chirurgen unterschiedlicher Fachrichtungen fachweitergebildete Pflegende für den Operationsdienst, Krankenschwestern und -pfleger sowie operationstechnische Assistenten (OTA).

Auf anästhesiologischer Seite finden sich neben Fachärzten für Anästhesie, Ärzte in Weiterbildung, Krankenschwestern und -pfleger und fachweitergebildete Krankenschwestern und -pfleger für Intensiv- und Anästhesie sowie mittlerweile auch anästhesietechnische Assistenten (ATA) und medizinische Fachangestellte. Das verdeutlicht, dass gerade hier Kommunikationsprozesse geregelt sein müssen, um den Versorgungsaufträgen gerecht werden zu können.

Die anästhesiologischen Abteilungen verfügen auf der Seite der Pflege über eine hohe Quote an fachweitergebildetem Personal (Stolecki 2003). Vor dem Hintergrund von weiter steigenden Fallzahlen und der Zunahme komplexer anästhesiologischer Versorgungen im OP ist eine hohe Fachkraftquote im Sinne der Qualitätssicherung anzustreben. Im Zuge der demografischen Entwicklung wird es im nächsten Jahrzehnt schwierig werden, eine ausreichende Versorgung mit Fachpflegenden zu erreichen, wenn nicht zeitgleich im Zuge von Personalentwicklungsmaßnahmen dem bereits jetzt schon vorhandenem Mangel entgegengewirkt wird. Neben der weiteren Durchführung von Lehrgängen in der Fachweiterbildung gehört die Ausbildung von anästhesietechnischen Assistenten sicher zu den weiteren Maßnahmen, um die sichere Versorgung der Patienten zu garantieren.

Eine Anästhesie-Pflegende ist zuständig für je einen OP-Saal und damit für einen Patienten. Sie kümmert sich um alle notwendigen prä-, intra- und kurzfristig postoperativen Interventionen bis zur Übergabe des Patienten an den Aufwachraum bzw. an die Intensivstation.

Zur technischen und pharmakologischen Ausstattung des Narkosearbeitsplatzes sowie zu seinen prozessorientierten Anforderungen geben die Kapitel im Teil V und VI des Buches nähere Auskünfte.

2.2 Personalbedarf einer Intensivstation

Dietmar Stolecki, Lothar Ullrich

2.2.1 Ziele der Personalbedarfsberechung

Seit der geänderten Krankenhausfinanzierung anhand der G-DRG im Jahr 2005 wird eine ausreichende Besetzung der Intensivstationen mit Personal zunehmend

Abb. 2.5 Die Personalausstattung einer Intensivstation hat nicht nur ökonomische und arbeitssoziologische Aspekte, sondern wirkt sich auch mitentscheidend auf die Infektions-, Mortalitäts- und Letalitätsraten aus.

diskutiert und kritisiert. Um eine optimale, professionelle intensivmedizinisch-pflegerische Versorgung der zu behandelnden Patienten zu gewährleisten, war und ist eine adäquate personelle Besetzung der Intensivstationen sowohl in quantitativer als auch in qualitativer Form erforderlich (▶ Abb. 2.5). Da die Personalkosten in jeder Klinik die höchsten Ausgaben darstellen und allen Krankenhäusern ein massiver Sparzwang auferlegt worden ist, wurde auch vor Intensivstationen nicht halt gemacht und Planstellen reduziert. Betrachtet man die Daten der nachfolgenden ▶ Tab. 2.3, wird deutlich, unter welchen schwierigen Bedingungen die intensivpflegerisch-medizinische Versorgung erfolgt.

Qualitative Anforderungen

Mit der Reduktion der Kliniken insgesamt hat parallel eine Aufstockung der Intensivbetten stattgefunden. Mit der Reduktion von Stellen und der deutlich höheren Belastung ergibt sich dann auch die Schwierigkeit der Neubesetzung, da inzwischen auch hier eine Fluktuation eingesetzt hat.

Neben der quantitativen Besetzung der Planstellen stellt sich auch die Frage nach der qualitativen Besetzung, was längst auch international Gegenstand der Diskussionen ist. Schließlich konnte in zahlreichen Studien belegt werden, dass auf Intensivstationen mit besserer Personalausstattung Infektions-, Mortalitäts- und Letalitätsraten gesenkt wurden, parallel dazu die Arbeitszufriedenheit des gesam-

Tab. 2.3 Entwicklung von Kennzahlen an bundesdeutschen Kliniken (Quelle: Gesundheitsberichterstattung des Bundes 2014).

	2005	2012	Abweichungen
Kliniken gesamt	2139	2017	-5,7 %
Kliniken mit Intensivbetten	1315	1213	-7,76 %
Intensivbetten gesamt	23 117	26 162	+ 13,17 %
Belegungstage	6 714 425	7 657 365	+ 14 %
Behandlungsfälle	1 964 522	2 127 037	+ 8,27 %
davon mit Beatmung	307 604	384 349	+ 24,9 %

ten Personals höher ist (vgl. Aiken et al. 2002, Van den Heede et al. 2009).

Betrachtet man den Begriff *„Arbeitsunzufriedenheit“* ist von einer höheren Fluktuation auszugehen, was wiederum die Personalkosten und die gesamten betriebswirtschaftlichen Kosten erhöht. Als weiteren positiven Effekt einer besseren Personalbesetzung kann man die frühere Entlassung des Patienten bei gleichzeitig geringerer Komplikationsrate darstellen (Rothschild et al. 2009, Tibby et al. 2004), womit die Kosten nicht nur gesenkt, sondern parallel mehr Einnahmen erwirtschaftet werden können durch Neuaufnahmen. Als Beispiel dienen hier insbesondere die operativen Intensivstationen, die das Nadelöhr der operativen Kliniken darstellen.

Lösungsansätze

In diesem Kontext ist der Fokus auf eine angepasste Personalbesetzung gerichtet – sowohl in quantitativer als auch in qualitativer Hinsicht. Parallel sind die zu analysierenden Tätigkeiten bei den zu versorgenden Patienten und damit die notwendigen Qualifikationen im Sinne eines Skillmixes zu betrachten. Pflegerische und ärztliche Berufsorganisationen wie auch das „Aktionsbündnis Patientensicherheit“ drängen darauf, dass vertretbare hohe Quoten an fachweitergebildetem Personal vorgehalten werden. Dabei beziehen sich die Forderungen auch auf eine Verteilung des Personals über alle Dienstarten und -zeiten hinweg.

2007 hat die Deutsche Gesellschaft für Fachkrankenpflege und Funktionsdienste (DGF) diesbezüglich eine Fachkraftquote von 70 % gefordert und verdeutlicht, dass nur eine Begrenzung der pro Schicht durch eine Fachkraft zu versorgenden Patienten von 1:1 (bei Beatmung) ein Garant für eine hohe Versorgungsqualität sein kann und Gefährdungen minimiert werden. Im Rahmen von Strategien zur Qualitätsentwicklung hat der gemeinsame Bundesausschuss (G-BA) eine Quote von 50 % an Fachpflegenden postuliert. Dabei bezieht sich der G-BA allerdings ausschließlich auf Patienten, die wegen eines Bauchaortenaneurysmas behandelt werden müssen. Die Deutsche interdisziplinäre Vereinigung für Intensivmedizin (DIVI) hat 2010 die Forderung aufgestellt, dass bei beatmeten Patienten eine 1:1-Relation eingehalten wird und eine mindestestens 30 %ige Fachkraftquote vorzuhalten ist. In der pädiatrischen Intensivpflege muss eine Quote von 40 % an fachweitergebildetem Personal vorgehalten werden, womit bereits an dieser Stelle deutlich wird, dass keine Standards zur Personalbesetzung von Intensivstationen existieren, sehr wohl aber sehr unterschiedliche Vorstellungen.

Durch differente Verfahren zur Personalbedarfsrechnung werden national als auch international völlig andere Kriterien zugrunde gelegt. In einigen Fällen werden spezifische Personal-Patienten-Relationen festgelegt, was insofern nicht unproblematisch ist, da hier nicht die eigentliche notwendige Leistung zugrunde gelegt wird. Umgekehrt verhält es sich auch mit sog. Annäherungswerten, die ebenfalls nicht anhand der erforderlichen Leistung zu einer Berechnung von Stellen führt. Wiederum geben andere Berechnungsarten vor, die tatsächliche Leistung ermitteln zu wollen, sodass eine kritische Betrachtung notwendig ist.

Da die Personalkosten einen hohen Anteil an den Gesamtkosten haben, müssen Personalkosten und intensivmedizinisch-pflegerische Ziele vor dem Hintergrund eines Krankenhausbudgets vertretbar sein. Budgetierung, Qualitätssicherung und Zielversprechen in Form von Leitbildern stehen sich hier aber inzwischen durchaus gegenüber, statt sich zu ergänzen. Ethische Grundsatzfragen gewinnen in diesem Kontext zunehmend an Bedeutung.

2.2.2 Personalbedarfsberechnung im historischen Verlauf

Durch die rasante Entwicklung der medizinisch-pflegerischen und technischen Möglichkeiten ist das Aufgabengebiet in der Intensivpflege wie auch in der Anästhesie immer komplexer geworden, womit immer mehr Personal erforderlich wurde. Anspruch und Wirklichkeit bezüglich der Personalausstattung sind somit seit Jahren Streitpunkt in den Budgetverhandlungen zwischen Vertretern der Kliniken und der Krankenkassen. Durch fortwährende gesundheitspolitische Veränderungen ergaben sich im Laufe der Zeit immer wieder neue Perspektiven zur Personalausstattung. Eine tatsächliche bundesweite Einigung fand jedoch nie statt.

1969 bis 1993

Mit den Anhaltszahlen der Deutschen Krankenhausgesellschaft (DKG) von 1969 wurden erstmals Planstellen für Intensivstationen und Anästhesieabteilungen ermittelt. Diese Berechnungsart hatte einen Empfehlungscharakter, war also nicht bindend. Auch das 1982 in Kraft getretene Krankenhausfinanzierungsgesetz scheiterte aus Kostengründen. Aus dem angloamerikanischen Raum stammende Score-Systeme sollten durch eine detaillierte Aufstellung medizinisch notwendiger Maßnahmen eine Grundlage zur Berechnung von Planstellen ergeben. Doch viele dieser Score-Systeme konnten sich nicht durchsetzen, da sie kein Abbild der intensivtherapeutischen Versorgung in bundesdeutschen Kliniken darstellten. Ein Score (TISS) erlangte Interesse und wurde in den Folgejahren auch zur Stellenplanberechnung genutzt.

1993 bis 2004

Durch das Gesundheitsstrukturgesetz von 1993 erhielten die Kliniken vermehrt leistungsbezogene Vergütungen (Sonderentgelte, Fallpauschalen), in denen bereits Kosten für die Personalbesetzung enthalten waren. Die seinerzeit eingeführte und inzwischen wieder abgeschaffte Methode der Pflegepersonalregelung galt nicht für Intensivstationen. Mit der Gesundheitsreform 2000 ist das System der dualistischen Finanzierung durch ein fallpauschalierendes Entgeltsystem (diagnosis related groups, kurz DRG) 2004 abgelöst worden. Da in diesem System ausschließlich diagnosebezogene (medizinische) Daten und Kosten abgelichtet werden, die nicht die Pflegeintensität widerspiegeln, bleiben Bestrebungen, auch pflegerelevante Leistungen in diesem System zu integrieren, unverändert erhalten.

Es wird deutlich, dass im Lauf von mehreren Jahrzehnten eine Reihe von Möglichkeiten entwickelt worden sind, mit denen eine leistungsorientierte Besetzung der Intensivstationen möglich gewesen wäre. Begrenzt aber waren und sind diese Möglichkeiten noch immer durch politischen Willen. In 2014 sind Anpassungen der Stellenpläne politisch in Aussicht gestellt worden, womit sich die Rahmenbedingungen in der Pflege verbessern sollen.

2.2.3 Berechnungsmethoden und Scores zur Ermittlung des Personalbedarfs

Anhaltszahlen der DKG

► **Patientenkategorien.** Zur Quantifizierung von Planstellen wurden Intensivpatienten in 2 Kategorien erfasst:

1. **intensivüberwachungsbedürftige Patienten** (Versorgung und Pflege von Frischoperierten nach schwierigen Eingriffen, Schwerverletzten und Schwerkranken bis zur Überwindung der kritischen Phase der Erkrankung) und
2. **intensivbehandlungsbedürftige Patienten** (Behandlung und Pflege von Schwerkranken, Schwerverletzten und Vergifteten, deren vitale Funktionen gefährdet oder gestört sind und durch besondere Maßnahmen aufrechterhalten und/oder wiederhergestellt werden müssen).

► **Zeitfaktoren.** Beiden Patientenkategorien wurden jeweils Zeitfaktoren zugeordnet, die sich aus 4 normativen Werten für den Gesamtpflegezeitaufwand zusammensetzte: Grundpflege, Behandlungspflege, Verwaltungs- und Versorgungsaufgaben sowie Hausarbeitsdienste.

► **Gesamtpflegezeitaufwand.** Somit betrug der Gesamtpflegezeitaufwand für:
- Intensivüberwachung zwischen 175–350 Min. pro Patient/Tag,
- Intensivbehandlung zwischen 525–700 Min. pro Patient/Tag.

Demnach war eine Pflegekraft im Rahmen der Intensivüberwachung zuständig für 1,0 bis 1,9 Betten, bei intensiv zu behandelnden Patienten für 0,5–0,7 Betten.

Auswirkungen

Diese Methode hatte von vornherein 3 Kardinalprobleme.
1. Da eine tatsächliche Zeitmessung fehlte, wurde der Pflegeaufwand lediglich geschätzt.
2. Die Gewichtung der pflegerischen Interventionen fiel deutlich geringer als die der medizinischen Maßnahmen aus.
3. Die Kategorisierung der pflegerischen Maßnahmen war sehr unspezifisch.

Mit der medizinisch-technischen Entwicklung ergaben sich immer mehr Beatmungsindikationen und -fälle, die dazu führten, dass der Pflegezeitaufwand für beatmete Patienten als Beatmungsstunden in die Berechnung mit aufgenommen wurde. Mag diese Gewichtung anfangs vielleicht richtig gewesen sein, war wenig später unstrittig, dass nicht mehr oder noch nicht beatmete Patienten durchaus aufwändiger zu versorgen sein konnten. Für die Berechnung von Planstellen blieben diese Aufwendungen allerdings unberücksichtigt. Intensivstationen mit weniger beatmeten Patienten mussten folgerichtig mit weniger Planstellen auskommen.

Um diesem Dilemma zu entkommen versuchte man durch Nutzung von Scoresystemen eine präzisere Pflegeaufwandserhebung zu ermöglichen.

Score-Systeme

Score-Systeme sind Messverfahren, mit denen in der Intensivtherapie die Krankheitsschwere von Patienten objektiviert eingeschätzt werden soll. Komplexe Situationen werden auf wesentliche Parameter reduziert, denen man Punktzahlen (engl.: scores) zuordnet. Durch Addition der Punkte aller Parameter ergibt sich abschließend eine Summenzahl. Mit den schweregradbezogenen und prognostisch einsetzbaren Scoring-Systemen können z. B. Aussagen
- zur Vitalität (Apgar-Score),
- zu Prognosen der Organfunktionen und Überlebenswahrscheinlichkeit eines Patientenkollektivs mit gleicher Punktezahl wie z. B. mit
  - APACHE I-III (**a**cute **p**hysiology **a**nd **ch**ronic **h**ealth **e**valuation) oder mittels
  - SOFA (**s**epsis-related **o**rgan **f**ailure **a**ssessment) sowie
  - SAPS (**s**implified **a**cute **p**hysiology Score) getroffen werden.

Ebenso kann die Therapiebedürftigkeit z. B. mittels TISS (**t**herapeutic **i**ntervention **s**coring **s**ystem) ermittelt werden. Unter rein medizinischer Betrachtung stellen Score-Systeme ein potenzielles Hilfsmittel zur
- Klassifizierung der Verletzungs- bzw. der Erkrankungsschwere,
- Verlaufsbeurteilung am Einzelpatienten,
- Evaluierung von Therapieverfahren und zur
- Qualitätskontrolle und -sicherung dar.

Diese Systeme wurden aber nicht zur pflegerischen Personalbemessung konstruiert und demnach bilden sie auch nicht den pflegerischen Aufwand für einen Patienten wider. Folgerichtig taugen sie auch nicht zur Personalbemessung, da zur Nutzung von Score-Systemen notwendigerweise Reliabilität (Zuverlässigkeit), Validität (Gültigkeit), Praktikabilität und klinische Relevanz gegeben sowie spezielle Probleme bei der Interpretation der Werte bekannt sein müssen. Dennoch sollte eines dieser Score-Systeme zur Berechnung von Stellenplänen genutzt werden.

TISS

Das von Cullen 1974 entwickelte und publizierte **T**herapeutic **I**ntervention **S**coring-**S**ystem ist ein Prototyp eines therapieorientierten Punktesystems. Intensivmedizinische therapeutisch-pflegerische Maßnahmen zur Überwachung und Therapie wurden nach dem Ausmaß ihrer Aggressivität und Komplexität unter den Überschriften Diagnostik, Infusion/Transfusion, Medikation, Behandlung, Pflege und Sonstige mit steigenden Punktwerten von 1 bis 4 belegt. Alle notwendig gewordenen und mit Punkten versehenen Maßnahmen ergeben in der Summe den Gesamtscore. Die zugrunde liegende Annahme besagte:
- Je höher der Gesamtscore, desto schwerer die Erkrankung, desto höher der therapeutische Aufwand.
- Je schwerer die Erkrankung, desto schlechter die Prognose.

Da zwischen Schwere der Erkrankung und Pflegeaufwand eine Korrelation angenommen wurde, war Cullen der Meinung, mit TISS auch Stellen berechnen zu können. So übernahm man in Deutschland (Steinbereithner et al. 1980) das TISS-Konzept und versuchte damit den Stellenplan von Intensivpflegenden zu ermitteln. Anhand der Überschriften des Bewertungssystems allein fallen mehrere Aspekte auf:
1. die Gewichtung von medizinischen Maßnahmen,
2. das Auslassen von einigen intensivpflegerischen Leistungsmerkmalen,
3. die zufällige Gewichtung der Punkte,
4. der fehlende Zusammenhang von medizinischer Intervention (TISS-Punkt) und tatsächlichem pflegerischem Zeitaufwand pro Leistung.

So gut der Ansatz gerade für die Zuordnung der Behandlungsbedürftigkeit war, so schlecht war TISS für die Berechnung von Planstellen.

TISS 28

Dinis Reis Miranda et al. (1997) wollten das System optimieren und reduzierten das Paket von 76 zu bewertenden Maßnahmen auf 28. Auch hier wurden für die einzelnen Maßnahmen 1 bis 4 Punkte vergeben. Folglich bedeutete ein Gesamtpunktwert von
- 10 –19 Intensivüberwachung,
- 20–39 Intensivpflege und
- 40–50 Punkte eine maximale Intensivtherapie.

Daraus resultierten 4 Kategorien; aus denen der Personalbedarf abgeleitet werden sollte.
- Patienten der Kategorie 1 (0–9 Punkte) wurden prinzipiell nicht als intensivpflichtig angesehen. Ausnahme: Überwachung eines Patienten zum Ausschluss eines Myokardinfarkts. Vorgesehener Personalseinsatz: 1:4.
- Patienten der Kategorie 2 wurden ebenfalls in der Relation von 1:4 versorgt, wenn fachweitergebildetes Personal vorgehalten wurde.
- Patienten der Kategorie 3 wurden, wenn hämodynamisch stabil, im Verhältnis 1:2 versorgt.
- Patienten der 4. Kategorie erfuhren eine 1:1-Versorgung.

Planstellen wurden also nur indirekt ermittelt und das mit einem Mangel an pflegespezifischen Maßnahmen in diesem System. Administrative Tätigkeiten (Erstellung von Dienstplänen, Bestellungen, Telefonate), Gespräche mit Patienten und Angehörigen, Maßnahmen bei Neuauf-

nahme und Verlegung von Patienten, Zeiten für notwendige Dokumentationen, Übergabe- und Teambesprechungen, Fortbildungen sowie die Versorgung verstorbener Patienten wurden nicht als Maßnahmen berücksichtigt.

Es stellte sich ebenso die Frage, ob jede Pflegekraft aus den bestehenden Problemen auch alle notwendigen pflegerischen Maßnahmen gleich generiert. Anhand von Kritiken aus pflegerischer Perspektive versuchte Miranda mittels einer Studie zu verdeutlichen, ob die Einstufungskriterien ausreichend seien, um gleiche pflegerische Handlungen zu initiieren. Das Ergebnis: Einige Maßnahmen wurden von unterschiedlichen Personen gleich abgeleitet, andere hingegen wurden auch völlig unterschiedlich anhand der therapeutischen Kriterien bewertet.

Das Ergebnis macht deutlich, dass unterschiedliche Qualifikationen, die notwendigerweise berücksichtigt werden müssen, zu unterschiedlichen Handlungsmustern führen können. Im Sinne einer professionellen Versorgung sollte diese Spannbreite an Möglichkeiten allerdings ausbleiben. Parallel sind die zufälligen Punktgewichtungen nicht verändert worden, womit eine echte zeitliche Erfassung des tatsächlichen Leistungsumfangs nicht erfolgt ist.

Auswirkungen

Es zeigte sich, dass Intensivstationen, die nach TISS berechnet wurden, z. T. schlechter besetzt waren als Stationen, die nach modifizierten Anhaltszahlen berechnet wurden. So umstritten TISS war, ergeben sich bei Gebrauch des Scores dennoch Vorteile, da mit TISS

- effektive individuelle Personalbelastungen und
- Belastungen der Abteilung im Zeitverlauf darzustellen sind,
- individuelle, an die Qualifikation und Pflegebedürftigkeit angepasste Personaleinsatzplanung vorzunehmen und
- die Pflegebedürftigkeit des Patienten bei der Entlassung aus dem Intensivbereich transparenter zu gestalten sind.

Damit wird TISS auch heute noch zur internen Steuerung von Prozessen genutzt, da es im Zusammenhang mit SAPS Indikatoren für eine intensivmedizinische Komplexbehandlung liefert und somit für die Abrechnung nach DRGs genutzt wird.

Nine Equivalents of Nursing Manpower Use Score (NEMS)

Ein in mehreren europäischen Ländern getestetes und von der Foundation for Research on Intensive Care unterstütztes Verfahren ist der NEM-Score. Es handelt sich herbei um eine Vereinfachung des TISS, bei dem 9 Gruppen von notwendigen Interventionen zu Grunde liegen. Vergeben werden zwischen 0 und maximal 56 Punkte. Die Betrachtung richtet sich hierbei auf

- Basismonitoring (9),
- intravenöse Medikationen (6),
- Beatmung (12),
- Unterstützung der Atmung bei Intubation (3),
- Unterstützung des Kreislaufs mit vasoaktiven Substanzen:
  - ein Medikament (7) oder
  - mehrere Medikamente (12),
- Nierenersatzverfahren (6),
- spezifische Interventionen auf der Intensivstation wie Intubation, Schrittmacheranlage, Kardioversion, Endoskopien und Notfall-OPs innerhalb von 24 Stunden (5),
- spezifische Maßnahmen außerhalb der Intensivstation wie notwendige diagnostische Untersuchungen (6).

Die in Klammern angegebenen Zahlen stellen die maximalen Punktwerte dar.

Auch in diesem System lassen sich aus den Darstellungen zahlreiche pflegerische Interventionen generieren, werden jedoch nicht in den Mittelpunkt einer Pflegeleistungserhebung gerückt, womit keine adäquate Berechnung von Planstellen gelingen kann. Das System ist in Deutschland nicht verbreitet.

LEP – Leistungserfassung in der Pflege

Das in der Schweiz Ende der 1980er Jahre entwickelte System mit dem Akronym **LEP** bedeutet „**L**eistungs**e**rfassung in der **P**flege“ und stellt primär ein Management- und Kontrollinstrument für die Pflege dar, dessen Methode u. a. darin besteht, Maßnahmen und Prozeduren des Pflegeaufwands statistisch zu erfassen.

Dadurch, dass v. a. auch Pflegende selbst an der Entwicklung beteiligt waren, ging man davon aus, dass LEP ein Garant dafür sein könnte, dass tatsächliche pflegerelevante Eckdaten in diesem System integriert sind. Es ist nicht starr, sondern wird fortlaufend angepasst. Eines der Ziele lautete, das System so zu konzipieren, dass es auch auf der Basis eines EDV-basierten Dokumentationssystems zur Abbildung des Pflegeprozesses dienen kann, womit nicht nur eine Grundlage zur Berechnung von Stellen geschaffen wäre. Das ist in der Schweiz inzwischen mit der 3. Fassung auch gelungen, womit zahlreiche Ergebnisse darstellbar sind und Aufschlüsse darüber geben, welche Leistungen in der Intensivpflege in die Fallpauschalen mit einfließen können.

Funktionsweise

Alle durchgeführten Pflegemaßnahmen auf der Intensivstation werden von Pflegenden täglich in allen 3 Schichten zeitnah dokumentiert. Das hierfür zur Verfügung stehende Klassifikationssystem enthält sog. Pflegevariablen (Tätigkeiten), die wiederum in Kategorien als Variablengruppe zusammengefasst sind. Diese Daten werden anschließend mittels Zahlencode ausgewertet. Jede Variable ist mit Beispielen in einem Katalog hinterlegt. Alle Handlungen sind mit nicht veränderbaren Zeitwerten belegt, sodass bei der Summierung aller Maßnahmen bei allen Patienten der Gesamtpflegeaufwand mit einem Zeitfaktor ermittelt wird. Somit kann einerseits die Summe des Pflegeaufwandes einer Abteilung erfasst werden, andererseits die gesamte Arbeitszeit der Pflegenden. Der Unterschied zwischen Pflegeaufwand und dieser Personalzeit beinhaltet alle übrigen Tätigkeiten, die im Rahmen der Patientenversorgung nicht direkt zugeordnet werden können. Dazu gehören Administration, Pausen und Praxisanleitung für neue Mitarbeiter, Fachweiterbildung und Ausbildung. Die Differenz zwischen beiden Tätigkeitskriterien wird als C-Wert bezeichnet und in Prozent dargestellt. Dabei steht ein kleinerer C-Wert als Hinweis für eine höhere, und ein sehr großer C-Wert für eine geringe Belastung. Mittels dieser Informationen lässt sich die Steuerung des Personaleinsatzes optimieren.

Nutzen

Dieses System dient

- der Kostenrechnung,
- der Kostentransparenz sowohl für die interne klinische Budgetierung als auch als Nachweis gegenüber Dritten (Krankenkassen usw.),
- der Steuerung von Abteilungen anhand von darstellbaren Arbeitsbelastungen in den Diensten,
- der Stellenplanberechnung.

Anwendbarkeit

Dieses nahezu flächendeckend in den Kliniken der Schweiz etablierte System wurde in Deutschland im Rahmen einer multizentrischen Pilotstudie überprüft und anhand von ¼ Million erfassten Pflegeleistungen auf inhaltlicher und sprachlicher Ebene angepasst. Dennoch hat sich das System in Deutschland bisher nicht durchsetzen können und wird nur wenig (in ca. 50 Kliniken) genutzt.

Diagnosis Related Groups (DRG)

Mit der Gesundheitsreform 2000 wurde die bisherige duale Finanzierung durch ein fallpauschaliertes Entgeltsystem abgelöst. Grundlage für die Entwicklung eines deutschen DRG-Systems waren die Australian refined diagnosis-related Groups.

Definition

Diagnosis Related Groups (DRGs) sind ein ökonomisch-medizinisches Patientenklassifikationssystem, womit das Budget einer Klinik durch entstehende Kosten pro Fallgruppe ermittelt wird.

Entscheidende Kriterien für die Zuordnung des Falles zu einer diagnosebezogenen Fallgruppe sind

- die Hauptdiagnose,
- in der Klinik erfolgte Therapien (Diagnostik, Operationen usw.),
- Komplikationen und Co-Morbiditäten, die den Behandlungsverlauf maßgeblich beeinflussen, sodass ihnen zeitliche Aufwende und damit Kosten zuzuordnen sind,
- Beatmungsstunden,
- Verweildauer, Aufnahmeart (Einweisung, Verlegung) und Entlassart (nach Hause, Reha, Tod),
- Alter und Geschlecht der Patienten sowie Geburts- bzw. Aufnahmegewicht bei Frühgeburten und Säuglingen.

Mittels dieses Systems werden alle Krankenhausfälle auf Basis ihrer Diagnosen und tatsächlich erfolgten Therapien in Fallgruppen klassifiziert und gemäß ihrem erforderlichen ökonomischen Aufwand bewertet. Folglich unterscheiden sich die DRGs anhand ihres klinischen Inhalts und Ressourcenverbrauchs, womit sie die Basis für die Finanzierung, Budgetierung und Abrechnung von Krankenhausleistungen bilden. Dieses Klassifikationssystem wird jährlich mit den jeweils aktualisierten Diagnose- und Prozedurenschlüsseln angepasst. Damit sind alle Kosten von der Aufnahme bis zur Entlassung des Patienten in einer Fallpauschale enthalten. Pflegerische Leistungskosten werden in diesem System nur bedingt als Pflegenebendiagnose kostenrelevant berücksichtigt. Intensivpflegerische Leistungen oder auch die der Fachpflege in der Anästhesie bleiben unberücksichtigt. Dieses Abrechnungssystem ist nach diversen Anpassungen für alle Kliniken verbindlich, sodass alle Planstellen einer Klinik damit finanziert werden. Nach interner Analyse ist das Budget im Sinne eines Stellenschlüssels zu verteilen.

2.3 Personalmanagement

Zu den Aufgaben von Pflegenden gehört seit Jahren auch die professionelle Wahrnehmung von Führungsaufgaben in den Spannungsfeldern von Intensivstationen und Anästhesie-, OP-Abteilungen. Das Spannungsfeld ist gekennzeichnet durch 2 Pole:

- auf der einen Seite stehen noch immer alte Vorstellungen von Führung, veraltete Theorien und z. T. unzureichende Personalentwicklungskonzepte,
- auf der anderen Seite steht die anhaltende Krise im Gesundheitssystem mit der Ausweitung des gesamten Leistungsangebots bei unveränderter Verknappung ökonomischer Ressourcen.

Hinzugekommen sind inzwischen deutliche Fluktuationen und reduzierte Ausbildungsangebote, sodass weniger Personal mehr zu leisten hat. Ein Zuwachs an Aufgaben und kürzere Verweilzeiten bedeuten mehr Arbeit in weniger Zeit. Dadurch, dass Komplexität und Dynamik zunehmen (man bezeichnet diesen Zustand als **Dynaxität**), wird bereits hier sehr deutlich, welche Qualität an Führung zur Verfügung stehen muss, um die Leistungsfähigkeit einer Abteilung erhalten oder sogar steigern zu können.

Hinzu gekommene gestiegene Erwartungen der Patienten bzgl. der Versorgungsqualität sowie Versprechungen durch Leitbilder seitens der Kliniken unterstreichen das erforderliche Potenzial an Führungskompetenz. Das bedeutet, dass Mitarbeiter in Führungspositionen mehr denn je ihre Führungsaufgaben professionell erlernen und ausüben müssen. Nur so können die Ziele des Unternehmens Krankenhaus wahrgenommen und adäquat umgesetzt werden. Die Übertragung einer Führungsposition an jemanden, der nur lange genug in der Abteilung ist und in seinem Arbeitsbereich über eine spezifische Fachkompetenz verfügt, muss der Vergangenheit angehören. Die Annahme, ausschließlich per Amtsautorität Führung wahrnehmen zu können, ist damit überholt.

Darüber hinaus verlangt die Vielzahl der unterschiedlicher Berufsgruppen und Tätigkeiten u. a. die Kompetenzen Kooperations- und Delegationsfähigkeit. Die sich schnell verändernden Versorgungssituationen erfordern darüber hinaus eine Ambiguitätstoleranz, d. h. die Fähigkeit, sich schnell und mit geringem Unbehagen an neue, instabile Situationen anzupassen.

2.3.1 Bedeutung von Führung

Führung stellt immer eine wechselseitige Interaktion dar und geschieht nicht zufällig, sondern absichtsvoll und geplant unter Berücksichtigung mehrerer Aspekte.

Zu den Hauptfragen gehören: Welche Ziele sollen mit welchen Mitarbeitern, mit welchen Mitteln, in welcher Zeit und unter welchen Bedingungen erreicht werden? In diesem Zusammenhang werden mehrere Tätigkeiten postuliert:

- Organisation der Personaleinsatzplanung
- Sicherung der Pflegequalität
- Gestaltung der Beziehungen
- Personalentwicklung

Ärztliche und pflegerische Mitarbeiter nehmen auf der Intensivstation sehr ähnliche Aufgaben für unterschiedliche Berufsgruppen wahr. Während der ärztliche Leiter die Gesamtverantwortung für alle medizinischen Interventionen trägt und zuständig ist für die Einsatzplanung und Aufsicht von nachgeordneten Kollegen, bestimmt die pflegerische Leitung die Zuordnung des Pflegepersonals und ist verantwortlich für alle Pflegeinterventionen sowie für Fragen der Personalentwicklung, der Fort- und Weiterbildung des Pflegepersonals. Ärzte und Pflegende sind gemeinsam verantwortlich für die Koordination beider und anderer Berufsgruppen.

Merke

Kooperation sowie eine professionelle Beziehungsgestaltung im inneren System (Team und Patient) wie im äußeren System (Angehörige und andere Berufsgruppen) sind die Basis für ein funktionierendes Gesamtsystem.

Definitionsgemäß bedeutet Führung ein systematisches und zielorientiertes Einwirken auf eine Person oder Gruppe. Der Begriff „zielorientiert" beinhaltet die unternehmerischen Ziele sowie die mitarbeiterorientierten Ziele, womit die Interdependenz (wechselseitige Abhängigkeit) verdeutlicht wird.

Der zweite Aspekt der Definition von Führung heißt „systematisch einwirken". Führung geschieht also nicht zufällig, sondern absichtsvoll nach klaren Kriterien. Folglich müssen Führende eine konkrete Vorstellung haben, welche Ziele sie mit welchen Mitteln, in welcher Zeit, mit welchen Mitarbeitern und unter welchen Bedingungen erreichen wollen. Führung unterliegt dabei einem Regelkreis, in dem sich spezifische Aufgaben gegenseitig bedingen (▶ Abb. 2.6).

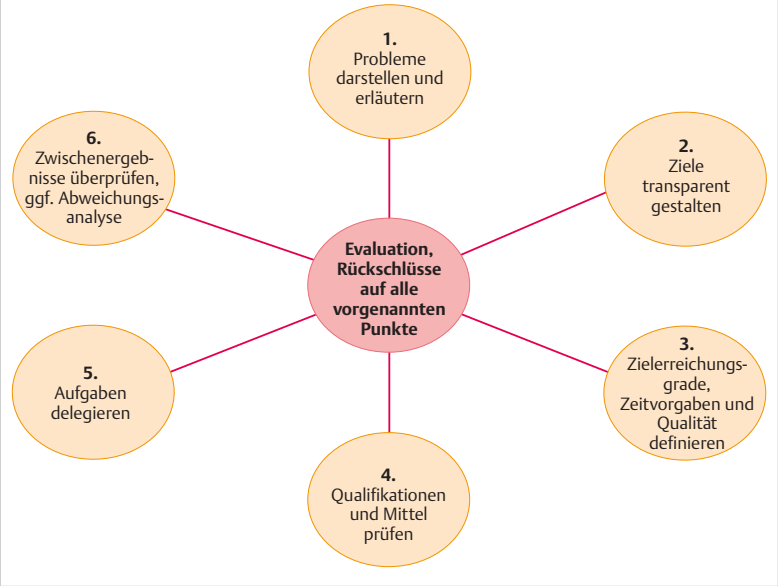


Abb. 2.6 Führung unterliegt einem Regelkreis, in dem sich spezifische Aufgaben gegenseitig bedingen.

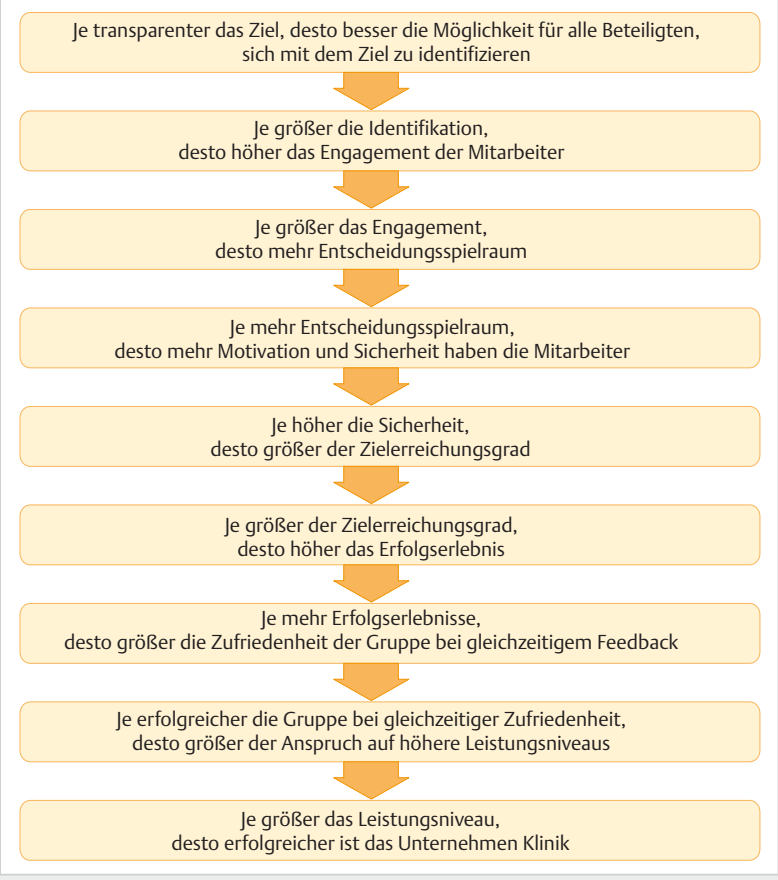


Abb. 2.7 Wechselbeziehung von Führung, Zufriedenheit und Zielerreichung. Diese Auswirkungen verlaufen alle unter dem Aspekt einer ständigen Kommunikation, in der Führender und Geführter sich gegenseitig informieren.

2.3.2 Kooperativer Führungsstil und Zielerreichung

Mitarbeiter in Führungspositionen können von unterschiedlichen Führungsstilen Gebrauch machen, wobei zwischen autoritären und kooperativen Führungsstilen unterschieden wird. Einen Königsweg für die Mitarbeiterführung gibt es nicht, jedoch ist klar, dass die Prinzipien des kooperativen Führungsstils gegenüber dem autoritären deutliche Vorteile haben.

Der **kooperative Führungsstil** ist gekennzeichnet durch

- eine Kultur des gegenseitigen Respekts,
- ein Klima mit offener Kommunikation,
- Mitsprachemöglichkeit und Entscheidungsteilhabe der Mitarbeiter und
- das Zulassen von Ideen und Kritik.

Vorteile ergeben sich im Wesentlichen dadurch, dass Führungskraft und Mitarbeiter sowohl in der Entwicklung von Ideen als auch in der Umsetzung von Maßnahmen eng zusammenarbeiten und sich mit ihren Kompetenzen ergänzen. Der auf Mitbestimmung ausgerichtete Führungsstil erfordert neben guten Informationen und Transparenz eine Delegation von Verantwortung, wodurch die Motivation der Mitarbeiter unterhalten wird. Parallel wird dadurch die Eigeninitiative und Kreativität aller Mitarbeiter gefördert. Damit hat die Führungskraft die Aufgabe dafür zu sorgen, dass alle an einem Strang ziehen, womit das Erreichen von Zielen mit guten Ergebnissen besser erreicht wird. Umgekehrt haben Mitarbeiter unter diesen Voraussetzungen die Chance, ihre Potenziale gewinnbringend für alle einzubringen. Gleichzeitig wird die Führungskraft durch die Übernahme von Verantwortlichkeiten entlastet und kann sich anderen administrativen Aufgaben zuwenden.

Führung durch Zielsetzung ist eine Variante des kooperativen Führungsstils und stellt die umfassendste Führungsmethode unter dem Stichwort „Führung durch Zielvereinbarung“ oder auch als „Management by Objectives“.

Damit wird einerseits die Beteiligung der Mitarbeiter an der Festlegung von Zielen verdeutlicht und andererseits die mitarbeiterorientierten und aufgabenbezogenen Ziele (weitestgehend) in Einklang gebracht. Das bedeutet, dass neben der Leistung eben auch die Zufriedenheit der Mitarbeiter eine entscheidende Rolle spielt.

▶ Abb. 2.7 verdeutlicht die wechselseitige Beziehung der Begriffe Ziele, Zufriedenheit und Leistung. Die Form des kooperativ-partizipativen Verhaltens zeigt deutlich die enormen Vorteile zur Freisetzung von Potenzialen und zur Erreichung von Zielen auf.

2.3.3 Führungsaufgaben in Intensivpflege und Anästhesie

Jeder Auftrag zur Patientenversorgung sowie weiterreichende Ziele einer Abteilung beinhalten eine Fülle von Führungsaufgaben, die parallel zu den 3 Kriterien der Qualitätssicherung stehen:

- Sicherung der Strukturqualität
- Sicherung der Prozessqualität
- Sicherung der Ergebnisqualität

Sicherung der Strukturqualität

Die Strukturqualität wird gesichert durch

- Pflegepersonalbedarfsermittlung in quantitativer und qualitativer Form,
- Personaleinsatzplanung (Dienstplangestaltung und täglicher Einsatz) unter Berücksichtigung von Qualifikationen (prospektive Qualitätseinschätzung),
- Konzeptentwicklung und -nutzung zur Anleitung neuer Mitarbeiter,
- Analyse und Sicherstellung des Bedarfs von Anlage- und Gebrauchsgütern,
- regelmäßige Angebote zu Fortbildungen (abteilungsintern oder via IBF),
- regelmäßige Besprechungen zur Förderung der Teambildung,
- Organisation des Notfalldienstes,
- Einrichten und Durchführung von Pflegevisiten.

Sicherung der Prozessqualität

Die Prozessqualität wird gesichert durch

- Verdeutlichung der Ziele,
- direkte Zuordnung von Personal im Kontext von Pflegebedürftigkeit und erforderlicher Qualifikation,
- Delegation von Aufgaben analog zur Qualifikation der jeweiligen Mitarbeiter,
- Personalentwicklung durch:
  - Analyse der Ist-Qualifikation und Durchführung zielgerichteter Anleitungen und Fortbildungen,
  - Einführung neuer Mitarbeiter in Organisationsaufbau und -ablaufstrukturen,
  - Einführung in Handhabung von Pflegeleitlinien (-standards) und Dokumentation
  - Förderung der Mitarbeiter z. B. durch Pflegevisite – Überprüfung der Behandlungspfade bei gleichzeitiger Feststellung des Personalentwicklungsprozesses und der Versorgungsergebnisse (gleichzeitige Qualitätseinschätzung),
  - intermittierende Simulation des Notfalls (Megacode-Training),
- Geräteeinweisungen gemäß des Medizin-Produkte-Gesetzes (MPG),
- Anpassung der Dokumentation,
- Führen von Feedback- und Mitarbeitergesprächen (360-Grad-Gespräche).

Sicherung der Ergebnisqualität

Die Ergebnisqualität wird erreicht durch

- zeitgleiche und retrospektive Überprüfung von Dokumentationen (Pflegeberichte),
- Kontrolle des Entwicklungsstands der Mitarbeiter (Grad der Qualifikation),
- Qualitätskontrolle der Patientenversorgung (Gesundungsprozess und Zufriedenheitsgrad),
- Evaluation von Teil- sowie Abschlussergebnissen,
- Berücksichtigung eines Beschwerdemanagements,
- Reflexion von daraus erzielten Erkenntnissen in Teambesprechungen,
- Durchführung von Fallbesprechungen.

2.3.4 Förderung personeller Ressourcen

Durch die gerade angesprochenen Struktur-, Prozess- und Ergebniskriterien sollte die Personalentwicklung eine besondere Beachtung finden und keineswegs dem Zufall überlassen bleiben. Nach der Einstellung des quantitativ erforderlichen Personals erfolgt eine Prüfung der Ist-Qualifikation, um zielorientiert und systematisch Führung im Sinne der Personalentwicklung wahrzunehmen. Gemäß der Beschreibung von Patricia Benner (1997) verfügt eine Abteilung i. d. R. über Mitarbeiter, die 5 Entwicklungsstufen zuzuordnen sind:

1. Anfänger (Krankenpflegeschüler)
2. fortgeschrittene Anfänger
3. kompetente Pflegende (3 Jahre im gleichen Arbeitsbereich)
4. fortgeschrittene kompetente Pflegende
5. Experten

Diese Kompetenzstufen müssen generell bei der Erstellung des Dienstplans beachtet werden, sodass eine vertretbare, „gesunde" Durchmischung von Mitarbeitern unterschiedlicher Kompetenzstufen erzielt wird, um eine fachgerechte Versorgung der Patienten zu gewährleisten. Der periodischen Dienstplangestaltung folgend werden im täglichen Dienst die Mitarbeiter mit entsprechender Qualifikation gemäß des Versorgungsaufwands der Patienten zugeordnet. Dabei gilt: Je höher der Schwierigkeits-(Versorgungs-)grad desto höher sollte die zuzuordnende Qualifikation des betreuenden Mitarbeiters sein.

In diesem Kontext spielt der Begriff des situativen Führungsstils nach Hersey & Blanchard eine entscheidende Rolle. Sie verstehen unter Führungsstil ein langfristig relativ stabiles situationsinvariantes Verhaltensmuster eines leitenden Mitarbeiters. Demnach gilt, dass die alleinige Variable für die Abbildung der Führungssituation der Reifegrad (manturity level) oder der Entwicklungsgrad (development level) ist. Der Reifegrad wird definiert durch aufgabenspezifische Fähigkeits- und Bereitschaftsindikatoren, die Eingang gefunden haben in ein Instrument zur Messung unterschiedlicher Reifegrade.

► **Anleitung von Mitarbeitern.** Gleichzeitig sollte sich im Dienstplan ein Konzept zur Anleitung von Mitarbeitern wieder finden, das die Personalentwicklung von Mitarbeitern mit einerseits noch geringerer Qualifikation durch Zuordnung von Mitarbeitern mit einer höheren garantiert. Andererseits sollte sich der Führende bewusst sein, dass auch erfahrene Mitarbeiter sich auf dem Weg zum Experten befinden und begleitet werden müssen und damit die in der ► Abb. 2.8 zu findenden Aufgaben zu übernehmen hat.

Ausgebildete Mentoren/Praxisanleiter, die auch Experten ihrer Abteilung sind, sollten gemäß ihrer hohen Kompetenz die durch die Leitung verdeutlichten Ziele mit einem hohen Handlungs- und Entscheidungsspielraum verfolgen können. Zwischen Leitung und Mentoren/Praxisanleiter finden diesbezüglich kontinuierliche Informationsgespräche statt.

Die Einbindung neuester Erkenntnisse, die Mitarbeiter in Fort- und Weiterbildungen, in Seminaren und auf Kongressen erwerben, rundet bzgl. der Förderung personeller Ressourcen das Kontingent an Führungsaufgaben ab. Kurzvorträge nach einer Übergabe oder im Rahmen von Dienstbesprechungen bilden ein Plateau zur internen Fortbildung im engsten Sinne.

Status des Mitarbeiters	wenig Kompetenz	einige Kompetenz	hohe Kompetenz	hohe Kompetenz
	hohes Engagement	wenig Engagement	schwankendes Engagement	hohes Engagement
Maßnahmen des Führenden	dirigieren	trainieren	sekundieren	delegieren
entwicklungsfähig →				**entwickelt**

Abb. 2.8 Direkte Maßnahmen des Führenden im Rahmen der Personalentwicklung.

2.3.5 Optimierung der Interaktion mit anderen Berufsgruppen

Eine weitere Schlüsselrolle in der Optimierung der Patientenversorgung spielen auch Mitarbeiter anderer Abteilungen und Berufsgruppen, die an der Versorgung maßgeblich beteiligt sind. Aufgaben der Führung bestehen hier darin, Ablaufstrukturen mit beteiligten Kollegen so weit zu verbessern, dass z. B. unnötige Wartezeiten (z. B. Radiologie) entfallen oder gerade eingeleitete pflegerische Maßnahmen durch unkoordinierte Therapien nicht wieder aufgehoben werden müssen.

Gleiche Kriterien sind notwendig in der Interaktion mit ärztlichen Mitarbeitern. Hier ist eine Absprache mit dem ärztlichen Leiter der Intensivstation bzw. der Anästhesie erforderlich.

► **Ärztliche Leitung.** Der ärztliche Leiter verfügt über die Gesamtverantwortung einer Abteilung und gleichzeitig über eine fachliche Weisungsbefugnis. Das bedeutet, dass er verantwortlich ist für nachgestellte **ärztliche** Mitarbeiter sowie für die Ausrichtung der Behandlungsstrategien. Pflegenden gegenüber obliegt ihm die Weisungsbefugnis hinsichtlich diagnostischer und therapeutischer Maßnahmen.

► **Pflegerische Leitung.** Sie ist verantwortlich für alle ihr zugeordneten Mitarbeiter und damit weisungsbefugt in allen fachlichen und strukturellen Belangen pflegerischen Handelns.

Idealerweise führen beide Leitungen regelmäßige Besprechungen durch, um die für die Abteilung gesetzten Ziele gemeinsam zu erreichen.

Im Rahmen der Anästhesie ist es z. B. wünschenswert, dass bei der Besetzung der OP-Säle eine gemeinsame Zuordnung von Mitarbeitern stattfindet, sodass nicht möglicherweise gleichzeitig eine Besetzung mit 2 neuen Mitarbeitern im gleichen Saal erfolgt und beide fortlaufend durch 2 weitere Kollegen supervidiert werden müssen.

2.4 Rechtliche Grundlagen

Dietmar Stolecki, Lothar Ullrich

Durch die Anzahl gestiegener Behandlungsfälle mit komplexen Krankheitsbildern und multimorbiden Patienten bei gleichzeitig reduzierten Verweilzeiten nimmt die Komplexität und Dynamik der Versorgungsprozesse in den Kliniken immer weiter zu. Da zeitgleich ein quantitativer wie auch qualitativer Mangel an

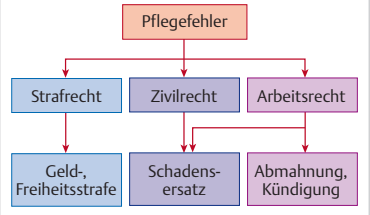


Abb. 2.9 Rechtliche Verfolgung von Pflegefehlern.

pflegerischem und auch ärztlichem Personal zu konstatieren ist, muss man davon ausgehen, dass die inzwischen angestiegene Zahl von Schadensmeldungen noch weiter steigen wird. Damit kommen zunehmend mehr rechtliche Konsequenzen auf die Kliniken zu. Daraus ergeben sich u. a. folgende Fragen (► Abb. 2.9):

1. Was passiert bei Behandlungs- und/oder Pflegefehlern?
2. Haften Pflegende selbst und unmittelbar oder ist der Träger der Klinik verantwortlich?
3. Was kann an ärztlichen Aufgaben an Pflegende delegiert werden?
4. Was passiert bei der von Pflegenden übernommenen, ärztlich delegierten Aufgabe, wenn es zu Fehlern kommt?
5. Können neben zivilrechtlichen auch strafrechtliche und arbeitsrechtliche Konsequenzen drohen?

2.4.1 Zivilrecht

Das Zivilrecht ist Bestandteil des Privatrechts und regelt die Beziehungen der Bürger untereinander. Das Bürgerliche Gesetzbuch (BGB) ist die Basis dafür. Ein Zivilprozess kommt nur zustande, wenn der Bürger also selbst tätig wird und damit der Patient Klage beim Gericht einreicht. Eine Ermittlung von Amts wegen erfolgt im Zivilprozess nicht. Das beinhaltet, dass der Patient einen widerrechtlichen Behandlungs- bzw. Pflegefehler beweisen muss, der für den Schaden ursächlich ist. Dazu müssen Verschulden und Umfang des Schadens nachgewiesen werden, was schwer und häufig nicht möglich ist. In einigen Fällen verhilft das Gesetz dem Patienten aus Gründen der Waffengleichheit bestimmte Beweiserleichterungen zu, die dann bis zur Beweislastumkehr reichen können. Bei der zivilrechtlichen Haftung ist im Wesentlichen zu unterscheiden zwischen

- der Haftung aus Vertrag und
- der Haftung aus Delikt.

Haftung aus Vertrag

Über den Krankenhausaufnahmevertrag vereinbaren Patient und Klinik einen Dienstvertrag mit Nebenleistungen. Das beinhaltet, dass alle Krankenhausmitarbeiter zur Erbringung der vereinbarten, fachlich einwandfreien Leistung verpflichtet sind. Kommt es bei diesen garantierten Leistungen zu einer schuldhaften Verletzung, kann der betroffene Patient einen Anspruch auf Schadenersatz gegenüber dem Krankenhausträger stellen (totaler Krankenhausaufnahmevertrag). Die materiell-rechtlichen Grundlagen der zivilrechtlichen Haftung beinhalten darüber hinaus in Verbindung mit dem § 280 Abs.1 BGB, dass

- bei Privatversicherung (Arztzusatzvertrag oder gespaltener KH-Aufnahmevertrag) der behandelnde Arzt direkt beklagt werden kann.

Pflegende stehen bei der Vertragshaftung also zunächst außen vor.

Um Schadensersatzforderungen geltend machen zu können, müssen Anspruchsvoraussetzungen erfüllt sein.

Anspruchsvoraussetzungen

Hierzu gehören folgende Voraussetzungen:

1. Besteht ein vertragliches Schuldverhältnis – hat der Patient einen Krankenhausaufnahmevertrag unterzeichnet?
2. Ist eine Pflicht aus dem Schuldverhältnis durch Handeln oder Unterlassen verletzt worden und ist ein Schaden beim Patienten entstanden?
3. Besteht ein kausaler Zusammenhang zwischen Pflichtverletzung und Schuld?
4. Ist die Pflichtverletzung schuldhaft gewesen, also durch Vorsatz entstanden oder fahrlässig herbeigeführt worden?

Schadenersatzforderungen

Das BGB regelt mögliche Ersatzansprüche des Patienten durch mehrere Paragrafen:

- Der § 280 BGB (Schadenersatz wegen Pflichtverletzung) und der Krankenhausaufnahmevertrag gemeinsam stellen das Fundament für Schadenersatzforderungen dar. Gleichzeitig muss der Schuldner beweisen, dass er die Pflichtverletzung nicht zu verantworten hat (Beweislastumkehr).
- Der § 276 definiert die Verantwortlichkeit des Schuldners und besagt, dass bei Außerachtlassung der erforderlichen Sorgfalt Schadensersatzanforderungen gerechtfertigt sind. Der Schuldner haftet bei Fahrlässigkeit und Vorsatz.
- Der § 278 definiert die Verantwortlichkeit des Schuldners für Dritte (Erfüllungsgehilfen) und sagt, dass die Klinik auch bei von ihr eingesetzten Vertretern haftet.

► **Haftung für den Verrichtungsgehilfen.** Der § 831 (Haftung für den Verrichtungsgehilfen) beinhaltet Ansprüche, die an die Klinik gestellt werden können, wenn durch ihre Mitarbeiter Schäden zu beklagen sind. Die Ersatzpflicht tritt nicht ein, wenn der „Geschäftsherr" (oder seine Vertreter) bei der Auswahl der bestellten Person die im Verkehr erforderliche Sorgfalt beobachtet hat oder wenn der Schaden auch bei Anwendung dieser Sorgfalt entstanden sein würde. Die Klinik (Geschäftsführung, Pflegedienstleitung, ärztliche Direktion) hat die Verpflichtung den Betrieb so zu organisieren und zu steuern, dass Rechtsverstöße gegen Zivil- und Strafrecht nicht auftreten und dass durch innerbetriebliche Organisation und Arbeitsabläufe Dritte nicht geschädigt werden, was man sonst als Organisationsverschulden bezeichnet. Liegt eine Verletzung ihrer Organisationspflicht vor, so haften die Leistungsorgane neben dem jeweiligen Mitarbeiter, der den Schaden unmittelbar verursacht hat.

Organisationsverschulden liegt vor bei
- mangelhafter Organisation der Abläufe (z. B. Überbelegung),
- mangelhaften Dienstplänen (z. B. Unterbesetzung der Abteilung, zu viele Überstunden),
- unzureichender Kontrolle technischer Geräte, mangelnder Hygiene in der Klinik.

Die Verjährungsfrist beträgt 3 Jahre. Ist ein Schaden von Leben zu beklagen, so beträgt die Verjährungsfrist 30 Jahre. Gemäß des § 249 BGB Abs.1 ist der Geschädigte damit so zu stellen, als wenn der Zustand nicht eingetreten wäre. Das ist möglich durch
- Naturalrestitution (Wiederherstellung des Zustands ohne Schaden) oder
- Geldersatz.

Rückgriff des Arbeitgebers beim Personal (§ 421 Gesamtschuldner)

Sowohl Klinik als auch Mitarbeiter werden als Gesamtschuldner bezeichnet, die dem Patienten einen Ausgleich bei Schaden schulden. Werden beide verklagt, muss einer den Schaden ersetzen. Unter den beiden besteht ein Ausgleichsanspruch, wobei der Arbeitgeber vom Arbeitnehmer einen Ausgleich verlangen kann, und zwar in Abhängigkeit vom Grad des Verschuldens. Hierbei besteht wieder eine 3-jährige Verjährungsfrist, es sei denn, dass Tarife wie TVÖD oder andere Vereinbarungen (AVR) andere Vorgaben machen.

Delikthaftung

Das Gesetz differenziert bei der Schadensersatzpflicht weiter in vorsätzlich oder fahrlässig herbeigeführte Schäden durch den § 823 ff (Schadensersatzpflicht).
- (1) Wer vorsätzlich oder fahrlässig das Leben, den Körper, die Gesundheit, die Freiheit, das Eigentum oder ein sonstiges Recht eines anderen widerrechtlich verletzt, ist dem anderen zum Ersatz des daraus entstehenden Schadens verpflichtet.

Falls Pflegende schuldhaft einen Fehler begehen, haften sie selbst, wenn von Seiten des Patienten ein Anspruch erhoben wird. Allerdings wird der Schaden durch die Versicherung abgegolten, sofern der Fehler nicht auf Vorsatz beruht.

Anspruchsvoraussetzungen

Auch bei der Delikthaftung müssen Anspruchsvoraussetzungen erfüllt sein:
1. Ein geschütztes Rechtsgut muss verletzt sein.
2. Die Verletzung ist durch Handlung oder Unterlassen geschehen.
3. Es muss ein Ursachenzusammenhang zwischen Schaden und Handlung bestehen.
4. Rechtswidrigkeit (keine Rechtfertigungsgrund wie Notwehr, Notstand, Selbsthilfe) muss gegeben sein.
5. Eine Schuld muss bestehen.

Das heißt, der „Täter" muss verschuldens- und deliktsfähig sein und es muss sich um Vorsatz oder Fahrlässigkeit handeln. Der eingetretene Schaden beinhaltet eine Einbuße von Lebens- oder Vermögensgütern und ist das Ergebnis eines unmittelbaren Kausalzusammenhangs.

Fahrlässigkeit im Rahmen des Zivilrechts bedeutet demnach, das Außeracht lassen der im Verkehr erforderlichen Sorgfalt. Als Maßstab für „erforderliche Sorgfalt" gilt das erwartete Verhalten der Angehörigen der Gesundheitsberufe.

Schadenersatzforderungen

Bei der deliktischen Haftung kann neben dem Ersatz des materiellen Schadens (z. B. Verdienstausfall, Kosten für stationäre Versorgung,) auch der sog. immaterielle Schaden (Schmerzensgeld) verlangt werden. Ist das nicht gegeben, haftet die Klinik (§ 831), aber nur dann, wenn nicht
- ausreichend qualifiziertes Personal eingesetzt oder
- das Personal nicht ausreichend überwacht wurde.

Die Verjährungszeit beträgt 3 Jahre.

Schaden und Schuld

Ein Schaden ist nicht ein automatischer Beweis für ein schuldhaftes Handeln des klinischen Personals. Folgerichtig muss der Patient einen Beweis dafür erbringen, was gelingen kann mittels:
- Beweis durch Augenschein
- Zeugenbeweis
- Sachverständige
- Urkunden (Dokumentation)
- Parteivernehmung

Mit diesen Mitteln muss das Gericht nicht mit absoluter Gewissheit, sondern mit hoher Wahrscheinlichkeit (lebensnah) überzeugt werden. Der Patient muss also ein Fehlverhalten beweisen, das zur Gesundheitsschädigung geführt hat (haftungsbegründende Kausalität) und zeitgleich, dass die Beschädigung ursächlich ist für den eingetretenen Schaden (haftungsausfüllende Kausalität). Nur dann ist das Fehlverhalten des Handelnden schuldhaft.

Beweislast

Im Zivilprozess muss der Kläger (Patient) beweisen, wodurch ihm welcher Schaden entstanden ist. Da die Beweisführung für den Patienten schwierig ist, haben die Gerichte für die Herstellung von „Waffengleichheit" gesorgt. Insofern dienen
1. Indizienbeweise (Kette von Hilfstatsachen) als Belege für fehlerhaftes Handeln,
2. der Beweis des 1. Anscheins (Prima Facie – von einem typischen Geschehen wird auf eine zu beweisende Tatsache geschlossen und ein Fehler vermutet) und
3. die Beweislastumkehr zur Beweiserleichterung.

► **Beweistlastumkehr.** In Fällen einer lückenhaften Dokumentation (mangelnde Sorgfalt) kann die Beweispflicht umgekehrt werden, was jedoch nicht zwingend geschehen muss. Dann allerdings muss der Träger der Einrichtung mit Hilfe des Pflegepersonals und/oder des Arztes darlegen und beweisen, dass eine fachgerechte Versorgung stattgefunden hat, um eine Haftung zu vermeiden. Gelingt dieser Beweis nicht, geht das Gericht davon aus, dass der Vorwurf des Klägers berechtigt ist. Mittels dieser Änderung wird im Prozess eine gerechtere Lastenverteilung erreicht.

► **Bedeutung für die Dokumentation.** Die Dokumentationspflicht (für Pflegende und Ärzte) ist eine dem Patienten als dienstvertragliche Nebenleistung geschuldete Pflicht. In diesem Kontext wird auch die typische Krankenhausdokumentation als Beweismittel eingesetzt. Ärzte und

Pflegende sind verpflichtet, alle Prozesse genau zu dokumentieren. Insofern gilt für Gerichte (zumeist), dass alles, was nicht dokumentiert ist, auch nicht geschehen ist. So bedeutet z. B. eine fehlende Risikoeinstufung (Dekubitusprophylaxe), dass auch keine fachgerechte Prophylaxe erfolgt ist. Eine lückenhafte oder fehlende Dokumentation wird damit als Indiz dafür gesehen, dass eine nicht dokumentierte Maßnahme vom klinischen Personal nicht getroffen worden ist. Arzt oder Pflegepersonal müssen die Indizwirkung entkräften.

Merke

Als Prinzip für die Dokumentation gilt: Maßnahmen müssen zeitnah schriftlich fixiert sein (bis spätestens Dienstende).

Die Beweislastumkehr gilt für folgende Fälle:

- Bei einem groben Behandlungsfehler wird die Ursächlichkeit des Fehlers für den Schaden vermutet. Von der Klinik ursprünglich Beauftragte (Ärzte oder Pflegende) müssen beweisen, dass der beklagte Schaden nicht auf ihr Handeln zurückzuführen ist, also keine Kausalität gegeben ist zwischen Schaden und Behandlung.
- Bei einer versäumten oder unvollständigen Aufklärung des Patienten muss der Arzt nachweisen, dass eine Einwilligung vorlag.

Da die Pflegedokumentation Beweiswert hat, ist jede nachträgliche Änderung, die nicht als solche gekennzeichnet wird, eine Fälschung (§ 267 StGB; OLG Koblenz, Urt. v. 19.09.1994). Das gilt ebenso, wenn mit einer falschen Namensangabe über die Identität des Ausstellers getäuscht wird.

Merke

Eine fehlende Dokumentation kann das Haftungsrisiko erhöhen.

2.4.2 Delegation ärztlicher Aufgaben

In den Kliniken gibt es keinen arztfreien Raum, sodass eine vertikale Arbeitsteilung (▶ Abb. 2.10) notwendig wird und bestimmte Maßnahmen delegiert werden können. Gleichzeitig sieht das Krankenpflegegesetz unverändert keine Regelungen von Vorbehaltsaufgaben vor, das Arztrecht dagegen schon. Infolgedessen sind

horizontale Arbeitsteilung	vertikale Arbeitsteilung
• gleichgestellte Mitarbeiter	• nachgeordnete Mitarbeiter
z.B.: • Fachpflegende einer Abteilung ohne Führungsaufgabe • Ärzte diverser klinischer Fachrichtungen	z.B.: Delegation • Stationsleitung an Mitarbeiter des Teams • Chef- an Oberarzt • aber auch Arzt an nicht ärztliches Personal

Abb. 2.10 Formen der Arbeitsteilung.

Art und Umfang der zu delegierenden Aufgaben umstritten. Parallel wird die Situation durch fehlende klare gesetzliche Regelungen erschwert. Vorhandene Gerichtsentscheidungen, die Stellung zu Delegationsfragen beziehen, können nur Anhaltspunkte sein, sicher aber nicht Recht im eigentlichen Sinne. Damit fehlt eine klare und eindeutige Abgrenzung der Aufgabenzuweisungen, womit gerade in den letzten Jahren vehement berufspolitisch argumentiert wurde.

Der Verweis auf § 1 Abs. 2 Heilpraktikergesetz (HpG)

- Ausübung der Heilkunde im Sinne des Gesetzes ist jede berufs- oder gewerbsmäßig vorgenommene Tätigkeit zur Feststellung, Heilung oder Linderung von Krankheiten, Leiden oder Körperschäden bei Menschen, auch wenn sie im Dienste von anderen ausgeübt wird,

ist ebenso wenig zielführend wie die noch immer verbreitete Unterscheidung in Grund- und Behandlungspflege, was insbesondere auf Intensivstationen und Anästhesieabteilungen zutrifft. Insofern sind andere Bemühungen anzustellen, um Fragen zur Delegation zu klären.

Im allgemeinen Arztrecht gilt der Grundsatz der persönlichen Leistungserbringung durch den Arzt in Diagnostik und Therapie. Ein Arzt muss und kann allerdings nicht alle Tätigkeiten selbst ausführen, womit Einschränkungen insoweit möglich sind, wie der Arzt Leistungen delegieren darf. Entscheidend für die Delegationsfähigkeit einzelner Maßnahmen ist die Frage, ob sich bei der Durchführung durch nachgeordnetes Personal die Gefährdung des Patienten erhöht. Damit ist die Frage, inwieweit Aufgaben des Arztes auf Pflegende übertragen werden können, abhängig von

- der Art der Leistung,
- der Schwere des Krankheitsfalles und
- der Qualifikation des „Hilfspersonals".

Wenn also bestimmte Aufgaben auf nicht ärztliches Personal übertragen werden, hat der Anweisende vor jeder Delegation 2 Fragen zu prüfen:

1. Wie hoch ist die objektive Gefährlichkeit der Maßnahme einzustufen? Dabei ist die Komplikationsdichte (Komplexität der Aufgabe) und die Gefährdungsnähe (verbundenes Gefahrenpotenzial) zu berücksichtigen.
2. Welche subjektive Fähigkeit hat der Angewiesene? Damit ist einerseits eine formelle Beurteilung in Form eines Zeugnisses (Qualifikation) sowie andererseits die faktische (tatsächliche) Kompetenz (Fähigkeit, Kenntnisse) gemeint.

Eine Aufgabe kann umso mehr übertragen werden, je geringer die Komplikationsdichte und Gefährdungsnähe sind.

Anordnungsverantwortung

Der Arzt hat für alle diagnostischen und therapeutischen Maßnahmen die Anordnungsverantwortung inne. Das bedingt seinerseits eine ordnungsgemäße Anordnung und Auswahl des richtigen Adressaten. Weiß er um die formelle Qualifikation und faktische Kompetenz, wird er die Aufgabe ad personam delegieren (müssen). Hat der Arzt aber das Gefühl einer falschen Wahl, muss er eingreifen und die Übertragung zurücknehmen und jemanden anderen damit betrauen.

Durchführungsverantwortung

Hat ein Mitarbeiter der Pflege die Aufgabe übernommen, ist er zuständig für die korrekte sach- und fachgerechte Ausführung der Aufgabe. Die Person ist auch dann verantwortlich, wenn sie Maßnahmen übernimmt, der sie nicht gewachsen ist, womit ein sog. **„Übernahmeverschulden"** zum Tragen kommt.

▶ **Remonstrationsrecht.** Gibt es Gründe auf Seiten des Mitarbeiters, die eine korrekte Durchführung ggf. nicht zulassen (z. B. Übermüdung, Überlastung oder fehlende Übung), so muss die Person die zu übertragende Maßnahme ablehnen. Frei übersetzt heißt das: „Ich würde ja gerne die Aufgabe übernehmen, ich kann aber nicht …". Das bezeichnet man als Remonstrationsrecht (Verweigerungsrecht und -pflicht), womit die Gesundheit des Patienten gesichert werden soll.

Sollte es in einem anderen Zusammenhang zu einer (versehentlichen) fehlerhaften Anordnung einer Aufgabe durch den Arzt kommen, darf der Pflegende nicht blind vertrauen und diese Aufgabe selbstverständlich auch nicht ausführen, sondern auf den Fehler hinweisen. Besteht

doch unerhofft Uneinsichtigkeit auf ärztlicher Seite, so ist der nächst höher qualifizierte bzw. gestellte ärztliche Kollege davon in Kenntnis zu setzen und eine Entscheidung herbeizuführen.

Der Anweisende (Arzt) darf grundsätzlich darauf vertrauen, dass eine sach- und fachgerechte Durchführung erfolgt. Das darf er aber ebenfalls nicht blind, sondern er muss sich von den Fähig- und Fertigkeiten selbst überzeugt haben.

Nicht delegierbare Aufgaben

Zu den einzigen nicht delegierbaren Aufgaben ärztlicher Leistungen gehören Tätigkeiten wie

- Diagnostik und medizinische Beratung,
- Operationen,
- Endoskopien,
- Transfusionen.

Die Maßnahmen der Transfusion sind über das Transfusionsgesetz (eingeführt 1998, zuletzt geändert 2009) geregelt, wonach weder der Bedside-Test (S. 659) noch die Durchführung einer Transfusion delegierbar ist.

Patientenorientierte Risikobegrenzung

Bei allen Delegationen ist die patientenorientierte Risikobegrenzung als zutreffender Maßstab anzulegen. Zutreffend wird man die erwünschte Arbeitsteilung nur für zulässig halten dürfen, wenn man die mit ihr verbundenen Risiken sicher begrenzen kann. Der Maßstab ist dann die Frage, ob die Übertragung noch den Anforderungen der ordnungsgemäßen Berufsausübung genügt. Wenn also die formelle und faktische Qualifikation des Delegaten festgestellt sind, können ärztliche Tätigkeiten auf diese Person übertragen werden. Rechtlich verweist das auf § 276 BGB (Verantwortlichkeit des Schuldners): „… mit der Bestimmung der ‚im Verkehr erforderlichen Sorgfalt handeln'".

► **Erforderliche Sorgfalt.** Erforderliche Sorgfalt meint also den Standard der jeweiligen Berufsgruppe, womit sich die berufsspezifische Sorgfaltspflicht nach den medizinischen Maßstäben richtet und von Sachverständigen der Ärzteschaft **und** der Pflege ermittelt werden muss. Das nennt sich juristische Plausibilitätskontrolle.

Handeln ohne ärztliche Anordnung

Handeln Pflegende ohne ärztliche Anordnung, so tragen sie die Gesamtverantwortung selbst in vollem Umfang und sind haftbar.

Delegieren Pflegende eine selbst übernommene Tätigkeit (ärztliche Anordnung) weiter, so tragen diejenigen die Verantwortung für die richtige Auswahl der Person (Anordnungsverantwortung) und haften auch dafür.

Notfälle

Mit Notfallsituationen sind nicht organisatorische Mängel gemeint, sondern tatsächliche Notfälle rund um einen oder mehrere Patienten mit vitaler Bedrohung. Tritt solch ein Zustand ein und ärztliche Hilfe ist nicht sofort erreichbar, können (sollen und müssen) Pflegende nach bestem Wissen und Fähigkeiten ohne ärztliche Anordnung handeln. Sie sind dazu sogar verpflichtet, da sie sich andernfalls wegen unterlassener Hilfeleistung nach § 323c StGB strafbar machen könnten. Voraussetzung dafür ist allerdings wiederum die faktische Kompetenz des Handelnden. Pflegende können kann nur das tun, was sie auch gelernt haben und wozu sie sich jetzt im Stande fühlen.

2.5 Intrahospitaltransport

Carsten Hermes

Definition

Der Intrahospitaltransport bezieht sich auf Transporte innerhalb einer zusammenhängenden Gebäudestruktur, dessen Ziele fußläufig zu erreichen sind. Aufgrund physikalischer, technischer und logistischer Besonderheiten ist er vom Interhospitaltransport (Transport zwischen den verschiedenen Kliniken) zu unterscheiden. Diese Unterscheidung gilt auch für Transporte innerhalb einer Klinik, welche über ein ausgedehntes Pavillonsystem verfügt und/oder Außenstandorte hat.

2.5.1 Stand von Wissenschaft und Technik

Das Transportieren von Intensivpatienten gehört zur täglichen Routine. Immer aufwendigere diagnostische und therapeutische Möglichkeiten sowie operative Eingriffe oder Verlegungen innerhalb der Station und Abteilung (z. B. wegen notwendiger Isolierung) gehören zu den häufigsten Gründen. Hierbei stellt der betreuende Pflegende das wichtigste Bindeglied der interdisziplinären Zusammenarbeit dar. Neben der individuellen Betreuung und Pflege des Patienten ist er häufig für die gesamte Disposition der Transporte verantwortlich.

Der Intrahospitaltransport birgt ein hohes Risiko für Komplikationen und technische Störungen in sich, die mit einer Erhöhung der Morbidität und Mortalität einhergehen. Das qualifizierte Fachpflegepersonal kann nur dann seine Aufgabe voll erfüllen, wenn ihm ein ausreichender zeitlicher Vorlauf zur Verfügung steht, sodass Zeit gleichfalls als eine zentrale Ressource erfolgreicher Transporte begriffen werden muss.

► **Empfehlung der DIVI.** Die Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI) hat 2004 eine Empfehlung zum innerklinischen Transport kritisch kranker Erwachsener erstellt, welche immer noch bestand hat (Im Internet: www.divi.de; Stand: 30.03.2015). Ebenfalls verfasst ist ein ausführliches Curriculum für den Interhospitaltransport. Ein eigenständiges Curriculum für den Intrahospitaltransport fehlt, sodass diese Ausführungen als Stand von Wissenschaft und Technik angesehen und herangezogen werden.

► **Indikationsstellung.** Die Indikationsstellung ist immer eine Einzelfallentscheidung und die originäre Aufgabe des behandelnden Arztes. Das Transportteam hat eine beratende Funktion und trägt die volle Verantwortung zur gewissenhaften Planung und Durchführung (► Abb. 2.11).

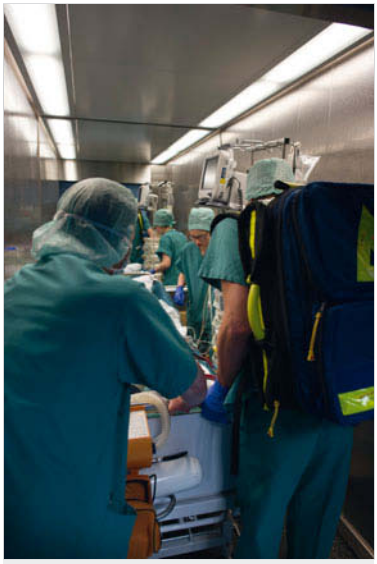


Abb. 2.11 Intrahospitaltransport. Das Transportteam trägt die gesamte Verantwortung für die gewissenhafte Planung und Durchführung.

Löw u. Jaschinski (2009) haben zusammengefasst, dass bei ⅔ der zu diagnostischen Zwecken durchgeführten Transporte mindestens eine Komplikation aufgetreten ist. Ferner haben sie herausgearbeitet, dass in nur 24–50 % der Fälle die neu gewonnene Information zu einer Änderung der Therapie geführt hat. Für die Kontinuität einer intensivmedizinischen Therapie ist es entscheidend, die Vermutungen über vorhandene Sekundärerkrankungen und Komplikationen konkret auszuschließen, als diese auf Verdacht hin zu behandeln. In diesem Zusammenhang muss deutlich gesagt werden, dass es den nicht transportfähigen Patienten ebenso wenig gibt wie den nicht narkosefähigen Patienten (Poloczek u. Madler 2000).

Merke

Jeder Patient ist transportfähig!

Praxistipp

Die ersten Transporte in einer neuen Klinik sollten von erfahrenen Pflegekräften gemeinsam mit einem ortskundigen Kollegen, vorzugsweise Praxisanleiter, durchgeführt werden. Dabei ist besonderes Augenmerk auf die individuellen Rahmenbedingungen zu legen.

Mögliche Fragestellungen sind:
- Wo sind unterwegs Steckdosen und Gasanschlüsse?
- Welche besonderen Gebäudestrukturen gibt es: Schrägen, Rampen, Türen?
- Gibt es spezielle Aufzüge oder die Möglichkeit von Vorzugsfahrten?
- Wie werden Patient, Equipment und Personen sicher und störungsfrei positioniert?
- Wo sind z. B. im CT notwendige Hilfsmittel, gibt es einen Defibrillator vor Ort?
- Gibt es besondere Zutrittskontrollen (z. B. mit PIN-Code, Transponder)?
- Wo befinden sich Fluchtwege und Selbsthilfeeinrichtungen (Feuerlöscher)?
- Wie wird bei Geräteausfall verfahren? Sind Respiratoren (z. B. von der Anästhesie) erreichbar?

Praxistipp

Um herauszufinden, welche Steckdosen stromführend sind, kann die Haustechnik gefragt werden oder **kurz** ein Handy mit Ladekabel angeschlossen werden.

Tab. 2.4 Zeitlicher Aufwand von CT-Transporten 2008 (Universitätsklinikum Bonn, ICU, OPZ).

Maßnahme	Zeit
Vorlauf und Abkabeln	25 min
Transportzeit	10 min
Umlagern und Diagnostik	18 min
Rücktransport	10 min
Ankabeln	30 min
Nachsorge und Dokumentation	12,5 min
reine Transportzeit inkl. Diagnostik	38 min
zeitlicher Gesamtaufwand	105,5 min

2.5.2 Zeitlicher Aufwand und Pareto-Effekt

Wichtig ist, nicht nur den Patienten in den Mittelpunkt der Betrachtung zu stellen, sondern – neben einer immer vorhandenen Nutzen-/Risikoabwägung des Transportes – den Behandlungsstandard der Intensivstation so fortzuführen, dass auch die wirtschaftlichen Aspekte nicht aus den Augen verloren werden. In diesem Zusammenhang muss allen direkt und indirekt Beteiligten eines Transports klar sein, dass neben der reinen Transportzeit auch Vor- und Nachbereitungen getroffen werden müssen, wodurch sich der Aufwand oft vervielfacht (▶ Tab. 2.4). Diese richten sich – v. a. in Hinblick auf die Vorlaufzeit – nach der Dringlichkeit und sind entsprechend anzupassen.

Je gewissenhafter und umfangreicher die Vorbereitung, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, unnötige Komplikationen zu vermeiden. Warum die Vor- und Nachbereitung von Transporten zeitlich aufwendig ist, lässt sich u. a. mit dem Pareto-Effekt (oder auch 80:20-Regel) erklären. Erstmals von Vilfredo F. Pareto (1848–1923) für ökonomische Verteilungsgrade beschrieben, besagt der Pareto-Effekt, dass mit 20 % Einsatz, 80 % des Ergebnisses erreicht werden und die übrigen 20 % Ergebnis, 80 % des Einsatzes benötigen. Eine Kollegin hatte es einmal passend auf den Punkt gebracht: *„Besser gut vorbereitet sein, als nachher dumm gucken…“*.

2.5.3 Vorbereitung des Patienten

Eine umfassende Information des Patienten über den Anlass und den Ablauf ist jedem Patiententransport voranzustellen. Dies hilft Ängste abzubauen und vermindert vegetative Reaktionen. Im Vorfeld ist zu klären, ob es einer medikamentösen Anxiolyse, ggf. Sedierung bedarf. Die meisten Beatmungspatienten werden mit einer assistierten Beatmungsform unter Erhalt der Spontanatmung therapiert. In der Transfersituation hat es sich bewährt, eine (druck-)kontrollierte Beatmung (S. 211) unter einer adaptieren Analgosedierung (S. 449) mit geringer Halbwertzeit durchzuführen. Sollte dennoch unter Erhaltung der Spontanatmung transportiert werden, ist eine endtidale CO_2-Messung, idealerweise mit Kapnografie (S. 176) obligat. Für den Transport werden aktive Befeuchtungssysteme durch HME-Filter ersetzt. Die Gründe liegen u. a. in der Stromversorgung, welche die Anzahl der mitzuführenden elektrischen Geräte limitiert.

▶ **Zeitabsprachen treffen.** Für den Pflegeprozess und die damit einhergehende notwendige Einbindung der Angehörigen ist es hilfreich, elektive Transporte außerhalb der Kernbesuchszeiten zu legen. Übergabezeiten mit punktueller Doppelbesetzung sind gut geeignet. Der zeitliche Vorlauf ist durch die betreuende Pflegeperson einzuschätzen und vorzugeben. Klare Zeitabsprachen helfen Wartezeiten zu vermeiden und Ressourcen besser zu nutzen.

Vorbereitung der Zu- und Ableitungen

Vor einem geplanten Transport ist der Patient mit einer ausreichenden Anzahl von Zugängen von entsprechendem Durchflussvolumen auszustatten. Möglicherweise ist eine arterielle Druckmessung (S. 233) sinnvoll. Idealerweise ist der Patient hinsichtlich der pulmonalen, hämodynamischen, intrakraniellen Situation sowie im Säure-Basen-Haushalt zu optimieren und zu stabilisieren. Nicht selten ist eine elektive Intubation notwendig, wenn die zusätzliche Belastung durch Lagerung und Diagnostik ein Dekompensieren des Patienten wahrscheinlich machen.

Darüber hinaus kann die Anlage von weiteren Drainagesystemen erforderlich sein. Eine Magensonde wird z. B. für eine ausreichende orale Kontrastierung benötigt und sollte auch mehrere Stunden nach der Diagnostik belassen werden, um ggf. den Mageninhalt nach der Untersuchung kontrolliert ablaufen zu lassen. Blasenkatheter sind v. a. bei polytraumatisierten Patienten, Diuretikatherapie und Polyurie indiziert. Die vorhandenen Zu- und Ableitungen sind gegen Zug und Diskonnektion zu sichern. Drainagesysteme sind im Vorfeld zu leeren. Auf die korrekte Bilanzierung ist zu achten.

Lagerung des Patienten

Nicht benötigte Lagerungshilfen sind unter Beachtung der Intimsphäre zu entfernen. Wenn es keine Kontraindikationen

gibt, ist der Patient in eine Rücklage zu bringen, wobei die 30–45°-Oberkörperhochlagerung in jedem Fall weiterzuführen ist. Immobilisationsmaßnahmen sind zu belassen. Alle Kabel, Schläuche und Leitungen sind geordnet und sichtbar oberhalb der Bettdecke zu verlegen. Somit wird am besten einem verdeckten Abknicken, einer Leckage oder Diskonnektion vorgebeugt. Intrakranielle Drainagesysteme und Druckmessungen sind so zu befestigen, dass Lageveränderungen des Kopfes automatisch gefolgt wird. Filter von externen Ventrikeldrainagen sollten abgeklemmt werden.

Medikation

Welche kontinuierliche Medikation weitergeführt wird, obliegt der ärztlichen Entscheidung. Ernährung (enterale und parenterale), Vitamin- und Elektrolytherapie sind i. d. R. verzichtbar, während die Analgosedierung und Katecholamintherapie unbedingt lückenlos und kontinuierlich fortgeführt werden. Vor dem Transport werden aktuelle Blutgaswerte bestimmt und der Patient wird abgesaugt.

Kardiotechniker bei Bedarf

Sollte der Patient mit Assists-Systemen versorgt sein, wie z. B. einer intraaortalen Ballonpumpe, IABP (S. 493) oder einer extrakorporalen Membranoxygenierung, ECMO (S. 469), sind ein Kardiotechniker oder speziell weitergebildete Kollegen zum Transport hinzuzuziehen.

Praxistipp

Auch nicht magnetische Gegenstände wie Piercings und Blasenkatheter mit Temperaturmessung, sind meist nicht MRT-geeignet. Neben möglichen Störungen der Bildgebung werden Metalle in Schwingungen versetzt und sehr warm bis heiß.

2.5.4 Transportteam

Da häufig die mündliche Übergabe eine Schwachstelle im Informationsaustausch ist, hat es sich bewährt, Transporte mit geringer bis mittlerer Aufenthaltsdauer (z. B. für CT und MRT) durch die betreuende Pflegeperson und den betreuenden Arzt durchzuführen. Zunehmend werden aber auch innerklinische Intensivtransporte durch spezielle Transportteams (z. B. durch Rettungsassistenten) durchgeführt. Hier müssen weitere Untersuchungen noch zeigen, ob dies nicht eine Risikoerhöhung für den Patienten darstellt.

Anders hingegen verhält es sich bei einem längeren Aufenthalt (z. B. Coilembolisation) oder wenn besondere Hygienemaßnahmen notwendig sind (z. B. beim Einschleusen in die OP-Abteilungen): In diesen Fällen sollte der Patient an ein in der Therapie mit kritisch Kranken erfahrenes Team übergeben werden. Dieses Team sollte die individuelle Problematik des Patienten erkennen und behandeln können. Im Zuge einer ausführlichen Übergabe werden die notwendigen medizinischen und pflegerischen Dokumentationen überlassen. Das betreuende Team ist für die gewissenhafte und lückenlose Dokumentation verantwortlich.

2.5.5 Equipment

Beim Equipment ist es schwierig, alle notwendigen Materialien gemäß den DIVI-Empfehlungen mitzuführen, was ein Modulsystem (▶ Abb. 2.12) unter Verwendung geeigneter Transporteinheiten (▶ Abb. 2.13) als effizienteste Methode erscheinen lässt. Sollte das Material nicht auf der Transporteinheit Platz finden, sind eine zusätzliche Schiebhilfe und ein zusätzlicher Materialwagen mitzuführen. Der Patient und das Bett sind keine Ablage!

Bei der Gesamtausstattung sind folgende Aspekte zu beachten:

- Neben der üblichen Batterie-/Frischgasversorgung und Notfallausrüstung mit Handbeatmung gehören zur Gesamtausstattung mind. 4–8 Spritzen- und Infusionspumpen.
- Das Intensivmonitoring kann nahezu lückenlos mit max. 4 invasiv messbaren Druckanzeigen, einem 5-Kanal-EKG, einer Temperaturmessung, einer nicht invasiven Druckmessung und einer Sättigungsmessung fortgeführt werden. Optional gibt es die Möglichkeit, eine CO_2-Messung inkl. Kapnografie zu betreiben. Auf den Transporteinheiten der neueren Generation sind eine CO_2-Messung, Kapnografie und ein biphasischer Defibrillator fester Bestandteil der Ausrüstung.
- Das Mitführen einer Absaugeinrichtung und Absaugkatheter in verschieden Größen ist bei allen Transporten selbstverständlich.
- Ein Mobiltelefon ermöglicht dem transportierenden Team Rückfragen oder das Anfordern von Hilfe. Es dient nicht dazu, in Abwesenheit die Stationsbelange zu lenken. Daher muss die Erreichbarkeit und Zuständigkeit eines vertretenden Arztes vor dem Transport geklärt sein und die Fortführung pflegerischer Maßnahmen und Patientenüberwachung muss während der Abwesenheit durch die verbliebenen Kollegen sichergestellt sein.

Taschensysteme

Die Taschensysteme können je nach Einsatzgebiet nach unterschiedlichen Farbcodes aufgeteilt werden, z. B.:

- Rote Systeme sind oft dem MET (Medical Emergency Teams) vorbehalten (▶ Abb. 2.12, ▶ Abb. 2.13).
- Blaue Taschen kommen meist bei nicht beatmeten Patienten zum Einsatz und beinhalten u. a. eine mobile Sauerstoffflasche (▶ Abb. 2.12).
- Spezielle, meist rote Taschensysteme sind für die Transporteinheiten vorgesehen.

Aufbau und Inhalt der Koffer sind innerhalb einer Klinik identisch zu gestalten. Somit kann jede Pflegekraft mit jeder Transporteinheit sicher agieren. Die Systeme sind primär immer einsatzbereit und

Abb. 2.12 Modulares Taschensystem. (C. Hermes)

Abb. 2.13 Intensivtransporteinheit. (C. Hermes)

werden täglich einer Funktions- und Vollständigkeitskontrolle unterzogen. Dennoch sind vor dem Transport die Batterie, der Respirator und die Frischgasversorgung genauestens zu überprüfen. Um einen vorzeitigen Funktionsausfall zu vermeiden, darf nur mit vollständig geladenen Akkus transportiert werden. Aufenthalte sollten dazu genutzt werden, die Batterien zwischenzuladen.

Frischgasmenge

Die mitzuführende Frischgasmenge ist abhängig von der geplanten Transportzeit sowie dem Verbrauch des Patienten und des Respirators! Es sollte immer ein Sicherheitspuffer von 30–45 min eingeplant werden. Der Flascheninhalt kann bei O_2 und Air berechnet werden:

Flascheninhalt in Litern x Manometeranzeige in bar

Fallbeispiel

Eine 10-l-Flasche mit einem Druck von 100 bar hat 1000 l Inhalt. Diese stehen, abzüglich der zu belassenden Restmenge, für den Transport zur Verfügung.

► **Patientenbedarf.** Der Patientenbedarf ist abhängig von der eingestellten FiO_2 und dem benötigten AMV. Beispiel: Ein Patient mit 6 l AMV und 50 % FiO_2 verbraucht 3 l O_2 und 3 l Air pro min.

► **Frischgasbedarf.** Der Frischgasbedarf des Respirators ist hersteller-, software- und geräteabhängig und daher individuell zu erfragen. Pneumatisch betriebene Geräte benötigen zwar keinen Strom, verbrauchen aber 1–2 l O_2/min. Moderne Mikroprozessor-gesteuerte Geräte benötigen wenige ml/min.

Merke

Mobile Absaugvorrichtungen funktionieren nach dem Prinzip der Wasserstrahlpumpe. Der Frischgasverbrauch kann schnell 15–20 l/min betragen.

2.5.6 Transporttraumata und Komplikationen

Definition

Die durch den Transport verursachten schädlichen Einwirkungen auf den Patienten werden als Transporttrauma beschrieben (Hinkelbein 2004).

Die Minimierung der Transporttraumata und des Transportstresses kann nur unter Zusammenarbeit aller Beteiligten und Bereitstellung aller notwendigen personellen sowie materiellen Ressourcen erfolgen.

Die Ursachen können den folgenden 3 Oberbegriffen zugeordnet werden (Hinkelbein 2004, Löw 2009, Poloczek 2000):

1. Fehleinschätzungen, Zwischenfälle und Missgeschicke
2. Transportstress
3. geringe und/oder unzureichende Transportqualifikation

Der überwiegende Teil der Zwischenfälle bezieht sich auf das Herz-Kreislauf-System sowie die Atmung. Bereits während kurzer Transporte sind hypertensive Krisen beschrieben (Link 2001). Oftmals gibt es keine alleinige Ursache. Neuralgische Zeitpunkte sind

- Lageveränderungen der Spritzenpumpen (z. B. beim Umkabeln),
- Wechsel des Respirators,
- Umlagerungsvorgänge oder
- während der Diagnostik (z. B. durch Kontrastmittelgabe).

Fehleinschätzungen, Zwischenfälle, Missgeschicke

Zwischenfälle bzgl. der Atmung wie der Abfall von AMV, und S_pO_2, beruhen häufig auf Sekretmobilisation, ausgelöst durch Husten, Pressen, Umlagern und Erschütterungen. Das endotracheale Absaugen und eine Vertiefung der Analgosedierung für Transport und Diagnostik beugen dem oftmals vor.

Nicht selten kommt es zu medizintechnischen Problemen. Insbesondere falsch berechneter Frischgasbedarf und Akkukapazitäten führen zu Geräteausfällen. Beschrieben sind auch Fälle, in denen unzureichend oder gar nicht gesichertes Equipment wie Überwachungsmonitore, auf den Patienten fallen. Ein aktueller Gefahrenpunkt sind Spritzenpumpen der neueren Generation. Diese weisen eine erheblich erschwerte Möglichkeit der manuellen Entriegelung auf. Im Fall eines Geräteausfalles lassen sich die kontinuierlich verabreichten Medikamente nicht ohne Weiteres in andere Pumpen einlegen.

Die häufigste Ursache für Alarme und Artefakte sind elektronische Störungen durch Bewegung an den Kabeln oder das Verrutschen von Sensoren und Elektroden. Jeder Alarm und vermeintliche Messfehler muss umgehend auf seine Aussagekraft überprüft werden. Keines Falls darf unter Zeitdruck ein Alarm ohne sicheren Ausschluss eines Problems quittiert werden.

Merke

Wenn unter Verwendung von Thoraxdrainagen Sättigungsabfälle auftreten, immer an einen Sogverlust und/oder Spannungspneumothorax denken.

► **Akzidentielle Extubation.** Zu den gefürchtetsten Missgeschicken gehört die akzidentielle Extubation. Neben dem notwendigen Material für eine Reintubation muss daher immer eine Larynxmaske, ggf. auch Alternativen für den schwierigen Atemweg (Laryngstubus, Combitube), mitgeführt werden. Wichtigste Aufgabe des am Patientenkopf befindlichen, meist ärztlichen Kollegen, ist es, den Tubus und alle übrigen Leitungen im Blick zu haben. Umlagemanöver werden nur nach seiner Freigabe und auf sein Kommando hin durchgeführt. Hierfür muss ein einheitliches Signal, wie z. B. Anzählen, verwendet werden.

► **Sekundärkomplikationen.** Als Sekundärkomplikationen werden Veränderungen bezeichnet, welche nicht mit dem Transportgeschehen direkt in Verbindung gebracht werden. Dazu gehören die Unterbrechung eines bestehenden Weaning-Prozesses, Peep-Verluste z. B. bei Tubusdiskonnektion, Dystelektasen und Atelektasen und fehlende Kontinuität von medikamentöser und Gerätetherapie, z. B. VAC-, Wärme/Kälte- oder Nierenersatzverfahren. Die Peep-Verluste lassen sich oftmals durch Abklemmen des Tubus verringern.

Bezüglich der Beatmungssituation wird immer wieder die Verwendung von manueller Beatmung oder pneumatischen Notfallrespiratoren diskutiert. In einer Zusammenfassung verschiedener Arbeiten hat J. Link (2001) festgestellt, dass bei einer manuellen Beatmung eine erhebliche Schwankung des CO_2-Partialdruckes und des pH-Wertes zu beobachten ist. Der Zusammenhang zwischen unbeabsichtigter Hypo- bzw. Hyperventilation und hämodynamischen Komplikation ist gesichert. Ebenso stellte er fest, dass die Verwendung von Notfallbeatmungsgeräten bei differenzierten Beatmungsmustern nicht angemessen ist.

Transportstress

Die meisten vegetativen Symptome lassen sich durch Patienteninformation und ggf. adaptierter medikamentöser Unterstützung beheben. Das Phänomen des Transportstresses und dem damit verbundenen Postaggressionsstoffwechsel ist für Intrahospitaltransporte wenig untersucht. Eine Anpassung der Ernährungssituation ist wahrscheinlich nicht nötig.

Transportqualifikation

Unzureichende Transportqualifikation ist eine der häufigsten und zugleich am leichtesten zu behebende Ursache für Zwischenfälle. Die konsequente Umsetzung der Forderung, nur intensivmedizinisch erfahrene Fachpflegekräfte und Fachärzte gemäß DIVI Curriculum mit Transporten zu betrauen, wäre ein erster Schritt. Die von der DIVI gewünschte Organisation zusätzlicher Hilfskräfte wäre wünschenswert, ist jedoch oftmals, bedingt durch knappe finanzielle und personelle Ressourcen, nicht möglich. Auch für erfahrene Pflegekräfte gut geeignet, sich selbst und sein eigenes Handeln zu reflektieren, ist die Teilnahme an Schulungen mit Simulationstraining. Um die Qualität der eigenen Arbeit zu sichern, sollte mind. 1-mal jährlich ein entsprechendes Angebot genutzt werden.

2.6 Leseservice

2.6.1 Literatur

Aufgabenfelder in Intensivstationen und Anästhesieabteilungen

Deutsche Gesellschaft für Fachkrankenpflege und Funktionsdienste e. V. Strukturstandards für die Intensivpflege und die Pflege in der Anästhesie. 2009. Im Internet: http://www.dgf-online.de/strukturstandards/; Stand: 27.08.2014

DGAI. Apparative Ausstattung für Aufwachraum, Intensivüberwachung und Intensivtherapie. Gemeinsame Empfehlung des Engeren Präsidiums der DGAI und des Präsidiums des BDA auf der Basis einer von der Kommission Normung und Technische Sicherheit der DGAI erarbeiteten Empfehlung. Zugriff: 09.08.2014 http://www.bda.de/docman/alle-dokumente-fuer-suchindex/oeffentlich/empfehlungen/637-apparative-ausstattung-fuer-aufwachraum-intensivueberwachung-und-intensivtherapie/file.html; Stand: 27.08.2014

DIVI. Empfehlungen zur Struktur und Ausstattung von Intensivtherapiestationen. 31.11.2010. http://www.divi.de/images/Dokumente/Empfehlungen/Strukturempfehlungen/2011_StrukturempfehlungKurzversion.pdf; Stand: 27.08.2014

DIMDI. Gesetz über Medizinprodukte (Medizinproduktegesetz - MPG). http://www.dimdi.de/static/de/mpg/recht/; Stand: 27.08.2014

Friesacher H. Intensivpflege heute: Pflege zwischen High-Tech und High-Touch. Intensiv 1995; 2: 47–52

Gastmeier P. Epidemiologie und Prävention bakterieller Infektionen. Intensivmedizin up2date 2011; 7: 65–180

Imhoff M. Rationing in Medicine. Ethical, Legal and Practical Aspects In: Breyer F, Kliemt H, Thiele F, Hrsg. Wissenschaftsethik und Technikfolgenbeurteilung. Band 13. Heidelberg: Springer; 2002

Isfort M. Weidner F. Gehlen D. Pflege-Thermometer 2012. Eine bundesweite Befragung von Leitungskräften zur Situation der Pflege und Patientenversorgung auf Intensivstationen im Krankenhaus. Im Internet: http://www.dip.de/fileadmin/data/pdf/projekte/Pflege_Thermometer_2012.pdf; Stand: 26.08.2014

Kuhlmann, B. Die Beziehung zwischen Angehörigen und Pflegenden auf Intensivstationen: Eine qualitative Untersuchung. Pflege 2004; 17, 145–154

Lawin P, Hrsg. Praxis der Intensivbehandlung. 3. Aufl. Stuttgart: Thieme; 1968

Lawin P, Opderbecke HW, Schuster HP: Die geschichtliche Entwicklung der Intensivmedizin in Deutschland, zeitgenössische Betrachtungen. Folge 3: Strukturelle Entwicklung der operativen Intensivmedizin Teil I. Anaesthesist 1999a; 48(2): 97–107

Lawin P, Opderbecke HW, Schuster HP: Die geschichtliche Entwicklung der Intensivmedizin in Deutschland, zeitgenössische Betrachtungen. Folge 3: Strukturelle Entwicklung der operativen Intensivmedizin Teil II, Anaesthesist 1999 b; 48(3): 173–182

Meyer G, Friesacher H. Die Anwendung eines Pflegekonzeptes als Grundlage der Weiterbildung in der Intensivpflege. intensiv 1992; 3: 88

Prien T, Groll O, Geldner G, Martin J, Weiler T, Dahmen KG, Sorgatz H, Bach A: IST-Kosten Intensivmedizin deutscher Anästhesieabteilungen – Bezugsjahr 1999. Anästhesiol Intensivmed 2002 43: 244- 254

Prien T, van Aken H. Grundlegende Aspekte der Intensivmedizin. Organisatorische Grundlagen. In: van Aken H, Reinhart K, Welte T, Weigand M, Hrsg. Intensivmedizin. Stuttgart: Thieme; 2014

Riessen R, Haap M. Managementkonzepte in der Intensivmedizin. Intensivmedizin up2date 2013; 9: 13–23

Robert Koch-Institut. Richtlinie für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention. München: Elsevier; 2007

Schaber S, Kossow A, Kipp F. Einfache Maßnahmen zur Prävention von Krankenhausinfektionen. Intensivmedizin up2date 2013; 9: 25–36

Schrader D, Schrader N. Lärm auf Intensivstationen und dessen Auswirkungen auf Patienten und Personal. Teil 1. intensiv 2001; 9 (3):96–106

Schrader D, Schrader N. Lärm auf Intensivstationen und dessen Auswirkungen auf Patienten und Personal. Teil 2. intensiv 2001; 9 (4):142–150

Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2013. Gesundheit. Grunddaten der Krankenhäuser 2012

Stolecki D. Ist Qualitätssicherung auch ohne Fachpflegende in der Anästhesie möglich oder zwingt Ökonomie zur Reduktion von Qualität? Intensiv 2000; 5: 208–213

Personalbedarf, Personalmanagement, Recht

Aken, H. van et al. Intensivmedizin heute. intensiv 2003; 4: 166

Aiken LH, Clarke SP, Sloane DM et al. Hospital nurse staffing and patient mortality, nurse burnout, and job dissatisfaction. JAMA (Journal of the American Medical Association) 2002; 288: 1987–1993

Beck-Texte. Bürgerliches Gesetzbuch (BGB). 72. Aufl. München: DTV; 2013

Becker M. Personalentwicklung. Bildung, Förderung und Organisationsentwicklung in Theorie und Praxis. 6. Aufl. Stuttgart: Schäffer/Poeschel; 2013

Behrens J, Langer G. Evidence based nursing and caring. Bern: Hans Huber; 2006

Benner P. Stufen zur Pflegekompetenz – from novice to expert. 2. Aufl. Bern: Huber; 2012

Bühner R. Mitarbeiterkompetenzen als Qualitätsfaktor. Strategieorientierte Personalentwicklung mit dem House of competence. München: Hanser; 2004

Correll W. Motivation und Überzeugung in Führung und Verkauf. Frankfurt: Redline Wirtschaftsverlag; 2006

Cullen DJ et al. Therapeutic intervention scoring system: A method for quantitative comparison of patient care. Critical Care Med 1974; 2: 57

Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI). Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) zur Versorgungssituation im Bereich der Intensivmedizin (2000). Im Internet: www.svr-gesundheit.de; Stand: 05.05.2014

Deutsche Gesellschaft für Fachkrankenpflege und Funktionsdienste e. V. Strukturstandards für die Intensivpflege und die Pflege in der Anästhesie (2005). Im Internet: www.dgf-online.de; Stand: 05.05.2014

Deutsche Gesellschaft für Fachkrankenpflege und Funktionsdienste e. V. Erklärung der Deutschen Gesellschaft für Fachkrankenpflege und Funktionsdienste e. V. (DGF) zu Pflegequalität und Patientensicherheit im Intensiv-

pflegebereich. Berliner Erklärung (2007). Im Internet: www.dgf-online.de; Stand: 14.04.2014

Deutsche Gesellschaft für Fachkrankenpflege und Funktionsdienste e. V. DGF-Fachkrankenpflegestandard (2009). Im Internet: www.dgf-online.de; Stand: 14.04.2014

Deutsche Krankenhausgesellschaft e. V. Zahlen, Daten Fakten. Düsseldorf: Deutsche Krankenhaus Verlagsgesellschaft; 2011

Donabedian A. Evaluating the quality of medical care. Milbank Memorial Fund 1966; Q 44: 166

European federation of Critical Care Nursing associations (EfCCNa). EfCCNa Competencies for European Critical Care Nurses. Im Internet: http://www.efccna.org/images/stories/publication/competencies_cc.pdf; Stand: 13.07.2014

Essen, J. van u. a.: Wie viele Intensivbetten sind notwendig? – Eine quantitative Untersuchung mit dem Therapeutic Intervention Scoring System (TISS) in fünf hessischen Krankenhäusern. Gesundheitswesen 2000; 10: 496

Friesacher H. Intensivpflege heute: Pflege zwischen High-Tech und High-Touch. Intensiv 1995; 2: 47–52

Friesacher H. Pflegeverständnis. In: Ullrich L, Stolecki D, Grünewald M, Hrsg. Intensivpflege und Anästhesie. 2. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2010

Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Intensivmedizinische Versorgung in Krankenhäusern Anzahl Krankenhäuser, Betten sowie Aufenthalte (Behandlungsfälle und Berechnungs-/Belegungstage). Im Internet: www.gbe-bund.de; Stand: 09.05.2014

Graf J, Reinhold A, Brunkhorst FM et al. Variability of structures in German intensive care units: a representative, nationwide analysis. Wien Klin Wochenschr 2010; 122: 572–578. DOI: 10.1007/s00 508–010–1452–8

Großkopf V, Klein H. Recht in Medizin und Pflege. 4. Aufl. Bahlingen: Spitta; 2011

Großkopf V. Vorschriften und Gesetze für das Gesundheitswesen. Bahlingen: Spitta; 2010

Großkopf V, Schanz M. Arbeitsrechtlicher Leitfaden für das Gesundheitswesen. 2. Aufl. Bahlingen: Spitta; 2011

Großkopf V. Haftpflichtversicherung: Haftung im Gesundheitswesen auf dem Prüfstand des BGH. Die Schwester, der Pfleger 2009; 01: 96

Hartmann B et al. Vollautomatische Kalkulation des Pflegeaufwandes auf einer operativen Intensivstation. Ein Vergleich zwischen TISS-28 und NEMS. Intensivmed 2004, 41: 94–8.

Holzer E, Thomeczek C, Hauke E, Conen D, Hochreutener MA. Patientensicherheit. Leitfaden für den Umgang mit Risiken im Gesundheitswesen. Wien: Facultas; 2005

Isfort M. Patientenklassifikation und Personalbemessung auf Intensivstationen. Teil 1. Intensiv (2008); 16: 269–273

Isfort M. Einfluss der Personalausstattung auf Pflege und Patientenversorgung in deutschen Intensivstationen. Deskriptive Studie zu Aspekten der Patientensicherheit und Belastungsindikatoren der Pflege. Med Klin Intensivmed Notfmed 2013; DOI: 10.1007/s00 063–012–0207-x

Isfort M, Weidner F, Gehlen D. Pflege-Thermometer 2012. Eine bundesweite Befragung von Leitungskräften zur Situation der Pflege und Patientenversorgung auf Intensivstationen im Krankenhaus. hgg von: Deutsches Institut für angewandte Pflegeforschung e. V. Im Internet: www.dip.de; Stand: 14.05.2014

Keene, AR, Cullen DJ: Therapeutic intervention score system: Update 1983. Critical Care Medizin 1983; 11: 1–3

Kypta G. Burnout erkennen, überwinden, vermeiden. 2. Aufl. Heidelberg: Carl-Auer; 2008

Leuzinger A, Luterbach T (2000) Mitarbeiterführung im Krankenhaus – Management im Gesundheitswesen. Stuttgart: Huber; 2000

Matern U, Koneczny S, Scherrer M, Gerlings T. Arbeitsbedingungen und Sicherheit am Arbeitsplatz OP. Deutsches Ärzteblatt 2006; 103(47): A 3 187–92

Meyer G. Qualitätssicherung in der Intensivpflege. intensiv 1994; 2: 146–151

Meyer G, Friesacher H. Die Anwendung eines Pflegekonzeptes als Grundlage der Weiterbildung in der Intensivpflege. Intensiv 1993; 3: 88

Menzel W. Unternehmenssicherung durch Personalentwicklung. Mitarbeiter motivieren, fördern und weiterbilden. 7. Aufl. Freiburg: Haufe; 1997

Miranda DR et al. Nine equivalents of nursing manpower use score (NEMS). Intensive Care Med 1997, 23: 760–765

Paula H. Patientensicherheit und Risikomanagement im Pflege- und Krankenhausalltag. Berlin: Springer; 2007

Reason JT. Research. Prepared for the Australian Council for Safety and Quality in Health care & NSW. Ministerial Council 2000

Reason J. Menschliches Versagen: Psychologische Risikofaktoren und moderne Technologien. Heidelberg: Spectrum; 1994

Roßbruch R. Die Pflegedokumentation aus haftungsrechtlicher Sicht. Handbuch des Pflegerechts. 73. Aktualisierung. Neuwied: Luchterhand; 2010

Rothschild JM, Bates DW, Franz C et al. The costs and savings associated with prevention of adverse events by critical care nurses. Journal of critical care 2009; 24: 471–477

Saldern M von. Grundlagen systemischer Organisationsentwicklung. Hohengehren: Schneider; 2000

Schweizerische Akademie der Medizinischen Wissenschaften (2013). Medizinethische Richtlinien und Empfehlungen. Intensivmedizinische Maßnahmen (2013) Im Internet: www.samw.ch; Stand: 14.05.2014

Simon FB, CONECTA. Radikale Marktwirtschaft. Grundlagen des systemischen Managements. 6. Aufl. Heidelberg; Carl-Auer-Systeme 2013

Steinbereithner K, Bergmann H, Hrsg. Intensiv -station, -pflege, -therapie. Möglichkeiten, Erfahrungen und Grenzen. Stuttgart: Thieme; 1980

Stolecki D. Ist Weiterbildung ein qualitatives Steuerungsinstrument? Intensiv 2003; 5: 238–244

Tibby SM, Correa-West J, Durward A et al. Adverse events in a paediatric intensive care unit: relationship to workload, skill mix and staff supervision. Intensive care medicine 2004; 30: 1160–1166

Van Aken H, Prien T, Berendes E. Intensivmedizin heute. AINS 2003; 38: 264–272

Van den Heede K, Lesaffre E, Diya L et al. The relationship between inpatient cardiac surgery mortality and nurse numbers and educational level: analysis of administrative data. International journal of nursing studies 2009; 46: 796–803

Valentin A, Ferdinande P. ESICM Working Group on Quality Improvment: Recommendations on basic requirements for intensiv care units: structural and organizational aspects. Intensiv Care Med 2011; 37:1575–1587

Wallace DJ, Angus DC, Bartato AE, Kramer AA, Kahn JM. Nighttime Intensivist Staffing and Mortality among Critical Ill Patients. NEJM 2012; 366: 2093–101

Weidner F, Isfort M. Pflegequalität und Pflegeleistungen I und II. Zwischenbericht zur ersten Phase des Projektes „Entwicklung und Erprobung eines Modells zur Planung und Darstellung von Pflegequalität und Pflegeleistungen. Kath. Krankenhausverband Deutschlands e. V. (Hrsg.). Freiburg 2001

Intrahospitaltransport

Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI). Empfehlung zum innerklinischen Transport kritisch kranker, erwachse-

ner Patienten. 2010. Im Internet: www.divi.de; Stand: 24.05.2014
Hinkelbein J, Transporttrauma. In: Ellinger K, Denz CH, Genzwürker H, Hrsg. Intensivtransport. Köln: Deutscher Ärzte Verlag; 2004
Link J, Intrahospitaltransport. In: Aken H van, Reinhart K, Zimfer M, Hrsg. Intensivmedizin. Stuttgart: Thieme; 2001
Löw M, Jaschinski U. Innerklinischer Transport des kritisch kranken Patienten. Anästhesist 2009; 58: 95–108
Poloczek S, Madler C. Transport des Intensivpatienten. Notfall & Rettungsmedizin 2000; 3: 445–456
Universitätsklinikum Bonn, OPZ. Interne Zeitdokumentation der Patiententransporte. ICU 2008 (nicht veröffentlicht)

2.6.2 Internetadressen

http://www.dgai.de (Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e. V.)
http://www.dgiin.de (Deutsche Gesellschaft für Internistische Intensivmedizin und Notfallmedizin)
http://www.dip.de (Deutsches Institut für angewandte Pflegeforschung e. V.)
http://www.dimdi.de (Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information, DIMDI)
http://www.dkgev.de (Deutsche Krankenhausgesellschaft)
http://www.rki.de (Robert Koch-Institut)

Kapitel 3

Methoden und Instrumente der Qualitätssicherung

3.1	Einleitung	*74*
3.2	Bedeutung von Qualität	*74*
3.3	Instrumente der Qualitätssicherung der Pflege	*76*
3.4	Dienstübergabe	*80*
3.5	Pflegevisite	*82*
3.6	Patientensicherheit und Fehlermanagement	*83*
3.7	Leseservice	*88*

3 Methoden und Instrumente der Qualitätssicherung

Dietmar Stolecki, Lothar Ullrich

3.1 Einleitung

Der Begriff Qualität ist in Deutschland eng verbunden mit dem Qualitätssiegel der Deutschen Industrienorm, DIN, das bis heute ein Garant für eine hohe Qualität ist und international geschätzt wird. Über die Industrie ist der Begriff des Qualitätsmanagements und der Qualitätssicherung Ende der 1980er Jahre in das Gesundheitssystem eingezogen.

Seit dem 1.1.1989 sind Krankenhäuser gemäß des Sozialgesetzbuches V (SGB V) verpflichtet, sich an Maßnahmen der Qualitätssicherung zu beteiligen. Mit dem Inkrafttreten des Gesundheitsstrukturgesetzes (GSG) wurde zum 1.1.1993 beschlossen, dass auch die Pflege sich an diesen Maßnahmen zu beteiligen habe. Mit dem § 70 des SGB V wurden Leistungserbringer und Krankenkassen unter den Aspekten von Wirtschaftlichkeit, Humanität und Qualität aufgefordert, *„eine bedarfsgerechte und gleichmäßige, dem allgemeinen Stand der medizinischen Erkenntnisse entsprechende Versorgung der Versicherten zu gewährleisten. Dabei muss die Versorgung ausreichend und zweckmäßig sein, darf das Notwendige nicht überschreiten und muss wirtschaftlich erbracht sein.“*

Bezogen auf die Qualität wurde gefordert,

- die Behandlung,
- die Versorgungsabläufe und
- die Behandlungsergebnisse

unter Berücksichtigung qualitätssichernder Maßnahmen zu dokumentieren. Zugleich müssen sie einer vergleichenden Prüfung standhalten.

Anfängliche Ablehnungen, die mit den Begründungen einhergingen „das haben wir immer schon so gemacht…das brauchen wir nicht…“, existieren, wenn auch reduziert, leider auch heute noch. Diese Mitarbeiter sind ggf. mit dem Satz von Jay Katz (1996) zu überzeugen: *„Wenn du immer nur das tust, was du schon immer getan hast, dann wirst du immer nur das bekommen, was du schon immer bekommen hast.“* Alle Kliniken machten sich auf den Weg und installierten Qualitätsmanagementsysteme mit einer dokumentierten Darstellung von Aufbau- und Ablauforganisation zur Sicherung der Prozess- und Ergebnisqualität.

Klare Reglements wurden aufgestellt, die eine Ablösung des bis dahin geltenden Finanzierungssystems mit sich brachten und zur Ökonomisierung der Kliniken veranlassten. Siehe Kap. Personalbedarf einer Intensivstation (S. 56). Zu diesem Zeitpunkt konnten noch keine Aussagen getroffen werden, welche Konsequenzen damit verbunden sein würden und was von Seiten der Kliniken zukünftig zu leisten sein wird. Im Laufe der Zeit kristallisierte sich immer mehr heraus, dass alle Interventionen – medizinisch wie pflegerisch – rational und zielorientiert begründet und wirtschaftlich vertretbar durchzuführen sind.

3.2 Bedeutung von Qualität

Definition

Der Begriff Qualität ist sehr häufig nur unzureichend definiert und weit auslegbar. Die allgemeinste Eingrenzung des Begriffes von Qualität findet sich als Deutsche Industrienorm DIN 55 350 (1984) und definiert Qualität als *„…die Gesamtheit von Eigenschaften und Merkmalen eines Produktes oder einer Tätigkeit, die sich auf deren Eignung zur Erfüllung gegebener Erfordernisse bezieht.“*

Versucht man diese Definition auf Pflege zu übertragen, so muss gefragt werden, welche Erfordernisse Pflege erfüllen muss oder was Pflegequalität eigentlich ist.

3.2.1 Pflegequalität

Eine erste Konkretisierung in Deutschland wurde durch die Pflegepersonalregelung (PPR) vorgenommen, worin es heißt, dass *„Pflege ausreichend, zweckmäßig, wirtschaftlich und an einem ganzheitlichen Konzept“* orientiert sein muss.

Der Begriff Zweckmäßigkeit ergibt sich durch den gesellschaftlichen Auftrag, den Pflegende zu erfüllen haben. Das bedeutet gemäß WHO, dass *„Pflegende dem einzelnen Menschen, der Familie und ganzen Gruppen dabei helfen, ihr physisches, psychisches und soziales Potential zu bestimmen und zu verwirklichen, und zwar in dem anspruchsvollen Kontext ihrer Lebens- und Arbeitsumwelt“* (DBfK 2011).

Der Begriff der Wirtschaftlichkeit bezieht sich auf eine ausgewogene Kosten-Nutzen-Relation, also mit möglichst geringem Kostenaufwand ein gesetztes Ziel zu erreichen. Bei der Frage, was ein ganzheitliches Konzept ist und was ausreichende Pflege bedeutet, kann einerseits nochmals die WHO und andererseits die Schweizer Kaderschule für Pflege zitiert werden. Die WHO umschreibt den Begriff des Konzeptes damit, dass *„die Pflegenden Funktionen aufbauen und erfüllen, welche Gesundheit fördern, erhalten und Krankheit verhindern. Zur Pflege gehört auch die Planung und Betreuung bei Krankheit und während der Rehabilitation und sie umfasst zudem die physischen, psychischen und sozialen Aspekte des Lebens in ihrer Auswirkung auf Gesundheit, Krankheit, Behinderung und Sterben (vgl. Fiechter und Meier 1998).“* Der Pflegeprozess ist demnach ein Anteil eines Konzeptes zur Versorgung von gesundheitlich beeinträchtigten Menschen.

Kriterien und Ausprägungsgrade

In diesem Kontext hat die Schweizer Kaderschule bereits 1975 eine Systematisierung vorgenommen und Pflegequalität mit 6 Kriterien in 4 Ausprägungsgrade unterteilt:

- Berücksichtigung von Lebensgewohnheiten
- Erhaltung und Förderung der Selbständigkeit
- Hilfe zur Anpassung an veränderte Bedingungen
- Aufrechterhaltung und Förderung der Beziehung nach außen
- Hilfe zum Verständnis von Krankheit, Diagnostik, Therapie und Pflege
- Planung der Pflege

Bereits diese Aussagen lassen Rückschlüsse bzgl. der zugrunde zu legenden Bewertungskriterien für die Ermittlung der erreichten Qualität in der Krankenpflege zu. Deutlicher wird es jedoch mit den nachfolgenden Ausprägungsgraden:

- **Stufe 1: Optimale Pflege:**
  - Der Patient wird in die Pflege einbezogen,
  - lernt angepasste Lebensweise kennen,
  - kooperiert mit dem Team,
  - kann später Teile der Behandlung selbst ausführen.
- **Stufe 2: Angemessene Pflege:**
  - Der Patient erfährt Berücksichtigung seiner individuellen Bedürfnisse,
  - ist über die Behandlung informiert,
  - wird vor, während und nach der Behandlung adäquat unterstützt und überwacht.
  - Er erfährt ein Klima, in dem er seine Gefühle ausdrücken, sich verstanden und akzeptiert fühlen kann. Zeitgleich ist es möglich, dass er Kontakte nach außen aufrechterhalten kann.

- **Stufe 3: Sichere Pflege:** Diese Stufe entspricht einer Minimumversorgung:
  - Der Patient ist mit dem Nötigsten versorgt, er erleidet keinen Schaden, erhält korrekte Pflege,
  - er muss sich allerdings anpassen und erfährt keinerlei Hilfen in der Auseinandersetzung mit Fragen über Leben und Tod.
- **Stufe 4: Gefährliche Pflege:**
  - Hier erleidet der Patient physische oder psychische Schäden durch fehlerhafte Pflege und durch vermeidbare Komplikationen.

Wenn man die gefährliche Pflege mit der Zensur mangelhaft bewertet, dann muss ausreichende Pflege also gleichzusetzen sein mit sicherer Pflege, wonach der Patient keinen Schaden erleidet.

Weitere Definitionen von Pflegequalität

Mit Blick in die USA trifft man auf die Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organisations (Illinois). Hierbei handelt es sich um eine private, freiwillige, nicht von der Regierung eingesetzte Organisation, die Krankenhäusern und anderen Pflegeeinrichtungen ihre Betriebserlaubnis erteilt und sie anhand ihrer veröffentlichten Pflegestandards überwacht. Pflegequalität wird bei ihr definiert als

- *„der Grad, zu dem die Pflege mit dem gegenwärtigen Wissensstand die Wahrscheinlichkeit günstiger Ergebnisse für die Patienten erhöht und die Wahrscheinlichkeit unerwünschter Ergebnisse reduziert“* (Katz u. Green 1996).

Diese Definition ist vor dem Hintergrund heutiger Diskussionen um notwendige berufliche Kompetenzen in der Intensivpflege und Anästhesie besonders wichtig, da hier erstmalig und deutlich Bezug genommen wird auf den Zusammenhang von pflegerischer Qualifikation und Kompetenz und den erreichbaren Ergebnissen in der Versorgung kritisch kranker Menschen. Damit ist Bildung eines der wichtigsten Instrumente zur Qualitätssicherung.

In Deutschland haben 2 Pflegewissenschaftlerinnen Pflegequalität definiert:

Doris Schiemann (1990): „Pflegequalität ist der Grad der Übereinstimmung zwischen anerkannten Zielen einer Berufsgruppe und dem erreichten Erfolg in der Pflege. Und: Qualitätssicherung ist der Vorgang des Beschreibens von Zielen (...), das Messen des tatsächlichen Pflegeniveaus … und das Festlegen und Evaluieren von Maßnahmen zur Modifizierung der Pflegepraxis.“ Damit verdeutlicht sie eine notwendige Autonomie des Berufes, die wiederum nur durch entsprechende Kompetenz erreichbar ist. Im Rahmen der beruflichen Handlungskompetenz erfordert dies Methodenkompetenz zur Anwendung des Pflegeprozesses. Mit dem Problemlösungsprozess können so Ziele und Maßnahmen beschrieben, erreichte Ergebnisse erfasst und evaluiert werden.

Edith Kellnhauser (1993) apostrophiert mit ihrer Aussage zur Qualitätssicherung diese Gedanken: „Zur Sicherung qualitativer Pflegeleistungen ist ein strukturierter Prozess erforderlich. Dabei müssen Leistungen gemessen, Schwachstellen aufgezeigt und Verbesserungsversuche in Gang gesetzt werden.“ Sie ergänzt diese These damit, dass sie zusätzlich ein Leitbild für die Pflege fordert, da es zur Umsetzung qualitätssichernder Maßnahmen von ausschlaggebender Bedeutung sei, womit sie schon zur damaligen Zeit von einem Qualitätsmanagementsystem spricht.

Die WHO hat in diesem Kontext ihre Vorstellungen 1987 veröffentlicht und postuliert, dass *„... in diesem Prozess Pflegestandards ein professionell abgestimmtes Leistungsniveau sind, das den Bedürfnissen der damit angesprochenen Bevölkerung entspricht (...) und somit ein wichtiger Baustein zur Qualitätssicherung darstellt“*.

► **Qualität im Gesundheitswesen.** Im Gesundheitswesen bedeutet das heute eine ausreichende und zweckmäßige, d. h. patienten- und bedarfsgerechte, an der Lebensqualität orientierte, fachlich qualifizierte, aber auch wirtschaftliche medizinische Versorgung mit dem Ziel, die Wahrscheinlichkeit erwünschter Behandlungsergebnisse bei Individuen und in der Gesamtbevölkerung zu erhöhen.

► **Ethikkodex der Deutschen Gesellschaft für Fachkrankenpflege und Funktionsdienste e. V. (DGF).** Dieser Aspekt ist von der DGF aufgegriffen und im Ethikkodex abgebildet worden. Unter den Überschriften „Intensivpflegende und die Praxis“ sowie „Intensivpflege und die Profession“ zeigt die DGF Wege auf, Qualität zu sichern und Fehler zu reduzieren. So heißt es, dass *„Intensivpflegende einen hohen Grad an Kompetenz aufweisen und demnach aktuelles pflegewissenschaftliches und bezugswissenschaftliches Wissen sowie medizinische Leitlinien, individuelles Urteilsvermögen, gelebte Wertvorstelllungen und technische sowie zwischenmenschliche Fähigkeiten nutzen“* (DGF 2014).

Das impliziert einen lebenslangen Lernprozess durch Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen, die zur weiteren Entwicklung der beruflichen Kompetenz beitragen. Damit wiederum können die Intensivpflegenden die Grenzen ihrer Kompetenz erkennen und die Übernahme spezifischer Tätigkeiten ablehnen, die sie nicht beherrschen, womit Qualität erreicht und Patienten vor Schäden geschützt werden können. Intensivpflegende verpflichten sich weiterhin, Personen oder Einrichtungen über fehlerhafte Konditionen und fehlende Ressourcen zu unterrichten, die zu einer Gefährdung der Patienten führen können.

3.2.2 Determinanten der Qualitätssicherung

Donabedian (1966) hat völlig unabhängig von Pflege die Determinanten von Qualität in Struktur-, Prozess- und Ergebnisqualität differenziert (▶ Tab. 3.1), was von der Berufsgruppe der Pflegenden später übernommen und angepasst worden ist:

- **Strukturqualität:** Sie beschreibt unter der Frage „Was und Wer“ die Bedingungen, unter denen medizinische oder pflegerische Leistungen erbracht wer-

Tab. 3.1 Determinanten von Pflegequalität nach A. Donabedian.

Strukturqualität	Prozessqualität	Ergebnisqualität
Wie sehen • die Kompetenz der Mitarbeiter, • die Fortbildungsmöglichkeiten, • der Personalschlüssel , • die räumliche und technische Ausstattung, • die Kommunikationswege, • Infrastruktur und hygienische Konditionen der Einrichtung, • die Arbeitsabläufe aus?	• Wie sind Zielkriterien (Stand des med. Wissens, Wünsche der Patienten) definiert? • Werden Pflegeprozess, -standards, Leitlinien, Pflegevisite und Assessments genutzt? • Welche Dokumentation steht zur Verfügung? • Welche Kommunikationswege stehen zur Verfügung? (Team-, Fallbesprechung, Gespräche mit Patienten, Angehörigen, anderen Berufsgruppen)	• Konnten die gesetzten Ziele (pflegerisch, medizinisch) erreicht werden? • Wie ist der Gesundheits- und Zufriedenheitszustand des Patienten? • Sind Komplikationen eingetreten? • Wie sind Mortalität und Letalität • Wie ist das wirtschaftliche Ergebnis?

den und inkludiert Teilnahmen an Qualitätssicherungsmaßnahmen wie z. B. an Qualitätszirkeln und Personalentwicklungsmaßnahmen.
- **Prozessqualität:** Sie beschreibt alle diagnostischen und therapeutischen Interventionen, die unter Berücksichtigung aller individuellen Aspekte eines Patienten ergriffen werden oder nicht.
- **Ergebnisqualität:** Sie bezieht sich auf das Behandlungs- und das Pflegeergebnis unter Einbindung der Patientenzufriedenheit hinsichtlich des seelischen, körperlichen und geistigen Wohlbefindens.

Mit diesem Modell wurde Qualität nun auch in der Pflege und Medizin operationalisiert und damit zu einer Basis für Qualitätsmanagementmodelle, die bis heute auch für Fragen der Zertifizierungen genutzt werden.

3.3 Instrumente der Qualitätssicherung der Pflege

3.3.1 Krankenpflegeprozess

Da sich pflegerische Interventionen lange Zeit ausschließlich am biomedizinischen Modell der Medizin orientiert haben, bestand in den 1950er der Wunsch, Pflege zu systematisieren und zu professionalisieren. Nachdem Peplau (1952) die erste wissenschaftlich belegte Pflegetheorie beschrieben hatte, um Pflegenden ihr Handeln bewusst zu machen und um Abläufe systematischer zu gestalten, führte 1955 Hall den Pflegeprozess in den USA ein. Neben weiteren Beschreibungen erschien 1967 dann das erste Buch über den Pflegeprozess (Yura u. Walsh), der fortan als Problemlösungsprozess bezeichnet wurde.

Der Pflegeprozess erfuhr im Laufe einiger Jahre Anpassungen, sodass aus einem Drei-Schritt-Modell (Untersuchung, Beschluss, Aktion) von Johnson (1959) zunächst ein Vier-Schritt-Modell wurde (Untersuchung, Planung, Durchführung, Evaluation; Yura u. Walsh, 1967). Schließlich entwickelten Mundinger und Jauron 1975 ein Fünf-Schritt-Modell mit den Prozessen Informationssammlung, Diagnose, Planung, Durchführung und Evaluation.

In den 1980er Jahren wird auch im deutschsprachigen Raum über den Pflegeprozess diskutiert, ehe Fichter und Meier (1981, Schweiz) den Pflegeprozess als Regelkreislauf in 6 Schritten beschreiben. In Deutschland wird der Pflegeprozess dann 1985 Bestandteil des Krankenpflegegesetzes und damit Ausbildungsgegenstand und 1988 Bestandteil der Sozialgesetzbücher SGB V und SGB XI. Seit 2001 ist er auch im Altenpflegegesetz und der entsprechenden Ausbildung implementiert.

Modelle des Pflegeprozesses

► **Sechs-Schritt-Modell von Fiechter und Meier.** Da Fiechter und Meier bei ihrem Modell von einem kybernetischen Regelkreis sprachen, hätten sich demnach alle Schritte des Pflegeprozesses gegenseitig determinieren müssen. Im Rahmen der Evaluation der geplanten Interventionen besteht aber lediglich eine lineare Vorwärtsbeziehung zwischen den Schritten und nur eine Rückkopplung von Schritt 6 (Beurteilung der Pflegewirkung) zu Schritt 3 (Festlegung der Pflegeziele). Das entspricht keinem kybernetischen Regelkreis, da nicht analysiert wird, ob u. a. die Planung der Pflegemaßnahmen erfolgt ist oder gar die Durchführung der Maßnahmen von statten gegangen ist. Mit der fehlenden Rückkopplung wird die Qualitätskontrolle bzgl. der einzelnen Schritte also unterbrochen, womit dieses Modell nicht brauchbar ist. Primär sollte es als didaktisches Modell verstanden werden, da sich die Schritte zumeist so nicht im klinischen Alltag in der Dokumentation wiederfinden.

► **Vier-Schritt-Modell der WHO.** Das Modell der WHO beinhaltet dagegen nur 4 Phasen und ist damit griffig und international zu finden. Auch wenn es grafisch 4 Schritte hintereinander aufzeichnet, sind die einzelnen Schritte als sich überschneidende zu sehen. Es besteht jederzeit die Möglichkeit zu notwendigen Rückkopplungen, sodass erforderliche

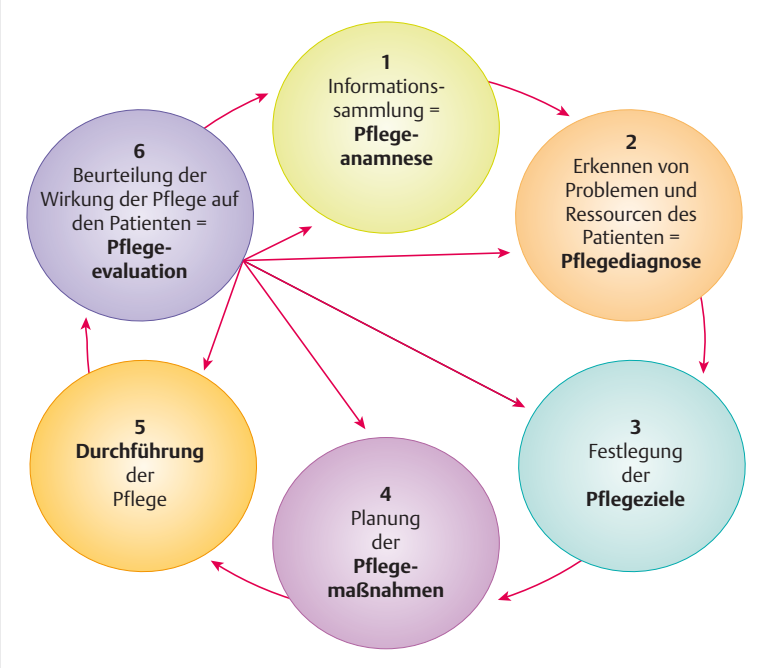


Abb. 3.1 Modifizierter Pflegeprozess als Sechs-Schritt-Modell. (nach Fiechter u. Meier 1988)

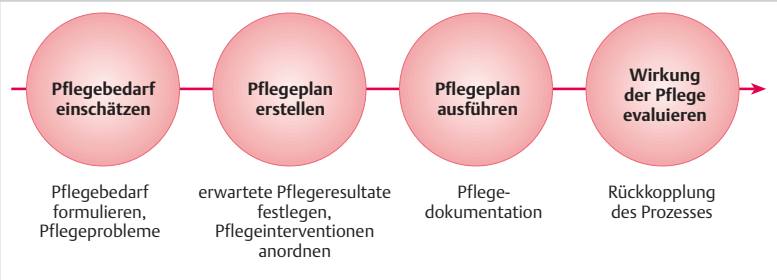


Abb. 3.2 Pflegeprozess als Vier-Phasen-Modell. (WHO 1979)

Adaptionen der Planung oder der Anwendung notwendiger Mittel und Maßnahmen erfolgen können.

Sinnhaftigkeit des Pflegeprozesses

Die Anwendung des Krankenpflegeprozesses ist kein Allheilmittel und allein kein Garant für eine qualifizierte Pflege. Aber er stellt eine Methodik als Problemlösungs- und Interaktionsprozess dar, mit dem eine systematische Arbeit von der Planung bis zur Evaluation erfolgen kann. Mit ihm können über die Dokumentation Informationsdefizite minimiert und Anleitungsprozesse transparent konzipiert werden. Gleichzeitig trägt sie nachhaltig zur Bemessung der erfolgten Pflegeleistungen bei. In diesem Kontext nutzt der MDK die Kriterien des Pflegeprozesses zu Prüfungen. Über die erfolgte Kodierung der Fallschwere können über die Schritte des Pflegeprozesses Abweichungen erkannt werden, die ggf. auch zu Entgeltkürzungen führen.

Weitere bestimmende Faktoren sind das eigene Pflegeverständnis sowie die in der Klinik vorhandene Grundhaltung im Sinne eines gelebten Pflegeleitbildes. Hinzu kommen der aktuelle bzw. aktualisierte Kenntnisstand, das Einbinden neuer Methoden und Erkenntnisse in die Pflege, die Optimierung des täglichen Versorgungsablaufs sowie die Einbindung aller am Versorgungsprozess beteiligter Berufsgruppen.

Definition

Der Begriff Pflegeplanung ist nicht mit dem Begriff Pflegeprozess gleichzusetzen, da hier nur ein einzelner Schritt der gesamten Methodik dargestellt wird.

Einschätzen des Pflegebedarfs

Zur Einschätzung des Pflegebedarfs benötigen Pflegende Informationen aus unterschiedlichen Quellen. Das geschieht

- direkt mittels Gespräch mit dem Patienten, seinen Angehörigen oder durch Beobachtung bzw.
- indirekt durch Anamnese, Krankengeschichte oder Aussagen von Dritten.

Die Informationssammlung enthält

- objektive Daten, d. h. alles, was beobachtbar und messbar ist, und
- subjektive Daten, d. h. alles, was der Patient über seine Empfindungen aussagt.

Hilfreich für die Informationszusammenstellung und damit für die Einschätzung des Pflegebedarfs ist neben fundierten Fachkenntnissen zur Erkrankungen die Nutzung von Assessments (Scores, Screeningmethoden), wie z. B. die zur Erfassung des Dekubitusrisikos oder des Schmerzes. Siehe Kap „Schmerzerfassung und Dokumentation“ (S. 429). Aus diesen so gewonnenen Informationen werden Probleme und Ressourcen abgeleitet und der Unterstützungsbedarf festgelegt.

Merke

Nur das, was als Pflegeproblem eruiert worden ist, ist primär auch Gegenstand des Problemlösungsprozesses und lässt eine fachliche Fokussierung zu. Was nicht als Problem erkannt worden ist, wird mit großer Wahrscheinlichkeit auch nicht im Rahmen der Interventionen verfolgt!

Pflegediagnosen

In den USA wird seit vielen Jahren zunehmend der Begriff Pflegediagnose genutzt, der erstmals 1950 erwähnt wurde. Wenig später beschrieb Frey die Erstellung von Pflegediagnosen im Kontext eines Pflegeplans als Hauptaufgabe. 1973 wird im Rahmen einer Konferenz der American Nursing Association (ANA) das Instrument Pflegediagnose als autonomer Teil pflegerischer Arbeit anerkannt und im weiteren zeitlichen Verlauf von der North American Nursing Diagnosis Association (NANDA) klassifiziert. Seither stellt eine Pflegediagnose eine Aussage dar, die ein aktuelles oder potenzielles gesundheitliches Problem beschreibt, das Pflegende zu Interventionen (ohne Arztkonsultation) berechtigt und befähigt (Gordon 1994).

Damit stellen Pflegediagnosen die Grundlage für klinische Entscheidungen, für die Dokumentation und die klinische Ergebnisqualität in der Pflege dar. Sie sind gekennzeichnet durch eine einheitliche Fachsprache und sind damit für die Entwicklung der Profession Pflege von elementarer Bedeutung (vgl. Allmer 2009), da sie gleichzeitig die Position der Pflege im interdisziplinären Kontext definieren.

Da die **NANDA-Pflegediagnosen** international anerkannt sind und ständig weiterentwickelt werden, bilden sie eine wichtige Grundlage für die Pflegeforschung.

Seit 1993 ist in Europa mit Gründung der ENDA (European Nursing Diagnosis Association) und als Suborganisation mit der ACENDIO (Association for Common European Nursing Diagnosis, Intervention and Outcomes) eine für das europäische Gesundheitswesen angepasste Sprachregelung gefunden worden. Der Durchdringungsgrad und die Akzeptanz ist aber in Europa, insbesondere Deutschland noch recht gering.

► **Vorteile von Pflegediagnosen**

- Sie dienen als Grundlage für Verhandlungen mit Krankenkassen, da ein Nachweis darüber besteht, wer mit welcher Qualifikation die notwendigen Pflegeinterventionen durchführt (Personalbedarfsermittlung und Stellenplanberechnung).
- Sie liefern ein gutes Fundament für die Kosten- und Leistungsrechnung.
- Pflegediagnosen sind sprachlich einheitlich und damit Basis für eine gemeinsame Diskussion.
- Sie dienen der Qualitätssicherung, da mit ihnen Kriterien für Qualität bestimmt werden.

Interventionsplan erstellen

Parallel zum notwendigen Unterstützungsbedarf werden akute und potenzielle Probleme sowie wichtige Ressourcen des Patienten eruiert, die dann im Rahmen der Planerstellung priorisiert werden müssen. Im Interventionsplan werden prägnant und kurz alle einzelnen Maßnahmen und deren zeitliche Abfolge aufgelistet unter der Fragestellung was, wann, wie und wie oft durchgeführt werden soll. Somit wird er zum Leitfaden für alle Beteiligten. Abweichungen vom Plan müssen anhand der Situation des Patienten begründet werden. Als Struktur sollte ein Modell wie z. B. das der Aktivitäten und existenziellen Erfahrungen des Lebens (AEDL) nach Krohwinkel (1998) dienen.

Da inzwischen schon einige, wenn auch wenige Pflegeinterventionen evidenzbasiert sind, sollten die Wirkungen der Maßnahmen hinreichend bekannt und evaluiert sein. Da Intensivpflegende in ihren Abteilungen immer eine Gratwanderung begehen, was gerade noch Intensivpflege und was schon Intensivmedizin ist, sollte nach Rücksprache mit dem fachärztlichen Personal auch geklärt werden, welche medizinischen Interventionen im Rahmen des Plans zu berücksichtigen sind.

Interventionen durchführen

Alle vorgesehenen Interventionen werden zeitgerecht durchgeführt und zeitnah korrekt dokumentiert. Zeitnah bedeutet hier, dass spätestens bis zum Ende des Dienstes dokumentiert wird, was getan wurde, oder bevor man den Raum längere Zeit verlässt.

Während der Durchführung der geplanten Pflegeinterventionen entsteht spätestens jetzt auch der oben angespro-

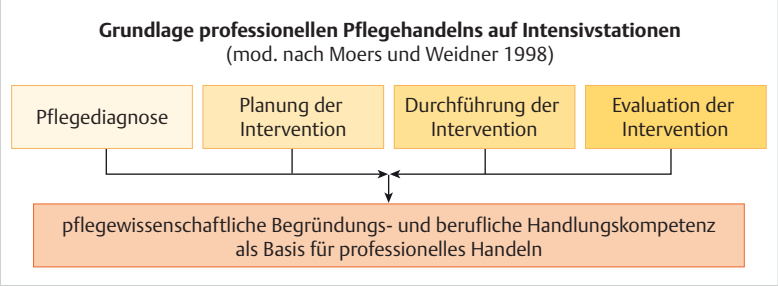


Abb. 3.3 Grundlage des professionellen Pflegehandelns auf Intensivstationen.

chene Interaktionsprozess, durch den eine unmittelbare Beurteilung von Pflegeleistungen ermöglicht wird, aber auch ggf. neue Probleme offensichtlich werden. Über eine direkte und unmittelbare klinische Beobachtung kann somit die Problemanalyse, aber auch die Wirkung beurteilt werden.

Merke

Die im Interventionsplan angeordneten Maßnahmen sind für alle Pflegenden verbindlich. Eine Abweichung kann nur begründet erfolgen und muss dokumentiert werden.

Evaluation/Beurteilung

Die Evaluation ist als eigener Schritt des Pflegeprozesses zu sehen und soll ein Urteil über die Wirkung der ausgeführten Pflege (korrekte Durchführung, korrekter Einsatz der Mittel?), unter Berücksichtigung der gesetzten Ziele (waren sie realistisch?), der Problemstellung (war das Problem hinreichend erkannt?) und unter Einbeziehung des Patienten und der Angehörigen ermöglichen. Sie kann in der Gesamtheit auch als Grundlage zur Pflegeforschung und -wissenschaft dienen. Gleichzeitig hilft sie das berufliche Selbstverständnis zu fördern.

3.3.2 Pflegedokumentation

Bis 1976 galt eine ärztliche Dokumentation (BGH 27.7.1976) eher als Gedächtnisstütze. Nach dem sog. Dammschnitturteil (1986) mussten Ärzte im Haftungsprozess beweisen, dass sie kunstgerecht gehandelt haben. Das führte 1987 zur Ausdehnung der Dokumentationspflicht auf Pflegende, sodass damit ein Nachweis für eine sach- und fachgerechte Pflege gegeben war. Begründet ist das zusätzlich damit, dass Krankenhausträger als Vertragspartner des Patienten gelten und demnach der Krankenhausaufnahmevertrag das Personal zu Erfüllungsgehilfen des Krankenhausträgers macht. Zu den weiteren gesetzlichen Grundlagen für die Durchführung einer Dokumentation gehören

- Krankenpflegegesetz (§ 4)
- Krankenpflegeausbildungs- und Prüfungsverordnung (KrPflAPrVO)
- Krankenhausaufnahmevertrag, Heimvertrag, Behandlungsvertrag
- SGB V (1.1.1989)

Die Dokumentation soll als fachliche, kollegiale Informationsquelle dienen und eine lineare Versorgung der Patienten garantieren – und zwar auch im Rahmen eines 24-Stunden-Schichtbetriebes mit unterschiedlichen Zuständigkeiten und bei Ausfallzeiten.

Dabei bezieht sich die pflegerische Dokumentation auf

- Pflegeaufklärung,
- Pflegeanamnese/Pflegediagnose,
- Pflegeprozess,
- Pflegezeit/-dauer und
- objektive Daten der Patienten.

► **RUMBA-Regel.** Entscheidend für die Qualität einer Dokumentation ist die RUMBA-Regel. Rumba ist ein Akronym (aus Anfangsbuchstaben mehrerer Wörter gebildetes Kurzwort) und dient zur Festlegung von den nachfolgend genannten Kriterien:

- **R** = relevant: zum Thema gehörend
- **U** = understandable; für alle verständlich (Fachsprache)
- **M** = measurable: überprüfbar, messbar
- **B** = behavioral: durch Verhalten änderbar
- **A** = attainable: erreichbar/realistisch sein

Diese Form der Dokumentation sollte einen schnellen Überblick verschaffen, eine lineare Verlaufskontrolle ermöglichen, fachlich und rechtlich fundiert sein. Die Dokumentation muss einer Kontrolle jederzeit standhalten können: Alles, was nicht dokumentiert ist, gilt vor dem Gericht (oft) als nicht durchgeführt und kann zur Verurteilung handelnder Personen führen.

Der fachliche Aspekt beinhaltet eine schnelle Evaluierung des jeweiligen Pflegeergebnisses im Vergleich zur Zielsetzung und zu geplanten und tatsächlich auch durchgeführten Maßnahmen.

Merke

Damit wird jederzeit transparent und für jeden nachvollziehbar, was getan worden ist. Dies ist eine Grundvoraussetzung für das Erreichen eines Qualitätsanspruches bzw. -niveaus!

Prinzipien der Pflegedokumentation

Auch im Rahmen der Pflegedokumentation gilt Schreibdisziplin, womit dokumentenechte Schreibwerkzeuge sowie eine lesbare Schrift eingefordert werden. Wenn Schreibfehler auftreten, gilt ein Verbot von Tipp-Ex und Klebeetiketten. Verschriebene Texte werden so durchgestrichen und ungültig gemacht, dass sie dennoch lesbar bleiben. Ein Überschreiben von Texten ist zu unterlassen. Sollten nachträgliche Eintragungen vorgenommen werden müssen, sind sie als solche zu kennzeichnen.

1. Die Dokumentation dient nicht in erster Linie Dritten, sondern ist primär als Informationsquelle für die an der Pflege beteiligten Mitarbeiter im Sinne der Qualitätssicherung zu sehen, womit eine Fachsprache obligat ist.
2. Die Dokumentation soll sich auf die wesentlichen Aspekte beschränken, womit keine Formulierungen in epischer Breite gewünscht sind.
3. Die Dokumentation soll dem Wesentlichkeitsgrundsatz entsprechen, was bedeutet, dass keine Selbstverständlichkeiten und Routinearbeiten, sondern Auffälligkeiten und Abweichungen dokumentiert werden.
4. Grundsätzlich ist im Rahmen der intensivpflegerisch-medizinischen Versorgung die Dokumentation nachrangig, da die akute Versorgung des Patienten immer als vorrangig gilt.
5. Für Maßnahmen der allgemeinen Pflege besteht nur in Ausnahmen eine Dokumentationspflicht, sie wird aber trotzdem empfohlen; bei der speziellen ist sie notwendig.
6. Die Nutzung von Abkürzungen, Symbolen ist zulässig, wenn die Bedeutung der Kürzel hinterlegt und auch nach Jahren noch nachvollziehbar ist.
7. Kürzel müssen eindeutig zu verstehen sein!

Dokumentationsarten

Der Klinikträger stellt die jeweilige Grundlage zur Dokumentation, die in Form einer zumeist noch anzutreffenden handschriftlich zu führenden Kurve vorliegt. Parallel existieren inzwischen in vielen Kliniken in Deutschland elektronische Systeme (▶ Abb. 3.4). Dazwischen gibt es eine Kombination von teils EDV-gestützter und teils handschriftlich geführter Dokumentation. Damit sind die Daten an unterschiedlichen Stellen zu finden mit der Problematik, dass sie bei einer erneuten notwendigen Zusammenführung teils schwer zu beschaffen sind, was im Sinne der Qualitätssicherung nicht förderlich ist.

Recht auf Einsichtnahme und Datenschutz

Patienten haben gemäß § 34 des Bundesdatenschutzgesetzes einen Anspruch auf Einsichtnahme in die Pflege- und Behandlungsdokumentation, was mit dem Recht auf informationelle Selbstbestimmung bezeichnet wird. Auch Krankenkassen können ermächtigt werden, nach gängiger Rechtsprechung Einsicht in die Dokumentation ihres Versicherten zu nehmen. Jedoch gibt es Einschränkungen des Anspruchs durch die Rechte Dritter (z. B. Angehörige), die in die Behandlung einbezogen sind. Dritte in diesem Sinne sind grundsätzlich nicht die behandelnden Ärzte oder Pflegenden, deren Tätigkeit dokumentiert ist. Da die Einsichtnahme am Aufbewahrungsort der Pflegedokumentation oft nicht ausreicht, besteht auch das Recht, Kopien anzufertigen (auf eigene Kosten). Patienten können ihr Einsichtsrecht von Angehörigen oder Freunden wahrnehmen lassen (Bevollmächtigte). Gleiches gilt für gerichtlich bestellte Betreuer, wenn der Aufgabenbereich den Aspekt Gesundheits- und Pflegeangelegenheiten einschließt.

3.3.3 Pflegestandards

Bereits zu Beginn der 1990er Jahre wurden Pflegestandards entwickelt und implementiert und gelten seither als eine schriftliche Werteskala, die Regeln, Bedingungen und Handlungen bei Patienten, Personal und im System definieren. Sie werden bestimmt von 4 Komponenten:

1. Sie sind schriftlich festgelegt und beziehen sich auf gängige Praxis und aktuelles Wissen.
2. Die Regeln bestimmen die Struktur der Dienstleistung.
3. Die Maßnahmen zeigen, wie die Dienstleistung ausgeführt wird.
4. Die Bedingungen definieren das Ergebnis der Dienstleistung.

Nach Donabedian handelt es folglich um eine Normierung von Pflegehandlungen, um ein garantiertes Mindestmaß an Qualität zu erreichen. Diese Definition zeigt noch einmal auf, wie wichtig es ist, vor der Erarbeitung von Pflegestandards die Bestimmung des Zielerreichungsgrades vorzunehmen.

Man unterscheidet Basis- und Ablaufstandards, die als Instrumente zur

- Qualitätserfassung,
- Qualitätssicherung und zur
- Qualitätsentwicklung gelten, was durch einen permanenten Soll-Ist-Vergleich zu bestätigen ist.

Richtlinien, Leitlinien, Standards

Sprachlich als auch inhaltlich unterscheiden sich die Begriffe Richtlinie und Leitlinie deutlich von dem Begriff Standard.

Richtlinien und Leitlinien

Eine Richtlinie definiert schriftlich fixierte und veröffentlichte Regelungen für das Handeln oder Unterlassen, die für den Rechtsraum der Institution **verbindlich** sind und deren Nichtbeachtung sanktioniert wird (z. B. Transfusionsrichtlinie).

Der Begriff Leitlinie beinhaltet systematisch entwickelte Feststellungen, um die Entscheidungen von Mitarbeitern in den Gesundheitsberufen bzgl. einer angemessenen Gesundheitsversorgung zu spezifischen Themen zu unterstützen. Sie sind im Gegensatz zu Richtlinien **nicht bindend** und müssen an den Einzelfall angepasst werden.

Pflegestandards

Basisstandards treffen Aussagen über die zu verwirklichende Pflegepraxis und schreiben immer wiederkehrende pflegerische Tätigkeiten fest, die in allen Fachdisziplinen zu handhaben sind. Sie ermöglichen eine Überprüfung und Analyse der Auswirkung von Pflege durch qualitative und quantitative Normen. Dazu gehören Mikrostandards, die jeweils eine einzelne Pflegeintervention beschreiben, wie z. B. die Cardiac-Lagerung eines Patienten.

Ablaufstandards, auch Medialstandards genannt, sind dagegen Bündelungen von verschiedenen Basisstandards, die einen bestimmten Verlauf von pflegerischen Interventionen bestimmen und damit als Orientierung im Sinne eines Leitfadens dienen. Sie garantieren eine zeitlich und inhaltlich bestimmte Vorgehensweise aller Mitarbeiter bei bestimmten Prozeduren wie Aufnahme und Versorgung eines Patienten und schaffen eine Orientierung für zeitliche Ressourcen während der Versorgung von Patienten.

Konzeption von Standards

Eine interdisziplinär besetzte Expertengruppe aus allen pflegerischen Bereichen einer Klinik analysiert die derzeitige Ist-Situation Beschreibung bisheriger Pflegehandlungen in Form des Materialbedarfs, der einzelnen Handlungsschritte, der Vor- und Nachbereitung. Gemeinsam-

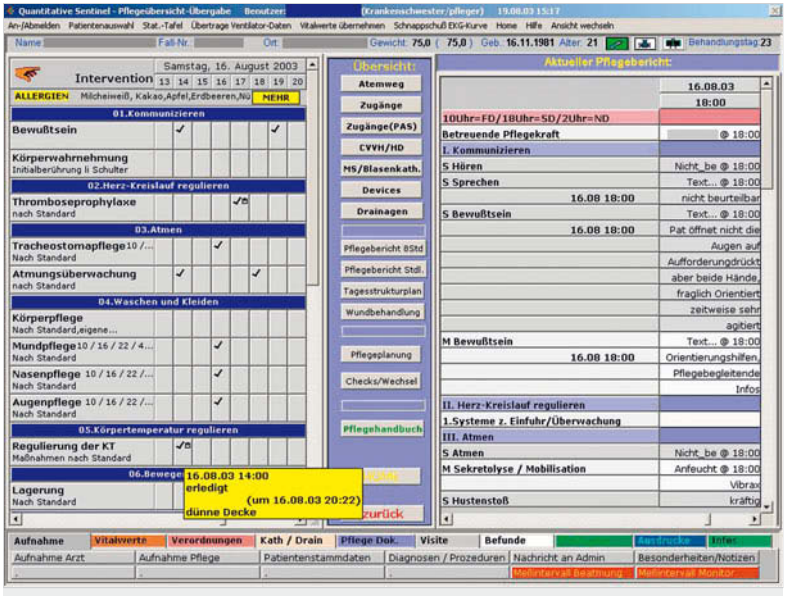


Abb. 3.4 Bildschirmansicht eines PDMS. Hier beispielhaft die Ansicht der Pflegeübersicht/Übergabe.

keiten wie auch Abweichungen werden deutlich gemacht. Das am ehesten erfolgversprechende und Sicherheit gewährende Prinzip wird favorisiert und später ausgearbeitet. Dabei

- werden die bei der Durchführung zu berücksichtigenden Richtlinien (z. B. Hygiene) und wissenschaftlichen Erkenntnisse (evidenzbasiert) hinterlegt,
- werden Angaben über Zweck und Häufigkeit der zu verrichtenden Tätigkeit gemacht,
- ist der Pflegebedarf anhand der Pflegediagnose zu erfassen,
- werden die zu nutzenden Hilfs- und Pflegemittel angegeben und
- die einzuhaltende Frequenz der Maßnahme bezeichnet.

Mit diesen so entwickelten Inhalten werden Qualitätskriterien schriftlich fixiert. Sie beinhalten zudem weitere Angaben zu:

- Thema und Codierung des Standards
- Klinik- bzw. Abteilungszuordnung
- Zielsetzung und Niveaudefinition
- Prinzipien
- Besonderheiten bzgl. Patient oder Pflegeeinrichtung
- Anforderungsprofil an Qualität der Pflege
- Angabe des Gültigkeitszeitraums und der nächsten Überprüfung
- Autoren
- Literaturquellen
- Datum der Erstellung, des Inkrafttretens und der nächsten Überarbeitung

Expertenstandard

Unabhängig davon existieren seit vielen Jahren sog. nationale Expertenstandards z. B. für Dekubitus, Ernährung, Sturz, Inkontinenz u. a. m. Expertenstandards werden mit wissenschaftlich fundierten Methoden erarbeitet, überprüft und auf die nationalen Bedingungen abgestimmt. Dazu analysiert eine Expertenarbeitsgruppe nationale und internationale Literatur, um die Inhalte des zu entwickelnden Standards evidenzbasiert abzusichern. Im Rahmen einer sog. Konsensuskonferenz präsentiert die Expertengruppe den Standard der Fachöffentlichkeit, also Fachexperten und Mitgliedern aus Fach- und Spitzenverbänden. Sie diskutieren den Standard mit dem Ziel, eine möglichst breite Übereinstimmung (Konsens) zu erzielen. Danach folgt die Implementierungsphase, in der der Expertenstandard durch ein wissenschaftliches Team des Deutschen Netzwerkes für Qualitätssicherung in der Pflege (DNQP) modellhaft in 20 ausgewählten Einrichtungen des Gesundheitswesens eingeführt wird. Eine Aktualisierung erfolgt nach 3 Jahren, was der Halbwertszeit von beruflichem Wissen entspricht.

Darüber hinaus existieren Makrostandards, die Prinzipien und Leitlinien pflegerischen Handelns beschreiben z. B. Ethikkodex der Deutschen Gesellschaft für Fachkrankenpflege und Funktionsdienste e. V. (DGF).

Ziele von Pflegestandards

Die so festgelegten Maßnahmen sollen eine Identifikation des Personals mit den Inhalten ermöglichen und damit eine höchstmögliche Sicherheit für den Patienten schaffen (▶ Abb. 3.5). Parallel soll durch Standards der geringste ökonomische Aufwand in Form von Personal- und Materialkosten sowie Organisationsaufwand betrieben werden und eine rechtliche Absicherung des Personals sowie der Institution erfolgen. Gleichzeitig stellen Standards im Rahmen der Qualitätsbeurteilung Soll-Werte dar, mit denen die in der Praxis erreichte Qualität einer Maßnahme als Ist-Wert verglichen wird.

Zu differenzieren ist letztlich noch die Gültigkeit eines Standards. Dabei wird unterschieden zwischen der Gültigkeit für nur eine Station/Abteilung oder für die gesamte Klinik.

Vorteile von Standards

In Bezug auf Pflege

Standards sorgen für eine transparente und konstante Gestaltung der Pflege mit möglicher Erreichung einer definierten Pflegequalität. Der Problemlösungsprozess vor dem Hintergrund komplexer Pflegesituationen wird durch Standards mit Hilfe vereinfachter schriftlicher Dokumentation erleichtert.

Pflegestandards unterstützen die Einarbeitung von neuen Mitarbeitern, Krankenpflegeschülern oder Teilnehmern von Weiterbildungslehrgängen.

In Bezug auf ökonomische Aspekte

Durch vereinheitlichten Materialverbrauch werden Kosten minimiert, der Zeitaufwand in der Pflegedokumentation reduziert und damit Kosten minimiert. Die Standards dienen im Zusammenhang mit einer adäquaten Dokumentation der Beweisführung vor juristischen Instanzen.

In Bezug auf berufspolitische Aspekte

Standards bieten durch die Festlegung von Qualitätsniveaus eine Grundlage einerseits für die Stellenberechnung durch definierte Pflegeleistungen sowie andererseits für Personalentwicklungsmaßnahmen. Parallel kann durch Darstellung der Verantwortlichkeit die berufliche Identität gestärkt werden.

Implementierung der Standards

Wenn die erarbeiteten und festgelegten Pflegestandards in der Klinik vorgestellt werden, sollten diese nach einer festzulegenden „Probezeit" evaluiert, ggf. korrigiert und als verbindlich in die Pflege integriert werden. Mögliche, entstehende Schwierigkeiten bei der Umsetzung von Standards werden durch die verantwortlichen Pflegedienstleitungen und QM-Beauftragten analysiert. Über einen Soll-Ist-Vergleich ergeben sich eventuell Notwendigkeiten zur Nachschulung, die dann angeboten werden. Das setzt voraus, dass die Mitarbeiter auf einen durch Fort- und Weiterbildung aktuellem Kenntnisstand sind.

Die Nutzung von Pflegestandards bietet eine Reihe von Vorteilen. Die Zielorientierung, der gesellschaftliche Anspruch auf eine qualitativ hochwertige Versorgung der Patienten, kann durch effektive Nutzung von Pflegestandards erfüllt werden.

3.4 Dienstübergabe

Im Kontext des Pflegeprozesses steht die Dienstübergabe, die jeweils zwischen Früh-, Spät und Nachtdienst erfolgt. Sie soll durch einen guten und prägnanten Informationsfluss durch alle an der Patientenbehandlung Beteiligten zu einer hohen Ergebnisqualität beitragen. Damit nicht aneinander vorbei gearbeitet wird, ist das direkte Gespräch der Handelnden immer noch eine unerlässliche Möglichkeit der Rückkoppelung.

Man unterscheidet zwischen der patientenfernen und patientennahen Übergabe.

3.4.1 Patientenferne Übergabe

Zur patientenfernen Übergabe existieren 2 Vorgehensweisen.

▶ **Variante 1.** Sie dient der Vorstellung aller auf der Intensivstation zu findenden Patienten im Sinne einer Orientierung für alle im Dienst befindlichen Pflegenden. Folglich werden hier nur wenige Daten vermittelt, die den Namen, die Erkrankung/Verletzung und den aktuellen Zustand, ggf. mit Risiken, beinhalten, sodass alle im Dienst Tätigen eine grobe Vorstellung bzgl. der Namen der Patienten und Schweregrade der Erkrankungen haben. Eine weitere Aufschlüsselung spezieller Daten ist nicht erforderlich (und auch unnötig), da diese sehr schnell vergessen werden. Je größer eine Intensivstation ist, desto schwieriger lässt sich eine patientenferne Übergabe dieser Art gestalten, wenn alle Beteiligten über alle Patienten informiert werden sollen.

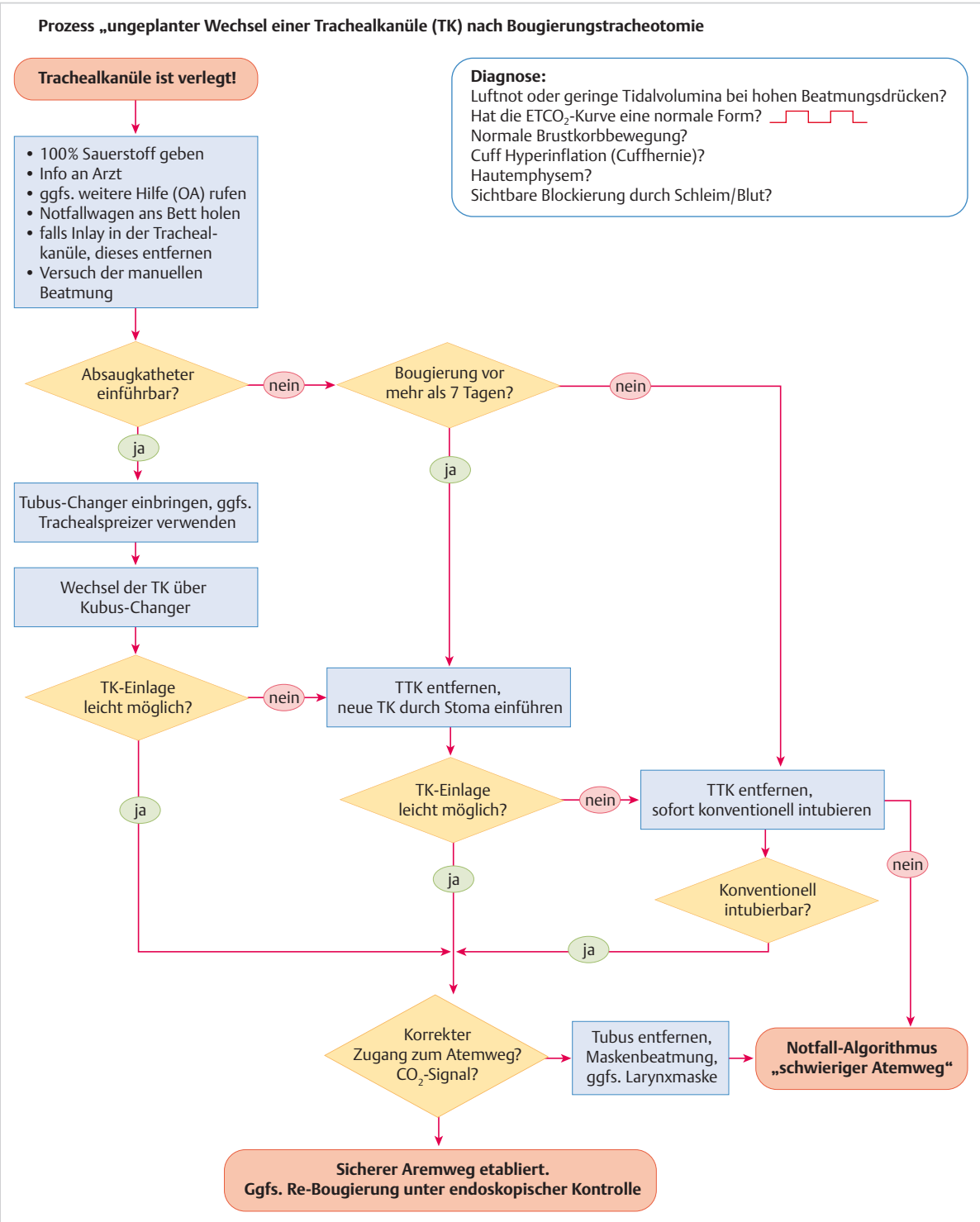


Abb. 3.5 Handlungsplan „Ungeplanter Wechsel einer Trachealkanüle“ (Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin, Universitätsklinikum Münster).

► **Variante 2.** Die 2. Möglichkeit beinhaltet, dass nur die Personen zur Übergabe zusammen kommen, die tatsächlich auch die Patienten versorgt haben und versorgen werden. Ohne den Patienten zu stören, können alle Daten via schriftliche oder via PC-basierte Dokumentation erörtert werden.

Strukturierende Elemente der Übergabe

Da Kommunikation oft mit Informationsverlusten einhergeht, ist auf eine strukturierte Übergabe zu achten. So sollte eine in der Abteilung vorgegebene Leitlinie als Struktur von allen Beteiligten prinzipiell eingehalten werden. Dazu kann ein Pflegemodell wie das der Aktivitäten und existenziellen Erfahrungen des täglichen Lebens (AEDL, nach Krohwinkel) dienen oder das Biomedizinische Modell, das sich der Organfunktion bzw. -dysfunktion bedient (▶ Tab. 3.2). Diese Strukturen können patientenfern oder auch -nah genutzt werden.

Zu den zu übermittelnden Daten gehören folgende Elemente:

▶ **Vorstellung des Patienten.** Ausgehend von den Daten des Patienten (Name, Alter, Nationalität, Sprache, Religion) werden kurz

- Aufnahmedatum und -grund
- Anamnese, Diagnose, Voroperationen
- pflegeanamnestische Daten (Probleme nach ATLs, Angehörige, sozialer Hintergrund, persönliche Merkmale) sowie
- bisheriger Krankheits- und Pflegeverlauf skizziert.

Damit gelangt man zur aktuellen Situation des Patienten, die den 2. Punkt der Übergabe ausmacht.

▶ **Aktuelle Situation und geplante Interventionen.** Mittels der vorgebebenen Struktur wird nun der aktuelle Status des Patienten anhand von bestehenden Problemen erläutert und die notwendigen Maßnahmen aufgezeichnet. Bei der gegebenen Struktur sollte darauf geachtet werden, dass alle notwendigen Parameter zu einem Organsystem bzw. zu einer AEDL erfasst und dargestellt werden.

Eingebettet in diese Struktur sind alle den Verordnungsplan und die ärztliche Dokumentation betreffenden Informationen. Diese sollten dem jeweiligen Übergabepunkt zugeordnet werden. Nachfolgende Punkte sind hierfür von Bedeutung:

- **Atmung:** Beatmungsmodus, Parameter der Beatmung, Effektivität (SaO_2, BGA), Lagerung gemäß des Respirationsprotokolls
- **Bewusstsein:** neurologischer Status: Hirndruckwerte (ICP, CPP), Glasgow Koma Skala, Sedierungstiefe (z. B. RASS = Richmond Agitation Sedation Scale), Einschätzung der Schmerzsituation z. B. mit numerischer Rating-Skala (NRS) oder mit visueller Analogskala (VAS)
- **Herz-Kreislauf-Situation:** Blutdruck, Herzfrequenz, Applikationsraten von Katecholaminen, Vasopressoren, Vasodilatatoren, Volumensubstitution, EKG, evtl. Antiarrhythmika, maschinelle Unterstützung z. B. mit Pacer oder intraaortaler Ballonpumpe, Lagerungsoptionen, venöse und arterielle Gefäßzugänge
- **Niere:** Infusionstherapie, Ein- und Ausfuhr/ Bilanzierung, Retentionswerte, evtl. Nierenersatzverfahren, Katheterart und -lage
- **Leber-/Stoffwechselsituation:** Ernährungsstatus, ggf. Störungen
- **Haut:** Temperaturregulation, Hautbeschaffenheit

▶ **Pflegebericht.** Daran schließt sich der Pflegebericht an. Anhand des Pflegeplanes und des aktuellen Pflegezustandes werden Pflegeprobleme hervorgehoben und geplante Lösungsmöglichkeiten vorgestellt bzw. gemeinsam gesucht und festgelegt.

▶ **Ärztliche Dokumentation.** Informationen über eventuelle Konsilbefunde sowie zu Maßnahmen der anstehenden Diagnostik runden die Information ab.

▶ **Organisationsfragen.** Eventuell noch zu lösende Fragen (z. B. bzgl. des Dienstplans oder unerledigter Aufgaben) können abschließend geklärt werden.

Tab. 3.2 Strukturen für eine Übergabe

Struktur der AEDLs	Struktur des biomedizinischen Modells
1. Kommunizieren	Atmung
1. Sich bewegen	Bewusstseinslage
1. Vitale Funktionen des Lebens aufrecht erhalten	Herz-Kreislauf-Situation
1. Sich pflegen	Niere
1. Essen und Trinken	Leber / Stoffwechselsituation
1. Ausscheiden	Haut
1. Sich kleiden	Sonstige Informationen: Verweildauer der invasiven Katheter, Sonden, Drainagen, Verbände
1. Ruhen und schlafen	
1. Sich beschäftigen	
1. Sich als Mann oder Frau fühlen und verhalten	
1. Für eine sichere Umgebung sorgen	
1. Soziale Bereiche des Lebens sichern	
1. Mit existenziellen Erfahrungen des Lebens umgehen	

3.4.2 Patientennahe Übergabe

Mit dem letzten Schritt wird die Patientenübergabe am Patientenbett vollendet. Nach der Begrüßung und Information des Patienten erfolgt eine Inspektion des Patienten, das Monitoring wird abgeglichen und es wird auf Besonderheiten aufmerksam gemacht. Das Team hat hier die Möglichkeit, nochmals gemeinsam einen kompletten Check vorzunehmen und den Patienten so gut wie möglich einzubinden (▶ Abb. 3.6).

3.5 Pflegevisite

Vor dem Hintergrund steigender Qualitätsansprüche von Patienten muss in Kliniken und weiteren Einrichtungen des Gesundheitswesens über weitere interne Qualitätsmaßnahmen nachgedacht werden. In diesem Kontext sind Pflegende zunehmend verpflichtet, Intensivpflege auf einem festgelegten Qualitätsniveau anzubieten und darauf zu achten (SGB V § 137 ff), dass die erbrachten Leistungen gültigen, fundierten Erkenntnissen und Richtlinien genügen. Neben anderen Instrumenten zur Steuerung der Qualität kann die Pflegevisite hierzu einen weiteren Beitrag leisten.

Nach Heering et al. (1997) ist unter Pflegevisite ein regelmäßiger Besuch bei und ein Gespräch mit dem Patienten über seinen Pflegeprozess zu verstehen und dient der gemeinsamen Benennung der Ressourcen, der Pflegeprobleme bzw. Pflegediagnose, der Vereinbarung der Pflegeziele und -interventionen sowie der Überprüfung der Pflege. Die hier gemeinte Pflegevisite stellt eine kollegiale Variante dar, bei der immer die betreuende Pfle-

Abb. 3.6 Übergabe am Patientenbett.

geperson, dazu eine Stationsleitung und ein pädagogischer Mitarbeiter einer Weiterbildungsstätte für Intensivpflege und Anästhesie beteiligt sind. Es besteht auch die Möglichkeit, dass z. B. eine Pflegedienstleitung anstelle eines Mitarbeiters einer Bildungseinrichtung teilnimmt.

3.5.1 Vorgehen

Vor einer Pflegevisite ist transparent zu klären,

- wann und wie lange eine Visite durchgeführt wird,
- bei welchem Patienten die Visite erfolgt,
- wer von den Beteiligten in dem Prozess welche Rolle übernimmt,
- wie der Ablauf strukturiert ist, und
- wie die Ergebnissicherung erfolgt und durch wen.

Der für den Patienten zuständige Pflegende stellt den Patienten anhand des Pflegeprozesses den Beteiligten vor. Ausgehend von dem Aufnahmegrund werden die Diagnosen und Pflegeprobleme und der bisherige Verlauf präsentiert. Analog zur Ist-Situation zeichnet die zuständige Pflegekraft die aktuelle Problematik im Kontext der Ressourcen und der geplanten Interventionen auf. Zwischenzeitlich bereits erreichte Ziele werden benannt. Folglich kommt es dabei zu nachfolgenden Beobachtungen und Ergebnissen:

- Die Beteiligten werden für die Situation des Patienten sensibilisiert.
- Mit Betrachtung des Pflegeverlaufs sowie der Effektivität der bisher durchgeführten Interventionen können evtl. Defizite analysiert werden.
- Die gewonnenen Informationen werden im Pflegeprozess neu justiert.
- Die Pflegenden bekommen eine Rückmeldung über ihre Arbeit.
- Die Mitarbeiter werden geschult und gestärkt, indem sie sich und ihre Arbeit präsentieren können und ihre bisher geleistete Pflege wertgeschätzt wird.
- Die Stationsleitung gewinnt Eindrücke über ihre Mitarbeiter.
- Die Stationsleitung, Bildungseinrichtung und Pflegedienstleitung bekommen Informationen über eventuell existierenden Schulungsbedarf auf der Station.

3.5.2 Ziele

Neben dem Verlauf der Pflege und den ausgeführten Maßnahmen können auch die Organisationsabläufe der Station diskutiert und beurteilt werden. Als Instrument der Qualitätssicherung dient die Pflegevisite damit

- der Stärkung des pflegefachlichen Wissens und damit der Erhöhung der Sicherheit,
- der Entwicklung der kommunikativen und methodischen Kompetenz,
- der Stärkung der personalen Kompetenz durch Erhöhung des Selbstvertrauens,
- der Erhöhung der Berufszufriedenheit,
- der Steigerung der Partizipation von Patienten und Angehörigen am Pflegeprozess und damit ihrer Zufriedenheit,
- der Analyse evtl. vorhandener Organisationsmängel,
- einer gezielten Personal- und Organisationentwicklung und zu guter Letzt
- der Kostenkontrolle durch Überprüfung der eingesetzten Mittel.

Die Verbreitung der Pflegevisite ist bisher recht gering, sodass ein wertvolles Instrument noch zu wenig genutzt wird.

3.6 Patientensicherheit und Fehlermanagement

3.6.1 Änderungen im Gesundheitssystem

Die bundesdeutschen Kliniken stehen spätestens mit der Einführung des fallpauschalierenden Entgeltsystems in einem Spannungsfeld zwischen Erlös- und Qualitätsorientierung und damit in einem Wettbewerb. Seit dieser Zeit ist es zu einer deutlichen Arbeitsverdichtung mit Zunahme von Patienten mit Multimorbidität und extremer Altersgruppen gekommen. Die nachfolgende ▶ Tab. 3.3 präsentiert die deutlichen Veränderungen zwischen 1990 und 2012, womit in diesem Zeitraum mehr als 400 Kliniken geschlossen und 185 000 Betten abgebaut worden sind.

Da die Zahl der Patienten insgesamt gestiegen und zeitgleich die Verweilzeit in der Klinik deutlich reduziert ist, hat die Dynamik der Versorgungsprozesse zugenommen. Dies bedeutet, dass Intensivpflegende in weniger Arbeitszeit mehr Leistungen erbringen müssen. Da parallel aber auch ein Personalmangel in qualitativer und quantitativer Hinsicht zu verzeichnen ist – die Zahl der Vollkräfte des nicht ärztlichen Personals ist um rund 13 % abgebaut worden – ist die Gefahr für vermeidbare Fehler gestiegen. Mögliche Konsequenzen liegen auf der Hand: Kommt es zu Fehlern und damit zu Komplikationen, steigen die Kosten durch medizinisch-pflegerischen Mehraufwand und durch den juristisch erwirkten monetären Ausgleich gegenüber dem Patienten. Damit entstehen nicht nur erhöhte (unnötige) Kosten, sondern es sinkt gleichzeitig die Patientensicherheit und -zufriedenheit, womit auch ein Imageverlust für die Klinik gegeben ist.

Tab. 3.3 Veränderungen im Gesundheitssystem.

	1990	2012
Kliniken	2 447	2 017
Betten	686 000	501 000
Pflegetage	210 Mill.	142 Mill.
Verweilzeit	14,7 Tage	7,6 Tage
Patienten	14.6 Mill.	18,6 Mill.

Risikomanagement

Als Folge des vorher Gesagten wurde das sog. Risikomanagement im Gesundheitswesen eingeführt. Als Instrument des Qualitätsmanagements hat es das Ziel, alle Strukturen und Prozesse im betrieblichen Alltag zu analysieren, die Schwachstellen aufweisen. Sie können die Ursache für Fehler und Beinahe-Fehler sein und zu Schäden am Patienten führen. Da Patientensicherheit ein zentrales Anliegen für alle Beteiligten des Behandlungsprozesses darstellt, besteht die Notwendigkeit, dass innerhalb einer Klinik ein System installiert wird, mit dem Risiken und Fehler erkannt, benannt und bewertet werden. Demnach hat das Risiko- und Fehlermanagement einen hohen Stellenwert erhalten.

Merke

Niemand hat Zeit, alle Fehler selber zu machen.

Was sind Fehler?

Damit stellt sich die Frage, was Fehler eigentlich sind? Der Begriff Fehler wird sehr facettenreich definiert, sodass er nicht eindeutig zu erfassen ist und aus unterschiedlichen Perspektiven betrachtet werden muss. Gleichzeitig ist festzuhalten, dass der Begriff Fehler zumeist negativ besetzt ist und entsprechende Assoziationen auslöst.

Helmreich (2000) definiert Fehler als „Handlungen oder Unterlassungen, die zu Abweichungen von ursprünglichen Vorhaben oder Erwartungen des Teams führen, so auch von Grundsätzen, Vorschriften und Standardbetriebsverfahren."

Paula (2007) stellt im Zusammenhang des Risikomanagements Fehler als geplante Vorgehensweise dar, die nicht planmäßig vollendet wurde.

Reason (2000) definiert Fehler als Fehlverhalten und damit als Oberbegriff, „der all die Ereignisse umfasst, bei denen eine geplante Abfolge geistiger oder körperlicher Tätigkeiten nicht zum beabsichtigten Resultat führt, sofern die Misserfolge

nicht fremdem Einwirkens zugeschrieben werden kann."

In diesem Kontext klassifiziert er mehrere Fehlerkategorien und zeigt auf, dass unsichere Handlungen zu Fehlern führen. Er unterscheidet den Begriff der unsicheren Handlung, die beabsichtigt oder unbeabsichtigt erfolgt. Er differenziert nachfolgende Fehlertypen:

► **Unbeabsichtigtes Fehlverhalten .** Hierzu zählen:

1. **Aufmerksamkeitsfehler:** Ein Aufmerksamkeitsfehler kann durch Ablenkung, Übermüdung, Unterlassung oder Vertauschung entstehen. Auch eine Intervention mit falscher Abfolge von Maßnahmen oder zur falschen Zeit ist darunter zu verstehen.
2. **Gedächtnisfehler:** Hierbei werden geplante Schritte ausgelassen, wird die ursprüngliche Absicht der Handlung vergessen. Aus beiden resultiert eine fehlerhafte Handlung.
3. **Regelbasierte Fehler:** Diese durch Informationsdefizite zustande kommenden Fehler können zu einer Fehleinschätzung führen. Dadurch kann ein richtiges Vorgehen zur falschen Zeit oder ein falsches Vorgehen zur richtigen Zeit entstehen. Die häufigste Ursache dafür findet sich in der Unwissenheit des Handelnden.

► **Beabsichtigtes Fehlverhalten.** Hierzu zählen die Fehlertypen:

- Routineverstoß,
- Ausnahmeverstoß und
- Sabotage.

Während Sabotage in Kliniken wohl kaum anzutreffen sein wird, gehören der Routine- und Ausnahmeverstoß zu den häufiger anzutreffenden Bildern. Dabei ist festzuhalten, dass die Bereitschaft zur Missachtung verstärkt wird durch eine zunehmende Berufserfahrung, die zunehmende hierarchische Position einer handelnden Person und die Größe der Abteilung.

Bei zunehmender Berufserfahrung scheint sich der Glaube zu entwickeln, komplexe Interventionen so zu überschauen und beurteilen zu können, dass „diese eine Ausnahme" schon nicht schlimm sein kann. Anders verhält es sich offenbar bei einer entsprechenden hierarchischen Position und Rolle, die eine Person einnimmt. Je weiter jemand in der Hierarchieebene gekommen ist, desto eher scheint es möglich, dass bestehende Regeln bewusst nicht eingehalten werden – frei nach dem Motto: „Hier bin ich der Chef und ich überschaue alles." Schließlich kann die Größe einer Abteilung noch eine entscheidende Rolle spielen, da fehlerhaftes Verhalten ggf. länger unbeachtet bleibt (vgl. Reason 1995).

► **Invulnerabilität.** Bei aller Erkenntnis zum Thema Fehler scheint es laut Reason so zu sein, dass Menschen nicht glauben (können), dass das, was im Begriff ist sich zu ereignen, überhaupt möglich ist. Damit meint er auch, dass Fehler weniger durch Risikobereitschaft der handelnden Personen entstehen, sondern das Ergebnis komplexer Fügungen sind, also nicht vorhersehbar waren (Invulnerabilität).

Obwohl damit klar sein sollte, dass menschliches Verhalten fehlerhaft ist, besteht dennoch die Vorstellung, dass fehlerfreies Arbeiten prinzipiell möglich ist.

► **Unerwünschte Ereignisse oder Beinahe-Fehler.** Unter dem Begriff „unerwünschte Ereignisse" werden im Rahmen der Patientenversorgung alle auftretenden Nebenwirkungen und Schädigungen zusammengefasst, die nicht im unmittelbaren Kontext der Grunderkrankungen stehen. Dazu gehören Nebenwirkungen nach Applikation von Pharmaka wie z. B. plötzlich auftretende Hypotonie oder Urticaria.

Der Begriff „Beinahe-Fehler" entspricht der englischen Bezeichnung „Near-miss". Das bedeutet, dass ein Fehler durch eine frühzeitige Korrektur oder glückliche Umstände keine Konsequenzen hat, also nicht zu einem Schaden führt.

Häufigkeit von Fehlern

Neben der rasanten technischen Entwicklung hat sich der Mensch bzgl. seiner Fähigkeiten, Daten aufzunehmen und zu verarbeiten, nicht verändert. Das bedeutet, dass Mitarbeiter in spezifischen Arbeitsbereichen nicht nur mehr in kürzerer Zeit arbeiten müssen, sondern auch viel mehr an Daten zuordnen müssen, mit denen man vor Jahren noch nicht konfrontiert worden ist.

Während eine in 2014 publizierte Studie bzgl. der Zwischenfälle in der Anästhesie nur seltene ernsthafte Probleme aufzeichnet (schwere Komplikationen bis hin zum Tod bei gesunden Patienten mit elektiven Operationen = 7 : 1 Mill), weisen nationale und internationale Analysen bzgl. der Gesamtgruppe von Patienten ganz andere Dimensionen auf.

Das Institute of Medicine (USA) hatte in seinem Artikel „To err is human" 1999 deklariert, dass jährlich 49 000 bis 98 000 vermeidbare **unnötige** Todesfälle in den USA zu verzeichnen sind (Kohn et al. 1999). Etwas später folgende Analysen in der BRD haben aufgezeigt, dass bei 5–10 % der Krankenhausbehandlungen unerwünschte Ereignisse vorkommen. Davon waren 30–50 % vermeidbar. Hinzu gesellten sich 16 000 bis 40 000 vermeidbare Todesfälle (Rall et al. 2001). In 2014 berichtete eine Krankenkasse in Deutschland, dass in 2011 ca. 190 000 Behandlungsfehler in den Kliniken zu verzeichnen waren, davon 19 000 mit letalem Ausgang. Auch das Gesundheitsministerium und das Aktionsbündnis Patientensicherheit lieferten Zahlen. Die Anzahl von 17 000 Todesfällen (Aktionsbündnis) korreliert mit den Daten der Krankenkasse. Das Gesundheitsministerium stellt denen rund 140 000 geschätzte Behandlungsfehler gegenüber. Diese Daten lassen befürchten, dass sich das Gesundheitssystem zumindest teilweise zu einem Hochrisikobereich entwickelt hat, was sich mit Betrachtung der Anzahl der im Krankenhaus behandelten Patienten (18,3 Mill.) jedoch etwas reduziert.

Automatisierte Prozesse?

Vor dem Hintergrund zahlreicher durch Menschen verursachter Fehler (75 % aller Fehler) sind Vergleiche mit der Luftfahrt hergestellt worden, um das Gesundheitssystem sicherer gestalten zu wollen. Dabei hat man festgestellt, dass die Arbeitsbedingungen sehr ähnlich sind:

- Arbeitsplatz mit hohem Technisierungsgrad
- Team-Arbeit mit hohem Spezialisierungsgrad
- hohe physische und psychische Belastung
- häufig schnell wechselnde Arbeitsintensität
- Verarbeitung hoher Datenmengen
- Konfrontation mit zwingenden Entscheidungssituationen
- kleine Fehler können fatale Folgen haben

Der Gedanke an eine maschinelle Steuerung der Prozesse durch computergestützte Programme erhielt jedoch für zahlreiche Interventionen eine Absage. ► Abb. 3.7 zeigt, dass das menschliche Gehirn sehr wohl in der Lage ist, aus einem scheinbar nicht zu lesendem Text einen

Ncah enier Sutide der Cmabridge Uinervistät, ist es eagl in wlehcer Riehnefloge die Bcuhsteban in eneim Wort sehten, haputschae der estre und leztte Bcuhsbtae snid an der rhicgtien Seltle.
Alels adnre knan ttoaels Cohas sein und man knan es torzdtem leesn, weil das Gherin nhict jeedn Bcuhsteban enizlen lesit, snedron das Wort als Gnezas.

(Graham Rawlison: "The significance od letter position in word recognition". Nottingham 1976)

Abb. 3.7 Funktion des menschlichen Gehirns.

sinnvollen Zusammenhang herzustellen. Ein Computer wird an dieser Aufgabe wohl scheitern.

3.6.2 Risiken

Damit stellt sich die Frage, wo genau die Risiken liegen und was dagegen unternommen werden kann? Bei genauer Betrachtung aller Strukturen und Prozesse in einem Betrieb zeigen sich 2 Komponenten, die zur Gefährdung von Patienten führen können. Zum einen führt latentes Versagen, z. B. in Folge von falschen Entscheidungen auf Leitungsebene (Anschaffung von billigem Material, das zeitgleich, aber wenig anwendertauglich ist) zu riskanten Situationen, da gewohnte Abläufe in Form von Prüfungen zur Inbetriebnahme und Nutzung der Geräte unterbrochen werden. Daraus resultieren aktive Fehler, da die Sicherheit der Anwender verloren geht.

Reason hatte in diesem Zusammenhang sehr früh von einem Schweizer Käsemodell berichtet (▶ Abb. 3.8), dass den Kontext von Schutzschilden und Risiken bis hin zum Schaden beleuchtet. Hier findet sich das Zusammenspiel zwischen diesen beiden Komponenten (latentes Versagen und aktive Fehler) wieder. Üblicherweise sind in einer betrieblichen Organisation zahlreiche Sicherheitsbarrieren so installiert, dass keine Schäden entstehen. Jedoch weisen diese Barrieren Sicherheitslöcher auf (wie ein Schweizer Käse), wobei die nächste Barriere zumeist dafür sorgt, dass vorhergehende Fehler keine negativen Auswirkungen haben. Versagen aber mehrere dieser Schutzschilder, versagt das Sicherheitssystem und es resultieren aus vermeintlich kleineren Fehlern ernsthafte Schäden.

Risiken finden sich in zahlreichen Situationen, zu denen die technischen Geräte und deren Wartung, die Arbeitsbedingungen und sicher auch die personelle Besetzung zu zählen sind. Aber auch veränderte Verpackungseinheiten von Medikamenten, eine fehlende einheitliche farbige Kodierung der Wirkstoffe sowie eine mangelhafte Kommunikation und letztlich soziale Störungen im Team können Ursachen für das Versagen von Schutzschildern sein.

Arbeitsbedingungen

Vielerorts wird mit einem enormen Zeitdruck gearbeitet. Dabei werden bei gegebenem Zeitmangel selten die konkreten Arbeitsbedingungen analysiert, obwohl hier am ehesten die Chance zur Beeinflussung von potenziellen Fehlern besteht. Insofern sollten Fragen zu den konkreten Arbeitsbedingungen beantwortet werden, um die Sicherheit in den Abteilungen zu erhöhen. Dazu gehören die Aspekte:

- **Umgebungsbedingungen, Lärm usw.:** Lärm kann erwiesenermaßen zum Stressfaktor werden und zu Konzentrationsmängeln und damit zu vermehrten Fehlern führen. Folglich sollte die Umgebung frei von Ablenkungen (Musik, laute Geräusche) sein und für die jeweilige Handlung diesbezüglich geprüft und geeignet sein.
- **Vorhandensein und Wartung der Ausrüstung / Geräte**
  - Arbeitet die zu nutzende Ausrüstung fehlerfrei?
  - Gibt es einen Plan zur Wartung der Ausrüstung?
  - Sind die Mitarbeiter gemäß MPG ausgebildet, die Ausrüstung zu verwenden?
- **Personalausstattung, Kompetenz**
  - Stehen für die Interventionen genügend Mitarbeiter mit entsprechender Qualifikation (formale Kompetenz) zur Verfügung?
  - Sind die Mitarbeiter für diese jetzt anstehenden Tätigkeiten qualifiziert (faktische Kompetenz)?
  - Sind sie eingearbeitet in den Prozessen, kennen sie den Umgang mit Checklisten?

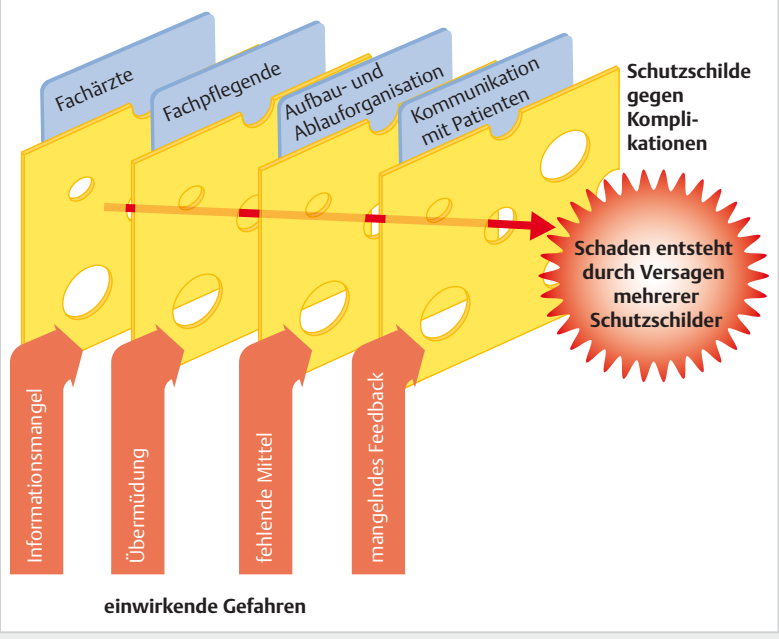


Abb. 3.8 Schweizer Käsemodell. (mod. n. Reason, 2000)

Verwendung von Checklisten

Checklisten sollen helfen, einzelne Handlungsschritte oder auch komplexe Interventionen zu erleichtern und gleichzeitig die Effizienz zu erhöhen. Dass diese Effekte zu erreichen sind, wurde auf beeindruckende Weise durch eine multizentrische Studie belegt, in dem auf 103 Intensivstationen mit 375 757 Kathetertagen eine ZVK-Anlage nach Checkliste erfolgte. Jeder einzelne Handlungsschritt war im Vorfeld der Intervention erklärt und gelistet, womit sich jeder daran zu halten hatte. Das Ergebnis (Pronovost u. Needham 2006):

- Es wurden 66 % weniger Infektionen verzeichnet.
- Die Infektionsrate sank von 2,7 auf 0/1 000 Kathetertage.
- Die Morbidität wurde deutlich reduziert im Vergleich zu einer nicht Checklisten-gestützten ZVK-Anlage.
- Pro Fall konnten durchschnittlich bis zu 40 000 $ eingespart werden.

Merke

Mit der Verwendung von Checklisten können Fehler deutlich reduziert werden.

Medikamente

Fehldosierungen und Verwechselungen von Medikamenten gehören schon lange zu den Gefahren in der Intensivmedizin und Anästhesie und zählten 1993 in 56 % zu den aufgezeichneten Zwischenfällen (Currie). Durch die Zunahme an Pharmaka insgesamt und insbesondere durch die Steigerung der Generika ist die Inzidenz von Verwechselungen zunehmend gestiegen. Während Fasting u. Gisvold (2000) noch von einer Inzidenz von 1:800 spra-

chen, zeichneten Irita et al. (2004) eine von 1:133 auf. Das hat wahrscheinlich auch damit zu tun, dass immer mehr „sound-alike“ (ähnlich klingende) Medikamente (Natrium, Kalium, Valium) auf dem Markt sind und gleichzeitig durch die Verpackung „Look-alikes“ entstehen, also sehr ähnlich verpackte und äußerlich kaum zu unterscheidende Medikamente (▶ Abb. 3.9, ▶ Abb. 3.10). So kann durch falsches Hören und Sehen schnell ein Fehler entstehen.

▶ **Mögliche Maßnahmen**

1. Ähnlich aussehende Verpackungen sollten in unterschiedlichen Schränken gelagert werden.
2. Wenn möglich sollten Medikamente mit ähnlich klingendem Handelsnamen durch wirkstoffgleiche Produkte anderen Namens ersetzt werden.
3. Für Medikamente mit gleichem Wirkstoff sollte eine einheitliche farbige Kodierung erfolgen, wie es die DIVI (2010) vorgestellt hat und zwingend einfordert.

Abb. 3.9 Ähnlich verpackte Medikamente, die auch von ihrer Größe kaum zu unterscheiden sind. (D. Stolecki)

Verwechselungen kommen auch durch handschriftliche, nicht eindeutig zu identifizierende Aufzeichnungen zustande. Deswegen sollte bei der Verordnung durch einen Arzt ein Teil des Medikamentennamens in Großbuchstaben geschrieben werden, sodass eine bessere Differenzierbarkeit gewährleistet ist z. B. Doxy-CYCLIN, CALCIUM forte oder COTRIM forte.

3.6.3 Umgang mit Fehlern

Um zukünftig Fehler weiter zu reduzieren und v. a. um mit Fehlern besser umgehen zu können, muss die Denk- und Handlungsweise in den Kliniken umgestellt werden. Hierzu bietet Reason (2000) einen guten Ansatz. Er differenziert zwischen 2 Modellen: dem Personenmodell und dem Systemmodell.

Personenmodell

Hier wird die Person fokussiert, die den Fehler verursacht hat durch Vergesslichkeit, Unachtsamkeit, mangelnde Motivation oder Fahrlässigkeit. Sie wird namentlich für den Fehler verantwortlich gemacht.

Zur Fehlervermeidung wird daher auf dessen Beeinflussung abgezielt: Es werden Warnschilder aufgestellt, Arbeitsanweisungen herausgegeben und schließlich disziplinäre Maßnahmen erhoben (sanktioniert). Dieser als „Naming-Blaming-Shaming“ benannte Prozess (benennen-beschuldigen-beschämen) bildet bislang die dominierende Denk- und Handlungsweise im Umgang mit Fehlern. Das zeigt, dass jede Möglichkeit des Irrtums ausgeschlossen werden soll und das menschliche Versagen hier nicht toleriert wird. Im Gegenteil, der Mensch erscheint hier als Störfaktor.

Folglich sollte die zugrunde liegende Fehlermanagementkette

- Fehler begehen → vertuschen → abstreiten → Schuldigen suchen

der Vergangenheit angehören. Denn ein Betrachter, der einen Schuldigen für einen Schaden sucht, wird wahrscheinlich andere Fehler identifizieren, als jemand, der nach Möglichkeiten für Systemverbesserungen sucht.

Systemmodell

Bei diesem Modell geht man davon aus, dass Menschen fehlbar sind und Fehler überall vorkommen. Damit betrachtet man Fehler nicht als Ursache, sondern als Folge sog. „ ErrorTraps“ (Fehlerfallen) am Arbeitsplatz und in den Abläufen. Wenn ein unerwünschtes Ereignis eintritt, wird untersucht, wie und warum die Abwehrmechanismen versagt haben. Dazu hat Reason die These postuliert: „*Wir können nicht die menschliche Natur verändern, aber wir können die Bedingungen ändern, unter denen Menschen arbeiten*.“ Folglich findet sich hier eine Strategie, das System als solches sicherer zu gestalten (Reason 1994).

Anstelle des Irrglaubens, es könne ein fehlerfreies Arbeiten erwartet werden und damit ein 0-Fehler-Management,

Abb. 3.10 Verwechslungsgefahren bei Medikamenten. Sie entstehen u. a. (D. Stolecki)
a durch ähnliche Etiketten bei unterschiedlichen Wirkstoffen,
b durch unterschiedliche Etiketten, aber gleichen Wirkstoff, oder
c durch unterschiedliche Wirkstoffe in gleicher Farbe.

herrscht in diesem Modell nicht die Vorstellung der Fehlervermeidung, sondern der Fehlerminimierung. Demnach sind Strukturen und Prozesse so zu gestalten, dass die Effekte menschlicher Fehler minimiert werden können, anstatt anzunehmen, diese würden nicht auftreten. Das beinhaltet ein fehlertolerantes Gesamtsystem, bestehend aus Verfahren, Kontrolle und Kommunikation und beginnt mit der Aufdeckung von kritischen Ereignissen.

Mit dem Wissen aller Mitarbeiter, dass es um die Suche nach der Ursache und nicht nach der Schuld geht, werden sich mit diesem Modell eine offene Diskussion (skultur) und ein Meldesystem entwickeln. Wenn dazu die Ideologie der Führung so ausgelegt ist, dass Menschen dafür nicht bestraft, sondern belohnt werden, Fehlern gegenüber ehrlich zu sein und diese anzeigen, damit sie zukünftig verhindert werden können, dann wird Lernen aus Fehlern zum Prinzip (vgl. Cooper et al. 1978). Das Resultat liegt auf der Hand: Das Eingestehen eines Fehlers wird für alle transparent gemacht. Die sich anschließende Diskussion wird Möglichkeiten aufzeigen, um das System anpassen und sicherer gestalten zu können.

Fallbesprechungen

Um aus Fehlern lernen zu können, sollten alle auftretenden Ereignisse einer systematischen Analyse unterzogen werden, um insbesondere latentes Versagen der Sicherheitsschilde zu identifizieren. Neben den Aufzeichnungen aus Dokumenten sollten v. a. auch Fallschilderungen von Kollegen zur Identifizierung von Fehlern und Gefahren dienen und damit als Orientierung für alle Mitarbeiter und insbesondere für neue, noch unerfahrene Kollegen genutzt werden. Durch die gemeinschaftliche Analyse werden vielfältige Möglichkeiten zur Vermeidung des Fehlers aufgezeichnet und bewertet, womit sich Chancen zur Anpassung des Systems ergeben. Damit dient die implementierte Fehleranalyse als Mittel gegen die Wiederholung von Fehlern. Dabei sollte der Spruch von Johann W. von Goethe durchaus zielführend sein: „Wenn Du nicht irrst, kommst Du nicht zu Verstand."

Kommunikation

Dazu gehören u. a. auch Kommunikationsfehler, die z. B. mündliche Vereinbarungen und Anordnungen betreffen. Um sicher zu gehen, dass eine mündliche (insbesondere auch telefonische) Anordnung korrekt verstanden worden ist, sollte gemäß des Vorschlages der WHO und auch der Flugsicherheit das Verfahren von „Repeat back" und „Read back" (wiederhole es und ließ es noch einmal vor) eingehalten werden. Das bedeutet, dass sich alle Mitarbeiter darin üben, angenommene Aufgaben kurz zu wiederholen, sodass Hörfehler und damit Verwechselungen ausgeschlossen werden können.

Crew Ressource Management (CRM) und Simulatortraining

Das Crew Resource Management Training stammt aus der Luftfahrt und dient dem Training der Piloten. Dabei ist nicht allein die Flugkunst Gegenstand des Trainings, sondern auch die optimale Nutzung aller menschlichen Ressourcen. Dazu gehören die Kommunikation und die jeweiligen einzelnen Prozesse, die das Team zusammen zu erledigen haben. Da es hierbei zwingend auf einander angewiesen ist, spielt gerade die Kommunikation eine entscheidende Rolle. Auch hierbei steht „Repeat back" und „Read back" im Mittelpunkt der Kommunikation. Doch hier ist nicht nur die mündliche Wiederholung maßgebend, sondern auch die schnelle Korrektur.

Das wird noch deutlicher bei Betrachtung des Teams, in dem unmittelbar eine Führungskraft involviert ist. Mitarbeiter in Führungspositionen müssen sich sagen lassen können, dass sie gerade im Begriff sind, einen Fehler zu machen. Doch je stärker das hierarchische Gefälle ist, desto geringer ist die Bereitschaft von Mitarbeitern, die Führungskraft auf Fehler aufmerksam zu machen, unabhängig davon, ob das Team ggf. unter den Folgen mitzuleiden hat. Ursächlich dafür können Ängste sein, sich gegenüber seinem Vorgesetzten lächerlich zu machen. Andererseits besteht evtl. die Sorge, seinen Vorgesetzten in Verlegenheit oder gar in Rage zu bringen. Beides zeugt von einem falsch verstandenen Führungsverständnis. Folglich ist es zwingend in Prozessen erforderlich, Fehler und zu Fehlern führende Handlungen klar und deutlich sowie hierarchieübergreifend anzusprechen. Dieses kann unter dem Stichwort CRM gemeinsam in Simulationen geübt werden, sodass in vermeintlich einfachen, aber auch komplexen und schwierigen Situationen fachliches Handeln mit zielgerichteter klarer Kommunikation geübt wird. Durch die so gesteigerte fachliche und psychosoziale Kompetenz können unbeabsichtigte Handlungen vermieden und Schäden bestmöglich reduziert werden.

3.6.4 Team-Time-Out

Eine der meist gefürchteten Fehler ist die Verwechselung von Patienten. Dazu gesellen sich Probleme der sicheren Identifikation der richtigen Seite für eine Intervention bei einem Patienten. Dazu hat das Aktionsbündnis Patientensicherheit vor einigen Jahren eine Handlungsempfehlung publiziert. Darin wird die Verwendung von Patientenarmbändern mit den Daten des Patienten empfohlen: Name, Geburtsdatum, Identifikationsnummer. Weiterhin wird empfohlen, den vorgesehenen Patienten aktiv zu identifizieren. Das bedeutet, dass der Patient befragt wird, wie er heißt (Name, Vorname). Dazu soll er das Geburtsdatum benennen und sagen, was bei ihm gemacht werden soll (welche OP an welcher Seite?). Fragen wie: „Sind Sie Herr Meyer?" sollten unbedingt vermieden werden, da gerade durch eine Prämedikation sedierte Personen in ihrer Wahrnehmung beeinträchtigt sind und ggf. auf alles antworten. Bei häufig vorkommenden Namen sollten ggf. weitere Kriterien abgefragt werden, sodass bei zufälliger gleichzeitiger Anwesenheit von Menschen mit gleichem Namen die Wahrscheinlichkeit einer Verwechslung ausgeschlossen werden kann.

3.6.5 Fehlermeldungen

Um die Sicherheit in der Gesundheitsversorgung zu erhöhen, haben sich in den letzten Jahren weitere Optimierungssysteme entwickelt. In diesem Zusammenhang wurde in der Medizin ein Computergestütztes Meldesystem übernommen und adaptiert, das eigentlich aus der Luftfahrt stammt und die Einsatzfähigkeit von Piloten verbessern sollte.

Critical Incident Reporting System (CIRS)

Nach zahlreichen weltweiten Tests im Gesundheitssystem gesellte sich das Modell des „Critical incident reporting systems" über die Schweiz nach Deutschland, wo es 1997 eingeführt wurde. Hinter diesem Begriff verbirgt sich eine Software als Instrument, mit dem Fehler und Beinahe-Fehler als kritische Ereignisse (critical incidents) aufgezeichnet und analysiert werden, um durch Rückschlüsse zu lernen. Das System wird seit 2009 als CIRSmedical unter der Federführung der Kassenärztlichen Bundesvereinigung, der Bundesärztekammer und des Ärztlichen Zentrums für Qualität in der Medizin getragen. Dieses Zentrum hat einen Beirat bestehend aus zahlreichen Experten und Fachorganisationen eingerichtet. Mitarbeiter aller Abteilungen/Kliniken haben damit die Möglichkeit, über dieses System alle die Sicherheit betreffenden Ereignisse in anonymer Form einzugeben. Diese Mitarbeiter müssen durch eine vorausgehende schriftliche Erklärung der Krankenhausleitung geschützt werden. Das Auswertungsteam analysiert die Daten und schlägt für die Zukunft ggf. eine Lösung zur Vermeidung des Fehlers vor.

Tab. 3.4 Empfehlung zur Prävention von Eingriffsverwechselungen (Team-Time-Out; Aktionsbündnis Patientensicherheit 2006).

Schritt 1: Identifikation Patient	Schritt 2: Markierung Eingriffsort	Schritt 3: Zuweisung zum richtigen OP-Saal	Schritt 4 Team-Time-Out vor Schnitt
wer? • Operateur, aufklärender Arzt, voll informierter Arzt	**wer?** • Operateur, aufklärender Arzt, voll informierter Arzt	**wer?** • definierte, verantwortliche Person	**wer?** • OP-Team, initiiert durch definierte, verantwortliche Person
wann? • Aufklärungsgespräch vor oder nach Aufnahme	**wann?** • außerhalb des OPs • bei wachem Patienten	**wann?** • unmittelbar vor Einleitung der Narkose und vor Eintritt in den Saal	**wann?** • unmittelbar vor Schnitt
was? **richtiger Patient** • Namen und Geburtsdatum • sagen lassen und prüfen **Eingriffsart** • im Gespräch mit dem Patienten • bestätigen **Eingriffsort** • aktiv fragen und zeigen lassen • Angehörige einbeziehen • (v. a. bei Kindern und nicht urteilsfähigen Patienten) **Abgleich mit Akten und Bildern**	**was?** **Abgleich mit Akten** • richtiger Patient • Eingriffsart • Eingriffsort **Patienten aktiv einbeziehen** • Eingriffsort zeigen lassen, Angehörige einbeziehen **Markierung** • nur Eingriffsort • eindeutige Zeichen (Kreuz, Pfeil, Initialen) • nicht abwischbarer Stift • mehrere Eingriffsorte: alle markieren	**was?** **Patientenidentität** Namen und Geburtsdatum prüfen **Eingriffsart** prüfen und bestätigen **Eingriffsort** prüfen und bestätigen **Markierung prüfen** • mit Aktenabgleich • wenn möglich aktive Befragung des Patienten **Saalcheck**	**was?** **letztes Innehalten, letzte Richtigkeitsprüfung mittels Minicheckliste** • richtiger Patient • (Namen und Geburtsdatum) • Eingriffsart • Eingriffsort • Aufnahmen bildgebender • Verfahren • richtige Implantate verfügbar **alle Punkte durch OK bestätigen** **Durchführung des Team-Time-Out dokumentieren**
jede Unstimmigkeit sofort klären		**ohne Markierung keine Narkose**	**bei Unstimmigkeiten kein Schnitt**

► **Arten des Meldewesens.** Die Daten können entweder innerhalb einer Klinik gemeldet werden oder nach außen. Die Vorteile eines lokalen Systems liegen in den Kenntnissen der Voraussetzungen, die das Analyseteam i. d. R. hat. Eventuelle Optimierungsvorschläge können so schnell geprüft und umgesetzt werden.

Werden Daten nach extern geliefert, kommen dort viele, wahrscheinlich auch vergleichbare „Fälle" an, sodass auf eine große Palette von Lösungen zugegriffen werden kann.

Beide Systeme sind von der Freiwilligkeit der Datenmeldung abhängig. In diesem Zusammenhang muss allen Beteiligten deutlich sein, dass so aufgezeichnete Daten juristisch nicht gegen die Klinik bzw. den Mitarbeiter verwendet werden dürfen (Ausnahme Straftat), was seit 2013 im 5. Sozialgesetzbuch verankert ist.

► **Ablauf einer Meldung.** Der Ablauf einer Fehlermeldung beinhaltet folgende Schritte:

- **Meldung**: Diese erfolgt über einen standardisierten Fragebogen zur Erfassung aller für die Analyse notwendigen Daten.
- **Rückkopplung**: Je nach System erhält der Fragende zunächst eine Bestätigung des Eingangs seiner Problemaufzeichnung/Frage.
- **Analyse**: Der eingegangene Fall wird mittels einer Matrix kategorisiert und priorisiert. Dann erfolgt eine Analyse der Begleitumstände im Betrieb und der möglichen Ursachen. Dazu dienen die Fragen **Was** ist passiert? **Wieso** konnte es dazu kommen? **Welche** Maßnahmen können diese Situation zukünftig verhindern?
- **Rückmeldung**: Der Fragende erhält eine dezidierte Antwort mit den Optimierungsvorschlägen, die dann umgesetzt werden sollen.

Vor dem Hintergrund der weiter steigenden Versorgungszahlen wird das Thema Patientensicherheit in Zukunft einen weitaus höheren Stellenwert einnehmen müssen, um potenzielle Gefahren frühzeitig zu erkennen und um Schäden vermeiden zu können.

3.7 Leseservice

3.7.1 Literatur

Allmer S, Eberl J, Stefan H et al. POP – PraxisOrientierte Pflegediagnostik. Pflegediagnosen – Ziele – Maßnahmen. Wien: Springer 2009

Aktionsbündnis Patientensicherheit. Empfehlung zur Einführung von CIRS im Krankenhaus. 2006. Im Internet: http://www.aps-ev.de/fileadmin/fuer-Redakteur/PDFs/Handlungsempfehlungen/CIRS/07–07–25-CIRS-Handlungsempfehlung.pdf; Stand: 08.09.2014

Beck-Texte. Bürgerliches Gesetzbuch (BGB). 74. Auflage. München: DTV 2014

Benner P. Stufen zur Pflegekompetenz. From Novice to Expert. Bern: Huber 1994

Breinlinger-O'Reilly J, Trill R, Maess T. Das Krankenhaushandbuch. Neuwied: Luchterhand 1997

Cooper JB, Newbower RS, Long CD, McPeek B. Preventable anesthesia mishaps: A study of human factors. Anesthesiology 1978; 9:399–406

Currie M, Mackay P et al. The Australian Incident Monitoring Study. The "wrong drug" problem in anaesthesia: an analysis of 2000 incident reports." Anaesth Intensive Care 1993; 21(5): 596–601

Deutsche Gesellschaft für Fachkrankenpflege und Funktionsdienste e. V. Ethische Prinzipien der Intensivpflegenden. Ehtik-Kodex. 2014. Im Internet: http://www.dgf-online.de/wp-content/uploads/DGF-Ethik-Kodex_2014.pdf; Stand: 09.09.2014

Deutscher Berufsverband für Krankenpflege (DBfK). Auf den Zuschnitt kommt es an ... Skill Mix auf Krankenstationen – Eine Bewertung aus der Sicht der Praxis. Verfasst von den Mitgliedern der DBfK Bundesarbeitsgemeinschaft (BAG) Pflege im Krankenhaus: Silvia Dieckmann, Andreas Häußler, Paul Kindlein, Johanna Knüppel, Beate Klessen, Dorothee Kutsch, Robert Lippert, Gesine Schnurr und Monika Zirkelbach. 2011

Donabedian A. Evaluating the quality of medical care. Milbank Memorial Fund Quarterly 1966; 44: 166

Ellis H. Pflegemodelle in der Intensivpflege. In Millar B, Burnard P. Intensivpflege – High touch und High-tech. Psycho-

soziale, ethische und pflegeorganisatorische Aspekte. Bern: Huber 2002
Fasting S, Gisvold S E. Adverse drug errors in anesthesia, and the impact of coloured syringe labels. Can J Anaesth 2000 47(11): 1060–1067
Fiechter V, Meier M. Pflegeplanung. 6. Aufl. Basel: Recom 1988
Friesacher H. Von der Fremd- zur Selbstbestimmung – Pflege auf dem Weg zur Profession? intensiv 5 (1997) 195
Friese B. Pflegevisite auf IST. Intensiv 2013; 21 (4): 182–185
Giebing H, Francois-Kettner H. Pflegerische Qualitätssicherung. Konzepte, Methode, Praxis. Bocholt: Eicanos 1996
Görres S, Markus I, Reif K et al. Pflegevisite: Möglichkeiten und Grenzen. Eine empirische Untersuchung in den Bundesländern Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein. Pflege 2002 15/1: 25–32
Gordon M. Handbuch Pflegediagnosen. 4. Aufl. München, Urban & Fischer; 2003
Gordon M. Nursing diagnosis: proceeds and application. St. Louis: Mosby; 1994. International Council of Nurses; Nursing's next advance: classification for nursing practice. Genf: The Council; 1994
Haubrock M, Schär W, Hrsg. Betriebswirtschaft und Management im Krankenhaus. 3. Aufl. Bern: Huber 2002
Heering C, Heering K, Müller B et al. Pflegevisite und Partizipation, München: Urban & Fischer 1997
Helmreich R. On error management: lessons from abviation. British medical journal 2003: 320; 781–785
Holzer E Thomeczek C, Hauke E, Conen D, Hochreutener MA. Patientensicherheit. Leitfaden für den Umgang mit Risiken im Gesundheitswesen. Wien: Facultas; 2005
Katz J, Green E. Qualitätsmanagement. Überprüfung und Bewertung des Pflegedienstes. Wiesbaden: Ullstein Mosby; 1996
Kellnhauser E. Grundlagen der Qualitätssicherung in der Pflege. In: Die Schwester /der Pfleger 1993; 3: 245–250
Kohn LT, Corrigan JM, Donaldson MS, ed. To Err Is Human. Building a Safer Health System. Institute of Medicine. Committee on Quality of Health Care in America. Washington, DC: National Academy Press; 1999
Krohwinkel M. Fördernde Prozesspflege – Konzepte, Verfahren, Erkenntnisse. In Osterbrink J, Hrsg. Erster Internationaler Pflegetheorienkongress Nürnberg. Huber: Bern; 1998
Lay R. Ethik in der Pflege. Hannover: Schlütersche; 2004
Löber N. Fehler und Fehlerkultur im Krankenhaus. Wiesbaden: Gabler; 2012
Löser AP. Pflegekonzepte nach Monika Krohwinkel. 2. Aufl. Hannover: Schlütersche; 2004
Maul A, Förstermann D. Pflegevisite auf Intensivstation. Die Schwester/Der Pfleger 2000; 10: 843–847
Maul S. Konstitutionen intensivpflegerischen Handelns. Prozesse der Erkenntnis im Kontext der Arbeit mit komatösen Patienten. Lengerich: Pabst Science Publishers; 2013
Meyer G. Qualitätssicherung in der Intensivpflege. Intensiv 2 (1994): 146–151
Orlicek F. Kann CIRS die Sicherheitskultur verbessern? Saarbrücken: VDM 2011
Oulton J. Internationale Klassifikation für die Pflegepraxis ICNP (2005). Im Internet: http://www.icnp.info; Stand: 08.09.2014
Paula H. Patientensicherheit und Risikomanagement im Pflege- und Krankenhausalltag. Berlin: Springer 2007
Pronovost P, Needham D et al. An Intervention to Decrease Catheter-Related Bloodstream Infections in the ICU. NEJM 2006; 355: 26
Rall M. Etikettenkonzept - Mehr Sicherheit durch Farbetiketten. PflegenIntensiv 2011; 1:1–6
Rall M, Manser T, Guggenberger H et al. Patientensicherheit und Fehler in der Medizin. Entstehung, Prävention und Analyse von Zwischenfällen. Anästhesiologie, Intensivmedizin, Notfallmedizin und Schmerztherapie 2001, 36:321–330
Reason J. Understanding adverse events: Human factors. Qual Health Care 1995; 4: 80–89
Reason J. Menschliches Versagen: Psychologische Risikofaktoren und moderne Technologien. Heidelberg: Spektrum; 1994
Reason J. Human error: Models and management. BMJ 2000; 320: 768–70
Robert-Bosch-Stiftung, Hrsg. Pflege neu denken. Stuttgart: Schattauer; 2000
Rogers SO, Jr., Gawande AA, Kwaan M, Puopolo AL, Yoon C, Brennan TA, Studdert DM. Analysis of surgical errors in closed malpractice claims at 4 liability insurers. Surgery 2006; 140(1): 25–33
Roßbruch R. Die Pflegedokumentation aus haftungsrechtlicher Sicht. PflegeRecht 1998; 6: 130
Schaeffer D, Moers M, Steppe H, Meleis A. Pflegetheorien. Beispiel aus den USA. Bern: Hans Huber; 1997
Schiemann D. Zur Qualitätssicherung in der Krankenpflege. In: Deutsche Krankenpflegezeitschrift 1990: 7: 526–529
Schroeder P. Qualitätsentwicklung im Gesundheitswesen. Konzepte, Programme, Methoden des Total Quality Management. Bern: Hans Huber; 1994
Sperl D. Qualitätssicherung in der Pflege. Validierte Pflege im Krankenhaus unter besonderer Berücksichtigung der Intensivpflege. Schlütersche: Hannover; 1994
Statistisches Bundesamt. Pressemitteilung Nr. 291 vom 24.08.2012. Aufenthaltsdauer im Krankenhaus 2011 durchschnittlich 7,7 Tage. Im Internet: https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2012/08/PD12_291_231.html; Stand: 08.09.2014
Sträßner HR. Was sagt der Anwalt? Pflegedokumentation juristisch betrachtet. Stuttgart: CNE-Fortbildung 01/2010. Thieme; 2010
Weidner F, Isfort M. Pflegequalität und Pflegeleistungen I und II. Zwischenbericht zur ersten Phase des Projektes „Entwicklung und Erprobung eines Modells zur Planung und Darstellung von Pflegequalität und Pflegeleistungen. Freiburg, Kath. Krankenhausverband Deutschlands e. V, Hrsg.; 2001
Weltgesundheitsorganisation (WHO)
Willenborg, A. Pflegevisite. In: Meyer G, Friesacher H, Lange H: Handbuch der Intensivpflege. 7. Ergänzungslieferung 1999; 12:1–10
Yura H, Walsh MB. The nursing process: Assessing, planning, implementing and evaluating. Norwalk; Appleton-Century-Crofts; 1967

3.7.2 Internetadressen

http://www.icn.ch/definition.htm (International council of nurses)

TEIL II Möglichkeiten und Grenzen der Intensivmedizin

Kapitel 4

Pflegeverständnis

4.1	Grundlagen zum Pflegeverständnis	*94*
4.2	Pflegewissenschaft und -forschung	*96*
4.3	Charakterisierung intensivpflegerischer Praxis	*97*
4.4	Theoretische Ansätze zum Pflegeverständnis der Intensivpflege	*99*
4.5	Leseservice	*101*

4 Pflegeverständnis

Heiner Friesacher

4.1 Grundlagen zum Pflegeverständnis

Pflegen kann als ein grundlegender Bestandteil menschlichen Lebens angesehen werden. Bartholomeyczik (1999) sieht im Gegenstand Pflege *„das Zurechtkommen im Lebensalltag (...) bei gesundheitlichen Beeinträchtigungen“* und beschreibt den Kern der Pflege als *„helfende, unterstützende Arbeit, die sich auf die unendlichen alltäglichen Lebensfelder bezieht“*. Käppeli (1999) definiert den Gegenstand der Pflegepraxis in Anlehnung an Oiler als *„das Leiden in seiner umfassendsten existentiellen Art“*.

4.1.1 Was ist Intensivpflege?

Intensivpflege ist eine hoch spezialisierte Form der Pflege, sie findet immer im Grenzbereich zwischen Leben und Tod statt und berührt existenzielle Bereiche des Lebens, der Aufenthalt auf einer Intensivstation stellt eine besondere Lebenssituation dar (vgl. Friesacher 2008).

„Intensivpatienten sollten die Intensivstation meiden, wenn sie können, aber sie können nicht“ (Lubin 2007). Mit dieser schlichten, aber doch so wichtigen Feststellung beginnt Pascal Lubin seine Diplomarbeit mit dem Titel „Der vergessene Leib auf der Intensivstation oder was passiert, wenn der Mensch Intensivpatient wird“. In Zeiten zunehmender Ökonomisierung und Rationierung stellen sich dann Fragen wie „What is nursing in the 21st century...?“ (Scott, Matthews u. Kirwan 2014: 23) und „Is caring a lost art in nursing?“ (Corbin 2008: 163).

Im Krankenhaus und noch mehr auf einer Intensivstation unterwirft sich ein sonst freier Mensch Regeln und Abläufen, die er sonst nie tolerieren würde. Und es ist nicht nur die Krankheit, im Fall von Intensivpatienten sogar eine lebensbedrohliche, die alles diktiert. Es ist auch eine Routine, es sind Verrichtungen und Abläufe, die auf maximale Effektivität hinsichtlich Diagnose und Therapie ausgerichtet sind. Der Leidende – das bedeutet der Begriff Patient ja wörtlich – wird so in eine heilende Ordnung gepresst, dass ihm keine Luft mehr zum Atmen bleibt (Arndt 2000). In dem Band „50 Tage intensiv oder Die menschliche Würde im Krankenhaus“ wird eindringlich berichtet, was es heißt, Patient auf der Intensivstation zu sein (Strätling-Tölle 2000).

Umso wichtiger ist die Orientierung an einem Pflegeverständnis, welches die Bedürfnisse der Patienten und ihrer Bezugspersonen ebenso berücksichtigt wie die Belange der professionellen Helfer. Gleichzeitig muss ein Pflegeverständnis theoretisch gut begründet und praxisorientiert sein.

Das soll in diesem Kapitel geleistet werden.

4.1.2 Definition von Intensivpflege

Eine im deutschsprachigen Raum anerkannte Definition der Intensivpflege, die auch von der Deutschen Gesellschaft für Fachkrankenpflege und Funktionsdienste e. V. (DGF 1995) in deren offiziellem Pflegeleitbild (Pflegephilosophie) übernommen wurde, lautet:

Definition

„Intensivpflege definiert sich als die Unterstützung, Übernahme und Wiederherstellung der Aktivitäten des Lebens unter Berücksichtigung der existentiellen Erfahrungen und der gesundheitlichen Biographie/Pflegeanamnese des kritisch kranken Patienten mit manifesten oder drohenden Störungen vitaler Funktionen. Ziel ist es, den Patienten unter Aktivierung der physischen, psychischen und sozialen Fähigkeiten durch präventive, kurative und rehabilitative Maßnahmen zur weitgehenden Selbstständigkeit zurückzuführen oder dem Patienten Linderung zu geben und im Sterben zu begleiten.“ (Meyer u. Friesacher 1993)

Die in dieser Definition enthaltenen Prinzipien der Pflege – vorsorgend, gesundheitsfördernd und gesundheitserhaltend, behandelnd, aktivierend, rehabilitativ, kompetenzerhaltend und begleitend – zeigen auch den Wandel im Selbstverständnis der Intensivpflege, die sich an den in der Pflege allgemein anerkannten Aufgaben, Prinzipien und Zielen orientiert.

4.1.3 Konzeptionen (Formen) von Intensivpflege

Je nachdem, wo die Intensivpflege stattfindet, wird unterschieden in:

- enge Konzeption
- weite Konzeption

Beide Formen sind nach Strunk (2002) und Friesacher (2008, 2000) dadurch gekennzeichnet, dass die primäre Perspektive und Ausrichtung eine pflegerische ist mit einer ganz spezifischen Art des Zugangs zum Patienten, der Zielsetzung und autonomer therapeutischer Konzepte basierend auf einer eigenständigen Wissensbasis. Das unterscheidet Intensivpflege von anderen Handlungsfeldern, in denen Menschen in lebensbedrohlichen Situationen betreut werden, wie z. B. die außerklinische Notfallversorgung, die Notfallambulanz, der OP-Bereich und die Anästhesieabteilung. Hier stehen eindeutig die medizinischen Prozeduren und Behandlungsabläufe im Vordergrund. Pflege hat hier eine überwiegend zuarbeitende Funktion und nur geringe autonome Handlungsspielräume (vgl. Friesacher 2013).

Enge Konzeption

Die Bezeichnung Intensivpflege ist heute untrennbar verbunden mit dem Ort der Intensivstation, mit verkabelten, oftmals leblos scheinenden Patienten, umgeben von einem futuristisch anmutenden Gerätepark mit diversen blinkenden Anzeigen und unterschiedlichen Kurvendarstellungen auf verschiedenen Bildschirmen (▶ Abb. 4.1). Betrachtet man Intensivpflege allerdings losgelöst von dieser Umgebung, nämlich als intensive Pflege Schwerkranker, dann gab und gibt es diese spezielle Form der Pflege zu allen Zeiten und an allen Orten. Schon immer haben Menschen andere Menschen mit schweren Verletzungen und Erkrankungen gepflegt, therapiert und begleitet.

Das im Weiteren skizzierte Pflegeverständnis bezieht sich primär auf den engen Begriff von Intensivpflege, auf die sich auch die anderen Kapitel dieses Buches beziehen.

Merke

Die enge Konzeption sieht Intensivpflege als eine hoch spezialisierte Form von Pflege an, die auf den Umgang mit akut kritisch Kranken, d. h. Menschen in akuter, prinzipiell reversibler Lebensgefahr, ausgerichtet ist und sich organisatorisch auf den Intensivstationen verwirklicht.

Abb. 4.1 Mit den verschiedenen Apparaturen und Verkabelungen wirken Intensivstationen oft futuristisch und furchteinflößend.

Weite Konzeption

Neben den Intensivstationen gibt es aber noch andere Situationen und Orte, in denen Menschen mit eingeschränkten lebenswichtigen Funktionen gepflegt werden, die als chronisch kritisch Kranke zu bezeichnen sind. Die hier stattfindende Pflege ist ebenfalls als Intensivpflege zu bezeichnen, allerdings in einem weiteren Sinne. So gibt es z. B.

- „Nurse-led-stations", Beatmungsstationen für Langzeitintensivpatienten unter der Leitung von Pflegenden,
- „Step-down-units" für Intensivpatienten, die sich in einer stabileren Phase befinden,
- Wohngemeinschaften für Beatmungspatienten und
- häusliche Intensivpflege.

Nurse-led-Beatmungsstationen und Step-down-units sind für die Patienten risikoärmer und mit weniger Komplikationen verbunden als die Betreuung auf den Intensivstationen bei gleichzeitiger Kostenreduktion.

Wohngemeinschaften für Beatmungspatienten und häusliche Intensivpflege sind gänzlich außerhalb der etablierten Institutionen angesiedelt, die Intensivstation ist quasi im Wohnzimmer zu Hause eingerichtet (vgl. Wessel 2012).

Merke

Die weite Konzeption von Intensivpflege bezieht sich auf Menschen, die über einen längeren Zeitraum (i. d. R. mehrere Monate/Jahre) oder dauerhaft in ihren lebenswichtigen Funktionen eingeschränkt sind und sich in einem stabileren Zustand befinden. Organisatorisch verwirklicht sich die Intensivpflege in speziell dafür eingerichteten Einheiten oder außerhalb der etablierten Institutionen (vgl. Friesacher 2008).

4.1.4 Medizinität und Pflegeverständnis

Intensivpflege (im engeren Sinne) ist ohne Intensivmedizin nicht denkbar. Beide verbindet die Sorge um den kritisch kranken Menschen. Die Intensivmedizin gehört zu den Handlungsorten höchster „Medizinität" im Medizinsystem. Mit „Medizinität" ist eine bestimmte Grundhaltung gemeint, die sich in einer vornehmlich naturwissenschaftlich-technologischen Herangehensweise zeigt und von Wettreck (1999) als „medizinischer Blick" bezeichnet wird, und die vorherrschende Sichtweise in der modernen Medizin darstellt.

„Der medizinische Blick"

Dabei stehen die Vitalfunktionen und die Körperlichkeit des Kranken im Zentrum des Interesses. Diese zweifellos in Krisensituationen erfolgreiche und notwendige Sichtweise führt allerdings in der weiteren Versorgung zu einer Vernachlässigung der Personalität des Patienten mit der Folge der Verdinglichung des Kranken. Das in der Biomedizin vorherrschende Verständnis vom menschlichen Leben und des Menschenbildes ist in ▸ Abb. 4.2 zusammengefasst.

Der Kardiologe Mannebach (1993) hat schon vor 2 Jahrzehnten darauf aufmerksam gemacht, dass die High-Tech-Medizin zur Entfremdung des Helfers von seiner Arbeit führt, da zwischen die mitfühlende Hand des Arztes und den Patienten ein bildgebendes Gerät, zwischen die helfende Hand der Pflegenden und den Patienten ein Apparat zur therapeutischen Intervention geschaltet ist. Die Helfer sind mit den technischen Problemen so beschäftigt, dass Kraft und Zeit für die Zuwendung zum Patienten fehlen. Deshalb plädiert Lown (2003) für eine Wiederentdeckung der Kunst des Heilens, die seiner Meinung nach in der Medizin verloren gegangen ist. Wenn nicht mehr die Motivation zum Helfen im Zentrum steht, *„hat sich die Medizin als Medizin aufgelöst, ganz gleich, welche medizinischen Apparaturen dabei auch eingesetzt werden mögen"* (Maio 2012: 17).

- mechanistisches und reduktionistisches Menschenbild
- Trennung von Körper und Geist
- der Körper wird als komplizierte Maschine und als komplexes System betrachtet
- einseitige Ausrichtung an den Naturwissenschaften
- nur Messbares ist Gegenstand medizinischer Forschung
- klinische Expertise und Intuition haben einen niedrigen Stellenwert
- Menschen werden als Objekte betrachtet
- das Leben und der menschliche Körper sind technisch manipulierbar, kontrollierbar, verfügbar und veränderbar
- Subjektivität verschwindet und zwischenmenschliche Beziehungen werden vernachlässigt

Abb. 4.2 „Der medizinische Blick". Menschenbild in der modernen Biomedizin – der „medizinische Blick". (n. Zieger 2002, Wettreck 1999)

▸ **Körper als Maschine.** Die Ursachen für diese Entwicklung liegen im vorherrschenden Menschenbild und Körperverständnis der Medizin, die den Körper als eine komplizierte Maschine und Krankheit als sichtbaren Defekt des materiellen Körpers ansieht. Wird der menschliche Körper wie eine Maschine angesehen, dann lässt er sich ebenso wie eine Maschine manipulieren, verändern, reparieren, messen, kontrollieren und –wie im Falle der Transplantationsmedizin und Prothetik – in Teilen austauschen und ersetzen (vgl. Böhme 2008, Manzei 2003).

Ein als Maschine verstandener Körper ist die Voraussetzung für die Anschlussfähigkeit von Technik. Diese Konzeption hat zu einer einseitigen, auf somatische Funktionen reduzierten Körpervorstellung geführt. Psychische und soziale Aspekte wurden ausgeblendet.

▸ **Maschinenzeit versus Menschenzeit.** Der Hinweis auf eine Neutralität der Technik, die an sich ja nicht inhuman ist, greift zu kurz. Die Technik verändert, mehr unbewusst als bewusst, die Wahrnehmung, die Art zu denken und zu handeln und damit auch den Umgang mit den Patienten (Manzei 2000, vgl. Friesacher 2010). Die „Maschinenzeit" ist nicht kompatibel mit der „Menschenzeit", das Menschliche wird schnell zum (vernachlässigbaren)

Störfaktor, wie Schrems (1994) und auch Grote-Janz u. Weingarten (1983) in ihren Untersuchungen feststellen.

Auswirkungen auf die Pflege

Die medizinische Sichtweise wurde (und wird) vielfach von Pflegenden übernommen und zeigt sich im sog. „Medizinischen Modell der Pflege". In diesem Verständnis wird das mechanistische Menschenbild weitgehend übernommen und als zu einseitig, patientenignorierend und den heutigen Anforderungen an Pflege nicht gerecht werdend kritisiert:

- Pflegerisches Eingreifen konzentriert sich auf biologische Fehlfunktionen.
- Im Vordergrund stehen Defizite in den Körperfunktionen.
- Auf Normabweichungen wird mit bestimmten Handlungen reagiert, die bei allen Patienten mit diesen Fehlfunktionen gleich sind.
- Der Pflegeplan ist stark verrichtungs- und krankheitsorientiert ausgerichtet.
- Die direkte Pflege wird in einfache „Grundpflege" und anspruchsvolle „Behandlungspflege" unterteilt.
- Erfolgreiche Pflege bedeutet Beseitigung der Fehlfunktionen.
- Pflegende sind Helfer und Assistenten des Arztes.

Merke

Die biomedizinische Sichtweise führt zu einem einseitigen, auf körperliche Aspekte reduzierten und mit technischen Maßnahmen manipulierbaren und kontrollierbaren Menschenbild.

In der Pflege spiegelt sich diese Perspektive im „Medizinischen Modell der Pflege" wider. Wesentliche Anteile des Menschseins werden dabei vernachlässigt und ignoriert. Die Intensivpflege wird aber auch durch neue technische Entwicklungen, die primär für ökonomische Zwecke genutzt werden, bedroht. So kommt Manzei (2010, 2009) zu dem Ergebnis, dass das Zusammenwirken ökonomischer und technischer Entwicklungen auf Intensivstationen das Verhalten und die Entscheidungen der Ärzte und Pflegenden beeinflussen. Immer mehr betriebswirtschaftliche Steuerungsinstrumente werden in den Kliniken eingeführt, vordergründig um die Qualität zu steigern, primär aber wohl um die Kosten zu minimieren (vgl. auch Hartzband u. Groopman 2011).

4.2 Pflegewissenschaft und -forschung

Innerhalb der Pflege ist in den letzten Jahrzehnten eine Entwicklung zu beobachten, die sich u. a. durch die Schaffung einer eigenen fundierten Wissensbasis, eines aufkommenden beruflichen Selbstbewusstseins und eigener, therapeutisch relevanter Ansätze auszeichnet. Das betrifft auch die Intensivpflege. Mit der Verwissenschaftlichung der Pflege besteht die Möglichkeit, die eigene Praxis zu untersuchen, zu beschreiben, zu erklären und zum Verstehen pflegerischer Phänomene (z. B. Schmerz, Leid, Unsicherheit, verändertes Bewusstsein, erschwerte Atmung, beeinträchtigtes Körpergefühl u. a.) beizutragen. Damit leistet die Pflegewissenschaft einen wichtigen Beitrag für die Pflegepraxis (▶ Abb. 4.3).

▶ **Woher kommt das Wissen?.** Das in der Pflegewissenschaft produzierte Wissen entsteht einerseits durch Forschung direkt im Praxisfeld, andererseits wird in der Pflegewissenschaft aber auch Wissen produziert, das durch Denken und den Gebrauch des Wissens anderer Disziplinen entsteht, z. B. die Entwicklung von pflegeethischen Ansätzen und von abstrakten Pflegetheorien und -modellen. Dieses Wissen ist i. d. R. nicht direkt anwendbar, sondern dient zur (kritischen) Reflexion und Weiterentwicklung pflegerischer Praxis. In Form von Leitbildern kann es als eine Art Denkgrundlage bezeichnet werden.

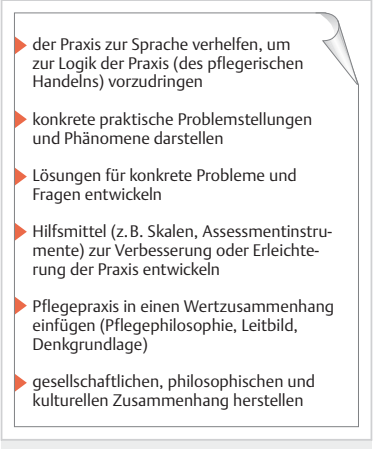


Abb. 4.3 Aufgaben der Pflegewissenschaft. Der Beitrag der Pflegewissenschaft zur Pflegepraxis. (mod. n. Kirkevold 2002)

4.2.1 Theorien, Modelle, Konzepte

Definitionen

Die Begriffe „Theorie" und „Modell" werden in der Pflege häufig synonym gebraucht, davon abzugrenzen ist auch noch der Begriff „Konzept". Ohne tiefer auf wissenschaftliche Begriffsbestimmungen einzugehen, sollen hier einige Definitionen zur Klarheit beitragen.

Theorien

Theorien sind wissenschaftliche Lehrgebäude, im allgemeinen Sprachgebrauch auch der Gegensatz zur Praxis. Eine wissenschaftliche Theorie beschreibt die Wirklichkeit systematisch, im Falle der Pflege die pflegerische Wirklichkeit. Pflegetheorien sollen die relevanten Phänomene des Faches beschreiben und erklären und deutlich machen, was Pflege von anderen Disziplinen (wie z. B. der Medizin, der Sozialarbeit, der Psychologie) unterscheidet.

Modelle

Modelle sind ganz allgemein vereinfachte Abbilder von einem Original. Modelle stellen häufig etwas in grafischer, symbolischer oder räumlicher Form dar. So ist eine Landkarte ein Abbild einer Landschaft, das aus dem Biologieunterricht bekannte Plastikmodell der DNS-Struktur ist ein Modell der in der Zelle verborgenen Erbsubstanz. Pflegemodelle sind vereinfachte Darstellungen pflegerischer Wirklichkeit.

Konzepte

Konzepte sind zunächst einmal Handlungsentwürfe oder Pläne. Das Bobath-Konzept ist z. B. ein Handlungsplan für den Umgang mit Schlaganfallpatienten. In einem erweiterten Verständnis wird Konzept auch für die Darstellung pflegerischer Phänomene benutzt, so z. B. für Inkontinenz, Immobilität, Trauer, Ekel. In dieser Form sind Konzepte auch Bausteine einer Theorie.

4.2.2 Klassifizierung von Pflegetheorien und -modellen

Dem pflegerischen Wissen liegt, wie dem Wissen in der Medizin auch, ein bestimmtes Menschenbild zugrunde. Im „medizinischen Modell der Pflege" ist dieses weitgehend biomedizinisch, in den neueren pflegerischen Ansätzen (S. 99) wird eine andere Perspektive entwickelt. Die älteren

Theorien und Modelle der Pflege, sind – obwohl sie alle den Anspruch einer „ganzheitlichen“ Sicht von Pflege haben – noch recht stark an der biomedizinischen und einer verhaltenspsychologischen Perspektive orientiert. Typisch für die frühen Theorieentwürfe in der Pflege ist der Entwurf relativ abstrakter, „großer Theorien“ mit dem Anspruch, das „Ganze der Pflege“ zu erklären und universell, d. h. überall und zu jeder Zeit, gültig zu sein.

Je nach Autor werden diese älteren Theorien bzw. Modelle in 3 oder mehrere Gruppen eingeordnet. In Anlehnung an Meleis (1999) lassen sie sich folgenden 3 Denkschulen zuordnen:

- **1. Gruppe Bedürfnismodelle:** Die Bedürfnisse von Patienten stehen im Mittelpunkt und Pflege ist überwiegend daran orientiert, Defizite zu beheben und Pflegeprobleme zu lösen (z. B. Abdellah, Henderson, Orem, Roper et al., Krohwinkel).
- **2. Gruppe Interaktionsmodelle:** Diese konzentrieren sich auf die pflegerische Beziehung zwischen Pflegenden und Gepflegten (z. B. Peplau, Orlando, King).
- **3. Gruppe Pflegeergebnismodelle:** Diese richten sich am Resultat von Pflege aus (z. B. Johnson, Rogers, Roy, Levine).

4.3 Charakterisierung intensivpflegerischer Praxis

Um zu einem wissenschafts- und erfahrungsbasierten Verständnis von Intensivpflege vorzudringen, soll zunächst die intensivpflegerische Wirklichkeit analysiert werden, wie sie alltäglich auf vielen Intensivstationen herrscht.

4.3.1 Verlaufskurven und Situationstypen

Die intensivpflegerische Praxis ist charakterisiert durch unterschiedliche Situationstypen (Akutsituationen, problematische Situationen, weniger problematische Situationen) und einen phasenhaften Verlauf. Die Pflege von Patienten auf Intensivstationen lässt sich grob in 4 Phasen unterteilen (Friesacher 2008):

- Akutphase
- Postakutphase
- Phase der Stabilisation
- Phase der Rehabilitation

Akutphase

Ein für alle Intensivpflegenden bekanntes Szenario: Ein Patient wird aufgrund einer lebensbedrohlichen Krise (akute Erkrankung, Trauma, Vergiftung, Verschlechterung einer bestehenden chronischen Erkrankung) auf die Intensivstation eingeliefert oder von einer Allgemeinstation verlegt. Die Aufnahmesituation zeichnet sich aus durch rasches Handeln unter Zeitdruck, Entscheidungen müssen ohne große Überlegungen getroffen und Interventionen eingeleitet werden. Pflegende und Ärzte arbeiten Hand in Hand. Kompetentes Handeln entscheidet über das Überleben des Patienten. Diese Akutsituationen sind geprägt von Komplexität und Unübersichtlichkeit, die Situation muss gedeutet und die Ursache der Krise möglichst schnell gefunden werden.

Benner und Ihre Kolleginnen (2012, 2000) haben diese Situationen in vielen Feldstudien auf Intensivstationen beschrieben. Das Wissen und Können der Pflegenden basiert hier neben pflegerischem Wissen in erster Linie auf medizinischem Fachwissen, technischen und administrativen Fertigkeiten.

Postakutphase

Wird die akute Krise überwunden, besteht zwar keine Akutsituation mehr, doch die Postakutphase ist weiterhin problematisch mit wechselnden Zuständen des Patienten und häufigen Komplikationen: So ist oft die Kommunikation aufgrund von maschineller Beatmung und Analgosedierung erschwert. Oder die Vitalfunktionen müssen mit aufwendigen apparativen und medikamentösen Maßnahmen unterstützt werden.

Phase der Stabilisation

Mit der Phase der Stabilisation und dem langsamen Ausschleichen apparativer und medikamentöser Maßnahmen werden die Situationen weniger problematisch, doch es kann immer wieder zu unvorhergesehenen Rückfällen und Krisen kommen, z. B. beim Entwöhnen von der maschinellen Beatmung oder bei der Mobilisation. Diese Phase dauert i. d. R. länger an.

Es geht jetzt nicht mehr nur darum, die Krankheit zu beherrschen, sondern um das Kranksein, d. h., welche Bedeutung die Einschränkung (z. B. die künstliche Beatmung) jetzt für den Patienten hat. Notwendige Voraussetzung für die Pflege ist ein engeres, über das rein Professionelle hinausgehendes Verhältnis zum Patienten. Empathie und Kommunikation sind dabei zentrale Aspekte (▶ Abb. 4.4).

Phase der Rehabilitation

Mit der Phase der Rehabilitation wird, bei positivem Verlauf, der Übergang auf die weiterversorgende Allgemein- oder Überwachungsstation eingeleitet. Der Patient ist weitgehend in der Lage, seine Lebensaktivitäten allein oder mit Unterstützung auszuführen, er kann seine Wünsche und Bedürfnisse äußern und benötigt intensive Zuwendung und emotionale Stützung. Die Verlegung von der Intensivstation bedeutet für viele Patienten und ihre Angehörigen neben dem Gefühl der Genesung auch einen belastenden Einschnitt, der mit Unsicherheiten und Ängsten verbunden ist.

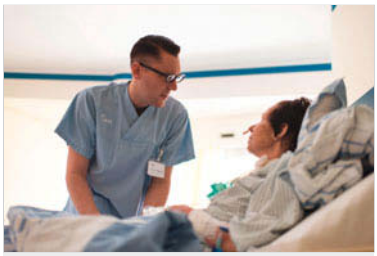


Abb. 4.4 Empathie und Kommunikation sind zentrale Aspekte der Intensivpflege.

4.3.2 Arbeitsformen

Die Arbeit der Intensivpflegenden in diesen Situationen und Phasen lässt sich anhand von verschiedenen Arbeitstypen beschreiben. Basierend auf Untersuchungen von Strauss et al. (1985) haben Schrems (1994) und auch Manzei (2000) in ihren Ausführungen auf diese Arbeitstypen Bezug genommen. Strauss et al. (1985) kommen in ihrer Studie „Social Organisation of Medical Work“, bei der sie die gesamten Arbeitsprozesse und alle Beteiligten miteinbezogen, zu 6 Arten oder Typen von Arbeit:

1. Machine-Work (Arbeit an und mit technischen Geräten, Maschinen und Verfahren)
2. Safety-Work (Sicherheitsarbeit zum Schutz der Patienten)
3. Comfort-Work (Wohlbefindensarbeit)
4. Sentimental-Work (Gefühlsarbeit)
5. Articulation-Work (auf Verständigung und Kommunikation ausgerichtete Arbeit)
6. Work of Patients (Mitarbeit der Patienten)

„Machine-Work“ versus „Comfort-Work“

Während die Arbeit an und mit Maschinen und Geräten und die Sicherheitsarbeit in der Intensivpflege offensichtlich sind, sind die anderen Arbeitstypen weniger sichtbar bzw. scheinen beim Übergewicht der Technik in den Hintergrund zu treten. Wohlbefindensarbeit, d. h. die Sorge um das Wohl der Patienten trotz großer Leiderfahrung, wird jedoch umso wichtiger, je mehr Maschinen- und Sicherheitsarbeit zu leisten sind. Doch gerade diese Auf-

Abb. 4.5 Bei schmerzhaften Tätigkeiten, wie hier beim Trinken, sollte das persönliche Tempo des Patienten berücksichtigt werden.

gaben werden bei knappen Zeitressourcen am ehesten vernachlässigt bzw. nicht durchgeführt (Scott, Matthews u. Kirwan 2014).

► **Beispiel.** Bei schmerzhaften Tätigkeiten sollte das persönliche Tempo des Patienten berücksichtigt werden. Die Patienten entwickeln aufgrund ihrer Beeinträchtigung eigene Rhythmen und Verhaltensschemata, Schmerzen führen häufig zu verlangsamten Handlungsabläufen (► Abb. 4.5).

Merke

„Machine-Work" und „Comfort-Work" folgen unterschiedlichen zeitlichen Logiken (Maschinenzeit gegenüber Menschenzeit), was eine Ursache für Stressfaktoren von Intensivpflegenden ist.

Gefühlsarbeit

Ebenso wie Wohlbefindensarbeit ist die Gefühlsarbeit („Sentimental-Work") eine schwer fassbare, nicht mess- und quantifizierbare Größe. Steffen-Bürgie (1991) hat in ihrer Untersuchung diese nicht sichtbaren Formen pflegerischer Arbeit als „inoffizielle" Inhalte der Pflege bezeichnet (demgegenüber sind die „offiziellen" Inhalte der Pflege die geplanten und dokumentierten, kontrollierten und besprochenen Tätigkeiten, die vorwiegend durch die Prioritäten des medizinischen Modells bestimmt werden). Die persönliche Beziehung zum Patienten als eigentlich zentrale Aufgabe von Pflegenden zeigt sich in den „inoffiziellen" Inhalten der Pflege, hier wird Gefühlsarbeit in all seinen verschiedenen Formen geleistet. Zwei ganz kurze Patientenschilderungen der Ganzkörperwäsche sollen das verdeutlichen:

Fallbeispiel

Situation 1: *„Schon morgens um sieben unterzog man mich einer der schlimmsten Torturen, der täglichen Körperpflege [...] Dieses Ritual erinnerte mich an meine Kindheit, in der ich ebenfalls, während man mich wusch, regelmäßig zu weinen begann. Schließlich kam die Frage, ob ich bei der Säuberung ‚des Genitals' vielleicht nicht selbst Hand anlege. In besagtes Genital war aber schon seit Wochen ein Katheter gesetzt, sodass ich jegliche Berührung, durch wen auch immer, zu meiden trachtete."* (Vujica 2007, zit. n. Krainer u. Raitinger 2008: 153)

Situation 2: *„Die größte Hilfe auf der Intensivstation war für mich professionelle Pflege – die mir über leibliche Kontakte Orientierung und Sicherheit gegeben hat. Ohne die ständigen Ganzkörperwaschungen wäre ich, so mein Gefühl, innerlich verbrannt [...] Man sieht, eine dem Mensch zugewandte, aus der Situation und der Reaktion des Patienten heraus entwickelte Pflege ist überlebenswichtig."* (Claussen 2000: 16)

► **Situationsanalyse.** Die geschilderten Situationen beinhalten (scheinbar) alltägliche Handlungen des pflegerischen Alltags. Die Körperpflege in Form der Ganzkörperwäsche gehört zu den Tätigkeiten, die schon früh in der Grundausbildung gelehrt werden. Und doch verbirgt sich hinter dieser auf den ersten Blick einfachen Tätigkeit eine hochkomplexe, mit vielen ambivalenten Emotionen und Verletzlichkeiten besetzte Handlung. Der Patient in der ersten Schilderung erlebt die Ganzkörperwäsche als Tortur, negative Kindheitserinnerungen und aktuell erlebte schmerzhafte Berührungen lassen die Körperpflege zu einem äußerst negativen Ereignis werden. Das Abgründige der Situation wird scheinbar von den Pflegenden nicht erkannt bzw. nicht berücksichtigt. Die Pflege-Normalität wird aufrechterhalten. Waschen ist reduziert auf Reinlichkeit und Hygiene, auf eine an Standards orientierte Pflege.

Ganz anders dagegen die 2. Situation. Der Patient erlebt die Körperpflege als große Hilfe, zur Orientierung über sich und damit auch Sicherheit für das Selbst, die eigene Identität. Leibliche Kontakte werden hervorgehoben, eben nicht nur körperliche. Es geht um das Spüren und Erspüren der ‚Beschädigung' des Anderen. Die Pflege-Normalität wird durchbrochen, das Abgründige der Situation wird erkannt und genutzt. Berührung wird hier zu einem therapeutischen Angebot, es wird leiblich kommuniziert (vgl. Uzarewicz u. Uzarewicz 2006, Wettreck 2001).

Verständigungsarbeit

Die kommunikative Dimension pflegerischen Handelns ist umso wichtiger, je stärker ein Patient in seinen Möglichkeiten zurückgeworfen ist. Dazu bedarf es erheblicher Kompetenz auf Seiten der Pflegenden, z. B. in der Verständigung mit beatmeten Patienten oder mit Menschen im Koma und Wach-Koma.

Zur Verständigungsarbeit zählt ebenso die Kommunikation zwischen den Berufsgruppen, das Aushandeln und Organisieren von Arbeitsabläufen und die Information und Beteiligung von Angehörigen.

Mitarbeit des Patienten

Als letzten Arbeitstypus sei auf die Arbeit der Patienten selbst („work of patients") hingewiesen. Die Arbeit an und v. a. mit Menschen, seien sie auch noch so beeinträchtigt in ihren Möglichkeiten, ist immer auch eine Aushandlungsarbeit (umso mehr, je wacher ein Patient ist). Sie können die Arbeit erschweren, verhindern, erleichtern und unterstützen, d. h., Patienten stellen einen aktiven Teil im Prozess der Arbeit dar. Vielfach ist der Patient der Experte, der weiß, wie er am besten aufstehen, atmen und mit seinen Schmerzen umgehen kann.

Badura (1996, zit. n. Manzei 2000) spricht sogar von Patienten als „Co-Produzenten" im Arbeitsprozess des Krankenhauses. Die gelungene Kooperation von Patient und Pflegenden erleichtert die Arbeit für beide und ist Voraussetzung einer patienten- und personalorientierten Pflege. Damit der Patient, zumindest in den Phasen der Stabilisation und Rehabilitation auch als „Partner" angemessen berücksichtigt werden kann, ist das Verständnis seiner individuellen Lebenssituation wichtig. Dabei kann biografische Arbeit und die Orientierung an biografischen Methoden, wie in anderen Handlungsfeldern der Pflege auch (z. B. im Umgang mit Menschen mit Demenz), sehr hilfreich sein.

Typen von Intensivpflegenden

Ob in der Intensivpflege die Orientierung am Patienten im Vordergrund steht, hat auch viel mit der eigenen Person, den eigenen Vorstellungen und Denkweisen zu tun. Stefan Maul (2013) charakterisiert in seiner Studie über intensivpflegerisches Handeln im Kontext der Arbeit mit komatösen Patienten 3 Typen von Intensivpflegenden:

- Der Typ 1 „Buchhalter" sieht den Patienten in erster Linie unter dem Begriff des Selbstpflegedefizits, die Zugangsweise ist eher „apersonal", sie nähern sich einem „Fall".
- Der Typ 2 „Techniker" ist ganz auf die Verwendung des Geräteparks ausgerich-

tet, sein Zugang zum anderen zeigt sich über das „technisch geschulte Auge".
- Der 3. Typus, der „Kritiker", unterscheidet sich von den beiden anderen Typen dadurch, dass er „die Versorgungssituation in einem dialogischen Prozess mit dem Patienten" anerkennt. Die Pflegenden dieses Typs orientieren sich an „wirklicher" Pflege. Er entspricht am ehesten dem, was wir personalisierte Expertenpflege (S. 100) nennen.

Fazit

Die intensivpflegerische Praxis ist charakterisiert durch unterschiedliche Situationstypen (Akutsituationen, problematische Situationen, weniger problematische Situationen) und einen phasenhaften Verlauf (Krise bzw. Akutphase, Postakutphase, Stabilisationsphase und Rehabilitationsphase). Diese unterschiedlichen Situationen und Phasen verlangen verschiedene Typen von Arbeit („Machine-Work", „Safety-Work", „Comfort-Work", „Sentimental-Work", „Articulation-Work" und „Work of Patients"). Für die Pflege und Versorgung des Intensivpatienten sind alle Arbeitsformen gleich bedeutsam. Es besteht allerdings die Tendenz, dass die nicht sichtbaren und messbaren Anteile pflegerischer Arbeit vernachlässigt werden.

4.4 Theoretische Ansätze zum Pflegeverständnis der Intensivpflege

Im Folgenden werden einige neuere Ansätze der Pflege kurz skizziert, die auch für das Verständnis von Intensivpflege eine wichtige Rolle spielen können. Trotz z. T. erheblicher Unterschiede ist in allen Ansätzen die Hinwendung zum Patienten und das Anknüpfen an seine individuelle Situation ein zentrales Anliegen.

4.4.1 Humanistische Pflegeansätze

Explizit an Ideen des Humanismus anknüpfende Pflegetheorien bzw. -modelle sind
- die „Humanistische Pflege" von Paterson u. Zderad (1999) und
- das „Integrierte Pflegemodell" von Käppeli (1993), welches auf Paterson u. Zderad aufbaut.

Eine wesentliche Erweiterung gegenüber älteren Theorien ist die konsequente Bezugnahme auf die Sicht des Patienten. Im Anschluss an den Religionsphilosophen Martin Buber wird das „Mitsein" mit dem Patienten als wichtiges Element pflegerischen Handelns beschrieben. Die humanistische Pflege wird als gelebter Dialog konzipiert.

Mit der Integration biomedizinischer und sozial-geisteswissenschaftlicher Aspekte der Pflege versucht Käppeli eine fruchtbare und für die Intensivpflege brauchbare Zusammenführung zweier scheinbar unvereinbarer Gegensätze, die in der Praxis allerdings zu verschmelzen sind.

4.4.2 Multidimensionale Patientenorientierung

Einen ähnlichen Anspruch der Integration verschiedener Sichtweisen hat Wittneben (1998) mit ihrem „Modell der multidimensionalen Patientenorientierung" entwickelt. Ihre Ursprungsidee ist, dass sich das pflegerische Handeln entlang eines Kontinuums von der Patientenignorierung zur Patientenorientierung darstellen lässt. Dabei kann pflegerisches Handeln als Ablauf- und Verrichtungsorientierung, als Symptom- und Krankheitsorientierung, als Verhaltensorientierung bis hin zur Handlungsorientierung beschrieben werden. Auf der Stufe der Handlungsorientierung ist die Orientierung am Patienten am stärksten, in der Verrichtungs- und Ablauforientierung am geringsten ausgeprägt.

4.4.3 Fördernde Prozesspflege

Das wohl bekannteste Modell im deutschsprachigen Raum ist das „Modell der fördernden Prozesspflege" von Krohwinkel (1993, 2013). Kern ihres Ansatzes sind die ABEDL (Aktivitäten, Beziehungen und existenzielle Erfahrungen des Lebens), die eine Weiterentwicklung der Überlegungen von Henderson, Roper und auch Orem darstellen. Vielfach werden diese ABEDL mit ihrem gesamten Modell gleichgesetzt, was eine unzulässige Verkürzung darstellt.

Ein wesentliches Ziel Krohwinkels ist es, zwischen einer lediglich defizitorientiert-versorgenden Pflege und einer fähigkeitsfördernden Prozesspflege zu unterscheiden. Die Stärke ihres Modells liegt sicherlich in der Praxisnähe und der Einsetzbarkeit in allen Bereichen, in denen Menschen aktivierend-rehabilitativ gepflegt werden, in entsprechenden Phasen auch Intensivpatienten.

4.4.4 Theorie des pflegerischen Handelns

Eine andere deutsche Weiterentwicklung einer Theorie pflegerischen Handelns stellt Mischo-Kelling (2001, 2012) dar. Anknüpfend an Roper, Logan und Tierneys „The Elements of Nursing" (1980) legt Mischo-Kelling besonderen Wert auf das Selbstkonzept, d. h. das Körperbild und die Rolle, die die Patienten und auch die Pflegenden haben bzw. wahrnehmen. Dabei betont sie besonders die Rolle des Körpers für die Herausbildung des Selbst, des Selbstkonzeptes und des Körperbildes.

Wie zentral dieser Ansatz für die Intensivpflege ist, wird deutlich, wenn man sich vergegenwärtigt, wie viele Patienten aufgrund ihrer Erkrankung (z. B. Apoplex, Verbrennung) oder infolge therapeutischer Interventionen (Superweichlagerung in Spezialbetten, Kinetische Therapie, Immobilität) ein gestörtes Körperbild haben.

4.4.5 Konzept des Leibes

Uzarewicz u. Uzarewicz haben das Leibkonzept in der Pflege bekannt gemacht (2006, 2005). Geht man davon aus, dass Pflege ein Beziehungs- und Berührungsberuf ist, dann steht die über den Körper/Leib vermittelte Interaktion ganz im Zentrum pflegerischen Handelns. Während der Körper die funktionalen und strukturellen Aspekte des Menschen umfasst und durch die Haut begrenzt ist, ist der Leib charakterisiert durch die spürbaren Aspekte des Menschseins.

Das „Konzept des Leibes" bezieht sich auf den lebendigen Menschen in seinem Körper. Der Leib umfasst die gesamte lebendige Daseinsweise.

► **Beispiel.** Das Phänomen „Schmerz" verdeutlicht, dass die Beschreibung und begriffliche Fassung in anatomischen/und pathophysiologischen Termini zu kurz greifen: *„Den Schmerz kann man mit eher mechanisch klingenden Vokabeln zu fassen versuchen: bohrend, stechend, hämmernd, reißend, ziehend etc. Wie sich aber genau dieses Stechen für mich anfühlt, wird damit nicht erklärt; es beschreibt lediglich eine Qualität von Schmerz, aber nicht meinen Schmerz, der mich in meiner Gesamtheit trifft. Kopfschmerzen z. B. sind – wie das Wort zu erkennen gibt – im oder am Kopf lokalisiert. Aber wer Kopfschmerzen kennt, weiß, dass die gesamte Person darunter leidet, dass das Dasein im Moment des Kopfschmerzes ein anderes ist als ohne Kopfschmerz"* (Uzarewicz u. Uzarewicz 2002).

Leiblichkeit verweist immer schon auf Zwischenmenschliches, das kann auch therapeutisch nutzbar gemacht werden. Das Handauflegen, die Stimme, der Blick oder das Atmen sind Möglichkeiten einer leiblichen Kommunikation und bieten nach Schmitz (1989) „Anschlussstellen". Der Zugang zu anderen Menschen über die Leiblichkeit ist universell, d. h., auch bei unterschiedlicher Sprache, Kultur und

Verwendung verschiedener Zeichen und Symbole sind leibliche Regungen wie Schmerz, Hunger, Müdigkeit, Ekel u. a. gleich. Damit ist „*die Sprache der Leiblichkeit eine transkulturelle Sprache, sie ist eine Voraussetzung dafür, dass wir Menschen überhaupt einander verstehen können*“ (Uzarewicz u. Uzarewicz 2002).

▶ **Transkulturalität.** Damit ist eine kultursensible Pflege gemeint, die das Gemeinsame aller Menschen betont, ohne die Unterschiede zu negieren. Die transkulturelle Kompetenz als erweiterte soziale Kompetenz ist ein Teil des professionellen Handelns in der Pflege, und diese Kompetenz ist erlernbar.

4.4.6 Kompetenzmodell und Fürsorgetheorie

Für die Intensivpflege ist eine verstehende Herangehensweise ein wichtiger Baustein in einem Pflegeverständnis, bei dem es um Menschen in existenziellen Notsituationen geht. Das Anknüpfen am Kranksein und die Sorge um die anvertrauten Menschen sind auch bei Benner (1994, 2000, 2012) und Benner u. Wrubel (1997) die zentralen Elemente. Sie entwickelten ihren theoretischen Ansatz u. a. in großangelegten Untersuchungen auf Intensivstationen.

Kompetenzmodell und AACN-Model

Benner (2012) zeigt in ihrem 5-stufigen „Kompetenzmodell“ die Entwicklung vom Anfänger über den fortgeschrittenen Anfänger, zum Kompetenten, dann zum Erfahrenen und schließlich als höchste Stufe zum Experten auf. Das „Synergie Model for Patient Care“ der American Association of Critical-Care Nurses (AACN) knüpft an Benners Arbeiten an und verbindet die Kompetenzen der Pflegenden mit den Merkmalen und Bedürfnissen der Patienten und Angehörigen (Claus, Gnass u. Monke 2014).

Merke

Intuition und implizites Wissen (neben einem fundierten Theoriewissen) spielen auf der höchsten Expertenstufe (Könnerschaft) eine herausragende Rolle.

Fürsorgetheorie

In der „Fürsorgetheorie“ von Benner u. Wrubel (1997) ist Sorge (engl. „caring“) der zentrale Begriff. In Anbindung an den deutschen Philosophen Heidegger meint „Sorge“ eine besondere Art des „In-der-Welt-seins“. Mit dieser spezifischen Perspektive wird die biomedizinische und auch psychologische Sichtweise der Pflege überwunden und soll zur „*Formulierung alternativer Ansätze zur Förderung von Gesundheit, zur Wiederherstellung und zur Heilung unter dem Primat der Sorge*“ führen (Benner u. Wrubel 1997).

▶ **Kranksein und Krankheit.** Die Unterscheidung zwischen Kranksein und Krankheit ist für das Verständnis der Theorie wichtig. Kranksein meint die menschliche Erfahrung im Umgang mit Verlust und Dysfunktion, Krankheit ist die Lokalisation und Manifestation von Läsionen und Anomalien auf der organischen, geweblichen oder zellularen Ebene. Krankheit und Kranksein stehen dabei miteinander in Beziehung und beeinflussen sich wechselseitig. Eine Trennung von Körper und Geist, wie im biomedizinischen Menschenbild, gibt es nicht.

4.4.7 Fazit und Ausblick

Die skizzierten Ansätze sind eine kleine Auswahl aktueller Überlegungen für ein pflegerisch konzipiertes Verständnis der Intensivpflege. Dieses könnte in Anlehnung an Wettreck (2001, 1999), der sich in seinen Untersuchungen zum ärztlichen und pflegerischen Handeln ebenfalls mit dem Leibkonzept und dem Begriff der Sorge auseinandersetzt, als „professionell-personalisierte Experten-Pflege“ bezeichnet werden (▶ Tab. 4.1). Dieses Pflegever-

Tab. 4.1 Entwicklung der Pflegeverständnisse (in Anlehnung an u. mod. n. Wettreck 2001).

I. vor-professionell: „Regelpflege“	II. professionell: „Standardpflege“	III. professionell-personalisiert:„Experten-Pflege“
Handlungsorientierung		
• arzt- und krankheitsorientiert • verrichtungs- und ablauforientiert (Funktionspflege)	• patientenorientiert	• Patientenpartizipation (Anteilnahme, „Sorge“)
Berufsbild		
• Pflege ist fremdbestimmt (Experten sind Ärzte, Psychologen, Seelsorger u. a.)	• Pflege als eigene Profession (professionell Pflegende sind Experten)	• Pflege als „berufene“ Profession (Pflegende und Patient/Angehörige sind Experten)
Menschenbild		
• mechanistisches Menschenbild und Körperverständnis	• diffuses „ganzheitliches“ Menschenbild und erweitertes Körperkonzept	• integrierendes Menschenbild und Körper/Leibkonzept
Pflegeverständnis		
• Orientierung an Defiziten	• Orientierung an Normwerten und Normalität	• Verlaufskurvenarbeit und individueller Fallbezug (Orientierung an den Phasen des Krankheits- und Pflegeverlaufs)
Wissenschaftsgrad		
• keine eigene begründete Wissensbasis • Pflege „aus dem Bauch“ und ritualisiert	• starke Tendenz zur Messbarkeit und Quantifizierbarkeit der Pflege • „theoriegeleitete“ Praxis (checklistenartige ATL/ ABEDL- Struktur) • Pflegeprozess, Pflegediagnosen, Handlungsstandards, wissensbasierte Praxis	• Pflegepraxis wissenschafts- und erfahrungsgeleitet, d. h.: • Orientierung an verschiedenen Theorien • stärkere Betonung der nicht messbaren und nicht quantifizierbaren Anteile der Pflege (Verständigungs-, Gefühls- und Wohlbefindensarbeit, Intuition, Ethos, existenzielle Anteilnahme u. a.)
Rolle des Patienten		
• Patient ist passiv und abhängig	• Patient ist aktiv und wird gefördert (Aktivierung als Norm)	• Patient wird je nach Situation und Verlauf gefördert, unterstützt und begleitet

ständnis wäre auch kompatibel mit einem beziehungsmedizinischen Verständnis, wie es z. B. Zieger (2002), Mannebach (2001) und Dörner (2001) formuliert haben und welches Wettreck (1999) als „ärztlichen Blick" bezeichnet hat. Hier wäre die Anschlussstelle zu finden für eine gemeinsame Neuausrichtung von Intensivpflege und Intensivmedizin (vgl. Friesacher 2008, 2011)

Merke

Ein angemessenes Pflegeverständnis für die Intensivpflege sollte sich an der Realität der Intensivpflege und an relevanten Theorien der Pflegewissenschaft orientieren. Erst beides zusammen ermöglicht eine Konzeption, die einer einseitigen Perspektive widersteht. Ein Pflegeverständnis im Sinne einer Expertenpflege wäre auch mit neueren Ansätzen in der Medizin zu verknüpfen.

4.5 Leseservice

4.5.1 Literatur

Arndt M. Pflege, Moral und Beziehungen. In: Strätling-Tölle H, Hrsg. 50 Tage intensiv oder: Die menschliche Würde im Krankenhaus. Frankfurt/M: Mabuse; 2000

Badura B. Arbeit, Technik und Patientenorientierung im Krankenhaus. Probleme und Gestaltungsperspektiven. In: Kaiser G et al., Hrsg. Die Zukunft der Medizin: Neue Wege zur Gesundheit? Frankfurt/M: Campus; 1996

Bartholomeyczik S. Zur Entwicklung der Pflegewissenschaft in Deutschland. Pflege 1999; 3: 158

Benner P. Stufen zur Pflegekompetenz. From Novice to Expert. 2. Aufl. Bern: Huber; 2012

Benner P et al. Pflegeexperten. Pflegekompetenz, klinisches Wissen und alltägliche Ethik. Bern: Huber; 2000

Benner P, Wrubel J. Pflege, Streß und Bewältigung: Gelebte Erfahrung von Gesundheit und Krankheit. Bern: Huber; 1997

Böhme G. Invasive Technisierung. Technikphilosophie und Technikkritik. Kusterdingen: SFG; 2008

Claus A, Gnass I, Monke S. Das AACN Synergy Model. Intensiv 2014; 22 (1): 8–14

Claussen PC. Herz gewechselt und damit durchgegangen. Ein mentaler Reisebericht aus der Intensivstation. In: Meyer G, Friesacher H, Lange R, Hrsg. Handbuch der Intensivpflege. 8. Ergänzungslieferung. Landsberg/ Lech: Ecomed; 2000: 16–17

Corbin J. Is caring a lost art in nursing. International Journal of Nursing Studies 2008; 45: 163–165

Deutsche Gesellschaft für Fachkrankenpflege e. V. (DGF). Pflegeleitbild der Intensivpflege (Pflegephilosophie). Bielefeld 1995

Dörner K. Der gute Arzt. Lehrbuch der ärztlichen Grundhaltung. Stuttgart: Schattauer; 2001

Friesacher H. Habe Mut, deinem Gewissen zu folgen. Ethik im OP 2013; 6 (6): 257–261

Friesacher H. Pflegende und Ärzte auf der Intensivstation – eine schwierige und belastende Beziehung. intensiv 2011; 19 (3): 126–129

Friesacher H. Pflege und Technik – eine kritische Analyse. Pflege & Gesellschaft 2010; 15 (4): 293–313

Friesacher H. Theorie und Praxis pflegerischen Handelns. Begründung und Entwurf einer kritischen Theorie der Pflegewissenschaft. Osnabrück: V & R; 2008

Friesacher H. Pflege in lebensbedrohlichen Situationen – Intensivpflege. In: Rennen-Allhoff B, Schaeffer D, Hrsg. Handbuch Pflegewissenschaft. München: Juventa; 2000

Grote-Janz C von, Weingarten E. Technikgebundene Handlungsabläufe auf der Intensivstation. Zeitschrift für Soziologie 1983; 4: 328

Hartzband P, Groopman J. The New Language of Medicine. N Engl J Med 2011; 365:1372–1373

Käppeli S. Was für eine Wissenschaft braucht die Pflege. Pflege 1999; 3: 153

Käppeli S, Hrsg. Pflegekonzepte. Gesundheits-, entwicklungs- und krankheitsbezogene Erfahrungen. Bern: Huber; 1993

Kirkevold M. Pflegewissenschaft als Praxisdisziplin. Bern: Huber; 2002

Krainer L, Raitinger E. Wenn Waschen zur Qual wird. In: Reitinger E, Hrsg.Transdisziplinäre Praxis. Forschen im Sozial- und Gesundheitswesen. Heidelberg: Carl- Auer; 2008, 153–165

Krohwinkel M. Fördernde Prozesspflege mit integrierten ABEDLs. Forschung, Theorie und Praxis. Bern: Huber; 2013

Krohwinkel M. Der Pflegeprozeß am Beispiel von Apoplexiekranken. Eine Studie zur Erfassung und Entwicklung ganzheitlich-rehabilitierender Prozeßpflege. Band 16 der Schriftenreihe des Bundesministeriums für Gesundheit. Baden-Baden: Nomos; 1993

Kuhlmann B. Die Situation von Angehörigen auf einer Intensivstation. intensiv 2002; 6: 250

Lown B. Die verlorene Kunst des Heilens. Anleitung zum Umdenken. Stuttgart: Schattauer; 2003

Lubin P. Der vergessene Leib auf der Intensivstation oder was passiert, wenn der Mensch Intensivpatient wird. Diplomarbeit im Fachbereich Human- und Gesundheitswissenschaften der Universität Bremen, Studiengang Pflegewissenschaft. Bremen 2007 (unveröffentlicht)

Maio G. Ethik in der Medizin – eine praxisbezogene Einführung. In: Salomon F. Hrsg. Praxisbuch Ethik in der Intensivmedizin. Konkrete Entscheidungshilfen in Grenzsituationen. 2. Aufl. Berlin: MWV; 2012

Mannebach H. Reflexionen über den „Guten Arzt". Zeitschrift für Gesundheitswissenschaften 2001; 1: 85

Mannebach H. High-Tech Medizin versus Patientenorientierung. In: Badura B et al., Hrsg. System Krankenhaus. Arbeit, Technik und Patientenorientierung. Weinheim: Juventa; 1993

Manzei A. Betriebswirtschaftliche Kennzahlen in der digitalisierten Intensivpflege. Wie durch die elektronische Patientenakte ökonomische Sachzwänge in die Intensivmedizin übertragen werden. Intensiv 2010; 18 (5): 232–237

Manzei A. Neue betriebswirtschaftliche Steuerungsformen im Krankenhaus. Wie durch die Digitalisierung der Medizin ökonomische Sachzwänge in der Pflegepraxis entstehen. In: Pflege & Gesellschaft 2009; 1: 38–53

Manzei A. Körper, Technik, Grenzen. Kritische Anthropologie am Beispiel der Transplantationsmedizin. Münster: LIT; 2003

Manzei A. Die Technisierung der Medizin und ihre Bedeutung für die (Intensiv-) Pflege. In: Neander KD et al., Hrsg. Handbuch der Intensivpflege. Bd. 1. 9. Ergänzungslieferung 12/00, hrsg. von Meyer G, Friesacher, H, Lange R. Landsberg/Lech: Ecomed; 2000

Maul S. Konstitutionen intensivpflegerischen Handelns. Prozesse der Erkenntnis im Kontext der Arbeit mit komatösen Patienten. Lengerich: Pabst; 2013

Meleis AI. Pflegetheorie. Gegenstand, Entwicklung und Perspektiven des theoretischen Denkens in der Pflege. Bern: Huber; 1999

Meyer G, Friesacher H. Die Anwendung eines Pflegekonzeptes als Grundlage der Weiterbildung in der Intensivpflege. intensiv 1993; 3: 88

Mischo-Kelling M. Zur Theorie des Pflegehandelns. Eine explorative Studie zur Bedeutung des Selbst, Selbstkonzepts und Körperbilds für die Transformation des Pflegemodells von Roper, Logan & Tierney in eine pragmatisch-interaktionistische Theorie des Pflegehandelns. Dissertation Universität Bremen, 2012

Mischo-Kelling M. Chirurgie und Pflege – Grundzüge einer Theorie des pflegeri-

schen Handelns. In: Karavias T, Mischo-Kelling M, Hrsg. Chirurgie und Pflege. 2. Aufl. Stuttgart: Schattauer; 2001

Paterson J, Zderad LT. Humanistische Pflege. Bern: Huber; 1999

Schmitz H. System der Philosophie. Bd. 3. Der Raum. 5. Teil: Die Wahrnehmung. 2. Aufl. Bonn: Bouvier; 1989

Schrems B. Zeitorganisation in der Krankenpflege. Zeitliche Dimension von Frauenarbeit am Beispiel der Pflegeberufe. Frankfurt/M: Mabuse; 1994

Scott PA, Matthews A, Kirwan M. What is nursing in the 21st century and what does the 21st century health system require of nursing? Nurs Philos 2014; 15 (1): 23–34. DOI: 10.1111/nup.12 032

Steffen-Bürgie B. „Offizielle" und „inoffizielle" Inhalte der Pflege. Pflege 1991; 1: 45

Strauss A et al. The Social Organisation of Medical Work. Chicago: University of Chicago Press; 1985

Strätling-Tölle H, Hrsg. 50 Tage intensiv oder: die menschliche Würde im Krankenhaus. Frankfurt/M: Mabuse; 2000

Strunk H. Geleitwort zur deutschsprachigen Ausgabe. In: Millar B, Burnard P. Intensivpflege – High-touch und High-tech. Psychosoziale, ethische und pflegeorganisatorische Aspekte. Bern: Huber; 2002

Uzarewicz C, Uzarewicz M. Anthropologische Grundlagen und Menschenbilder in der Intensivpflege. In: Meyer G, Friesacher H, Lange R, Hrsg. Handbuch der Intensivpflege,.21. Ergänzungslieferung. Landsberg/Lech: Ecomed; 2006

Uzarewicz C, Uzarewicz M. Das Weite suchen. Einführung in eine phänomenologische Anthropologie für Pflege. München: Lucius & Lucius; 2005

Uzarewicz C, Uzarewicz M. Kultur und Pflege: Grundlagen und Konzepte. Studienbrief der Fern-Fachhochschule Hamburg (FFH), Studiengang Pflegemanagement. Hamburg; 2002

Vujica P. Keine Zeit zu sterben. Der Standard. 24. 11. 2007: A1

Wessel S. Nach Hause, bitte! Intensivpflege im eigenen Lebensumfeld. Intensiv 2012; 20 (1): 26–31

Wettreck R. „Am Bett ist alles anders" – Perspektiven professioneller Pflegeethik. Münster: LIT; 2001

Wettreck R. Arzt sein – Mensch bleiben. Eine qualitative Psychologie des Handelns und Erlebens in der modernen Medizin. München: LIT; 1999

Wittneben K. Pflegekonzepte in der Weiterbildung zur Pflegelehrkraft, 4. Aufl. Frankfurt/M: Peter Lang; 1998

Zieger A. Der neurologisch schwerstgeschädigte Patient im Spannungsfeld zwischen Bio- und Beziehungsmedizin. intensiv 2002; 6: 261

4.5.2 Internetadressen

http://www.dgf-online.de/ (Deutsche Gesellschaft für Fachkrankenpflege und Funktionsdienste e. V., DGF)

Aktuelle Infos und Kontakte finden Sie regelmäßig in der Zeitschrift „intensiv" unter der Rubrik „Informationen" und speziell für Mitglieder der DGF in den „DGF-Mitteilungen".

Kapitel 5

Möglichkeiten und Grenzen der Intensivmedizin

5.1	Einleitung	*104*
5.2	Ethikinstitutionen	*106*
5.3	Ethik und Menschenbild	*107*
5.4	Verständnis von Gesundheit und Krankheit	*108*
5.5	Todesverständnis	*109*
5.6	Hirntod oder irreversibles Hirnversagen	*109*
5.7	Ethische Entscheidungsbereiche in der Intensivmedizin	*110*
5.8	Leseservice	*118*

5 Möglichkeiten und Grenzen der Intensivmedizin

Fred Salomon

5.1 Einleitung

Fallbeispiel

„Liebe Mitarbeiter im Team der Station, ich möchte Ihnen herzlich für Ihren Einsatz danken. Es war für mich beeindruckend, was in der Medizin alles möglich ist. Gewiss war die Begleitung meines Vaters auch für Sie eine überaus beanspruchende Zeit. Dennoch haben er und ich von Ihnen noch gute Gespräche geschenkt bekommen. Er ist nicht nur medizinisch gut versorgt worden, sondern wurde in diesen schwersten Tagen inmitten all der Apparate auch als Mensch ernst genommen und konnte seelisch reifen. Wann immer er zwischen den Operationen wach war, wurde offen mit ihm über die möglichen Behandlungen gesprochen. Dass er mit entscheiden konnte, was er sich zumuten wollte und was nicht, hat ihm trotz aller Hilfsbedürftigkeit die Würde erhalten. Mein Vater hat die Chancen der Intensivmedizin genutzt, wenn letztlich auch die erhoffte Genesung nicht eintrat. Ich danke Ihnen, dass Sie die Grenzen akzeptiert haben, die er für sich nicht überschritten haben wollte. Und ich danke Ihnen, dass ich ihn begleiten durfte."

Brief der Tochter, deren 70-jähriger Vater nach Gastrektomie wegen Magenkarzinoms und wiederholten Anastomosenkomplikationen mehrfach operiert wurde, eine ausgedehnte Ösophagusresektion mit späterem Darminterponat ablehnte und in Anwesenheit der Tochter starb.

Die Medizin hat im 20. Jahrhundert viele Möglichkeiten eröffnet, lebensbedrohliche Zustände abzuwenden oder zu überwinden. Die Intensivmedizin wurde zu einem Symbol für den Kampf gegen den Tod. Anfangs faszinierten die Erfolge. Doch in den Stolz über das Erreichte mischten sich auch Fragen und Zweifel. In den 70er Jahren wurde die psychische Belastung für Patienten und Angehörige sowie Ärzte und Pflegende wahrgenommen und nach deren Zumutbarkeit gefragt. Fast zeitgleich drängten sich Fragen nach Sinn und Grenzen der Intensivmedizin auf, also Fragen der Ethik.

5.1.1 Ethik – ein Modebegriff?

Die Suche nach Orientierung und moralischen Maßstäben nimmt einen immer breiteren Raum ein, nicht nur in der Medizin. Man kann derzeit fast von einem Ethik-Boom sprechen. Dabei läuft Ethik Gefahr, zum Modebegriff zu werden, der in der Medizin auch für Überlegungen herangezogen wird, die primär nicht zur Ethik gehören, sondern z. B. zur Psychologie, Rechts- oder Kommunikationswissenschaft.

Spielt Ethik auch in ganz vielen Themenfeldern eine Rolle, so hat sie doch ihre spezifischen Bereiche und Methoden. Sie ist nicht für jede Fragestellung geeignet. Deshalb sind Klärung der Begriffe und Abgrenzung zu anderen Bereichen erforderlich.

5.1.2 Ethik und Moral – Begriffsbestimmung

Das Wort „Ethik" hat seine Wurzeln in der antiken griechischen Sprache und meinte den Wohnbereich des Menschen sowie Bräuche und Gewohnheiten, die das persönliche Leben und das Miteinander in der Gemeinschaft bestimmten. „Moral" stammt aus dem Lateinischen und bezeichnete den Willen (auch den vom Über-Ich geprägten, also vorgegebene Regeln), aber ebenso Charakter und persönliche Haltung.

Die Etymologie hilft für das heutige Verständnis nur begrenzt. Landläufig werden „Moral" und „Ethik" gleichbedeutend benutzt. Wissenschaftlich unterscheiden sich die Begriffe.

Definition

Moral meint die sittliche Überzeugung einer Person oder Gruppe und deren konkretes sittliches Handeln. Ethik ist das Nachdenken über dieses Handeln, über Maßstäbe, Prinzipien und Hintergründe.

5.1.3 Aspekte von Ethik

Nicht alle Fragen in der Intensivpflege sind ethische Fragen. Es sind immer verschiedene Aspekte miteinander verwoben. Es gibt enge Berührungspunkte, doch hat jeder Aspekt seine eigenen Maßstäbe und Methoden. Auf jeder Ebene sind Probleme denkbar, die es zu bearbeiten gilt. Zur Klärung hilft die sorgfältige Differenzierung. Der eingangs zitierte Brief spricht folgende Aspekte an:

- **Medizinisch-pflegerischer Aspekt:** Es wurde eingesetzt, was in der Intensivmedizin möglich ist, alle Chancen wurden also genutzt.
- **Kommunikativer Aspekt**: Mit dem Patienten und seiner Tochter wurde offen über die möglichen Behandlungen gesprochen.
- **Psychosozialer Aspekt:** Die Begleitung des Patienten bis zum Tod war für alle Beteiligten eine beanspruchende Zeit, sie ermöglichte dem Patienten eine seelische Reifung; die Anwesenheit der Tochter war sehr wichtig.
- **Rechtlicher Aspekt**: Der Patient wurde aufgeklärt, willigte in die Behandlung ein und konnte mitentscheiden, was er sich zumuten wollte und was nicht (Informed Consent).
- **Ethisch-moralischer Aspekt:** Der Patient wurde als Mensch ernst genommen und in die Entscheidungen einbezogen, seine Würde wurde erhalten und seine Grenzen akzeptiert.
- **Finanzieller Aspekt:** In allen Chancen der teuren Intensivmedizin schwingt der finanzielle Aspekt implizit mit.

5.1.4 Zugangswege zu ethischen Fragen

Was Menschen tun oder an ihnen getan wird, welche Entscheidungen sie treffen, wird im Alltag fast selbstverständlich moralisch bewertet. Handlungen werden z. B. als gut oder böse, lobenswert oder unfair eingestuft. Verschiedene Personen bewerten evtl. unterschiedlich.

Ethik in der Medizin braucht immer 2 Dimensionen:

- konkrete Situationen
- allgemeine Prinzipien

► **Konkrete Situationen.** Sie fordern zum Nachdenken über ethische Fragen heraus. Von speziellen Situationen ausgehend lassen sich allgemeine Werte und Prinzipien, z. B. Gerechtigkeit oder Entscheidungsfreiheit, erörtern. Fallbeispiele sind ein geeigneter Ausgangspunkt, um sich mit Ethik zu beschäftigen.

► **Allgemeine Prinzipien.** Dieser Zugangsweg geht von vorgegeben Prinzipien aus, die in Frage gestellt werden. Allgemeine Fragen, z. B. „Darf man eine lebenserhaltende Therapie abbrechen?" oder „Was bedeutet Gerechtigkeit angesichts begrenzter finanzieller Mittel?" führen zu einer theoretischen Ethikdiskussion, deren Positionen sich dann in konkreten Fällen bewähren müssen.

5.1.5 Ethik-Ansätze

Alle Zugänge lassen sich vereinfachend auf 2 Ansätze zurückführen, die man in der Geschichte des ethischen Denkens immer wieder findet:

1. deontologischer Ansatz
2. utilitaristischer Ansatz

▸ **Deontologischer Ansatz.** In der deontologischen Position wird eine Handlung danach bewertet, inwieweit sie vorgegebenen Werten oder Prinzipien entspricht. Das Sollen bestimmt die Entscheidung. Für Kant (1724–1804), einem Vertreter dieses Ansatzes, ist das Sittengesetz bedingungslos gültig. Ausgangspunkt sind Sätze wie „Du sollst nicht töten!“ oder „Du musst die Wahrheit sagen!“. Die Richtigkeit eines solchen Prinzips kann nicht relativiert werden.

▸ **Utilitaristischer Ansatz.** Die zweite Position nimmt das Ergebnis einer Handlung, Schaden oder Nutzen für die Beteiligten, in den Blick und bewertet ein Tun moralisch nach den Folgen. Der möglichst optimale Nutzen bestimmt das moralische Urteil, woraus der Begriff „utilitaristisch“ abgeleitet ist. Ziel sind Wohlbefinden oder Glück des Einzelnen oder einer Gruppe. Argumentiert wird mit Sätzen wie „Es geht um die optimale Schmerzfreiheit und die innere Zufriedenheit.“ oder „Die Umwelt muss geschützt werden, damit unsere Nachkommen gesund leben können.“

▸ **Prioritäten.** In den meisten Ethikansätzen finden sich Kombinationen beider Positionen. Das eine Mal liegt mehr Gewicht auf den Prinzipien: „Der Patient soll möglichst schmerzfrei sein. Doch darf man ihm kein Schmerzmittel geben, wenn es den Tod beschleunigt. Dann muss er die Schmerzen ertragen.“ Ein anderes Mal steht der Nutzen für die Beteiligten im Vordergrund: „Der Patient muss schmerzfrei werden. Zu seinem Wohlbefinden darf man ihm auch Mittel geben, wenn sie seine Lebenszeit verkürzen.“

Merke

Unterschiedliche Ethikansätze führen zu unterschiedlichen Argumenten. Im ethischen Diskurs ist zu klären, wo für jeden Beteiligten die Prioritäten liegen, damit man nicht aneinander vorbei redet.

5.1.6 Ethik als zeit- und gesellschaftsgebundene Größe

Faktor Zeit

Ethische Prinzipien oder anzustrebende Ziele sind nicht zeitlos. Die heute stark betonte Autonomie des Menschen war nicht immer wichtig. Sie bekam erst seit Kant ihr heutiges Gewicht. Sklaverei und Leibeigenschaft sind Beispiele dafür, dass Menschen in anderen Epochen anders bewertet wurden. Ebenso ist umweltschonendes Verhalten erst in jüngster Zeit zu einem wichtigen Kriterium für Entscheidungen geworden. Mit Blick auf solche Entwicklungen spricht man von Paradigmenwechsel oder Wertewandel.

Faktor Kulturkreis

Werte haben auch nicht in allen Kulturen das gleiche Gewicht. Das Autonomieprinzip oder die Unverletzlichkeit der Würde des Individuums ist z. B. nur in demokratischen Ländern mehrheitsfähig (Piper 1998). Im fernöstlichen Denken steht dagegen der Nutzen des Einzelnen für die Gemeinschaft über dessen individuellem Willen. Ebenso unterscheiden sich die Stellung der Geschlechter oder Generationen zueinander in verschiedenen Kulturkreisen.

Solche Unterschiede werden dann ein Problem, wenn in einer konkreten Situation verschiedene Auffassungen aufeinander treffen. Gerade im Gesundheitswesen einer multikulturellen Gesellschaft geschieht das immer wieder, weil Patienten oder Mitarbeiter in anderen Kulturen aufwuchsen oder aus anderen Ländern in die Kliniken kommen. Es gibt Versuche, gemeinsame ethische Maßstäbe, konsensfähige Konstanten zu finden (Beauchamp 2009).

5.1.7 Ethik-Diskurs und Verständigung

Allgemeine Maßstäbe

Das Wertesystem ist für einen Menschen grundlegend und in allen Lebensbereichen gleichermaßen anwendbar, in denen er moralische Urteile fällt. Seine Maßstäbe sind für ihn allgemein gültig und von Lebensbereichen primär unabhängig. Probleme, die zum Urteil herausfordern, sind dagegen spezifisch für den jeweiligen Bereich und von der konkreten Situation abhängig. Wer Gerechtigkeit als Maßstab hat, wird das in der Erziehung ebenso vertreten wie in der Leitung einer Krankenstation. Das Problem, einen verwirrten Patienten fixieren zu müssen, ist dagegen spezifisch für das Arbeitsfeld Krankenpflege.

Ärztliche Ethik, Pflege-, Wirtschafts-, Sozial- oder Sexualethik werden so unterschieden. Sie sind durch spezifische Situationen und Fragen charakterisiert. Es sind jedoch keine Spezialethiken mit unterschiedlichen Werten.

Merke

Ethische Werte und Maßstäbe sind fachunabhängig gültig, die zu beurteilende Situation ist fachspezifisch. In einem ethischen Urteil werden allgemein gültige Wertvorstellungen auf eine konkrete Situation und Handlung angewendet.

Ursachen von Verständigungsproblemen

Um ein moralisches Urteil abgeben oder eine ethische Analyse vornehmen zu können, muss man den Sachverhalt und die Fragestellung verstehen. Was selbstverständlich anmutet, bereitet gelegentlich Probleme. So kommt es nicht selten zwischen Ärzten und Pflegenden über Entscheidungen zu Meinungsverschiedenheiten bis hin zu Vorwürfen, weil die berufsspezifischen Fragestellungen des jeweils Anderen nicht verstanden werden.

▸ **Berufsspezifische Fragestellungen.** Ärzte sind stark handlungsorientiert. Es geht ihnen vorrangig darum, was man gegen eine Erkrankung oder gegen den Tod tun kann. Ethische Fragen entzünden sich dann daran, ob es gerechtfertigt ist, zu therapieren oder nicht.

Pflege ist stärker beziehungsorientiert. Das Verhältnis von Patient zu Pflegendem oder Patient zu Angehörigem sowie seinem sozialen Umfeld spielen eine große Rolle. Daher stehen bei pflegeethischen Überlegungen besonders die beteiligten Personen mit ihren Anliegen, deren Begleitung oder Interaktion im Zentrum.

Die gemeinsame Arbeit mit demselben Patienten verlangt aber, dass jeder die Fragen und Entscheidungskonflikte des anderen versteht. Das gilt für die Verständigung zwischen allen Fachdisziplinen und Berufsgruppen, die in die Versorgung eingebunden sind (▸ Abb. 5.1).

Ethik-Diskurs

Verschiedene Sichtweisen und moralische Bewertungen einer Situation sowie die sich stellenden Fragen führen zum Gespräch. Im Diskurs werden Gedanken ausgetauscht, Argumente abgewogen und idealerweise die andere Position und die

Abb. 5.1 Um einen Patienten gemeinsam intensivmedizinisch versorgen zu können, ist es für alle Beteiligten essenziell, ethische Fragen und Probleme sowie Emotionen offen untereinander anzusprechen.

anstehenden Entscheidungen verstanden. Ethik bedarf immer der Kommunikation. Gelingende Kommunikation setzt Verhältnisse voraus, die ein Gespräch zulassen, ohne Repressalien oder Vorwürfe fürchten zu müssen, wenn kritische Aussagen gemacht oder Emotionen gezeigt werden. Ein ethischer Diskurs kann nur in einer von Akzeptanz und gegenseitiger Achtung geprägten Umgebung angemessen stattfinden.

Lernaufgabe

Vergegenwärtigen Sie sich eine Situation Ihres Arbeitsbereiches des letzten Monats mit ethischen Fragen! Welche Personen waren daran beteiligt? Wer hat welche Position vertreten? Wurden die Positionen begründet? Wenn ja, wie? Wer hat die Entscheidung getroffen und warum?

Fallkonferenz

Zwang zu raschem Handeln verhindert häufig ein ausführliches Gespräch über Entscheidungsmöglichkeiten und -schritte. Das birgt Risiken. Wenn Fragen offen bleiben, können daraus Teamkonflikte erwachsen und zur Arbeitsunzufriedenheit bis hin zum Burn-out-Syndrom führen. Daher ist es ratsam, einen Rahmen zu schaffen, um Verläufe und Entscheidungen mit allen Dimensionen kritisch zu besprechen.

Nach abgeschlossener Behandlung ist es zur Reflexion von getroffenen Entscheidungen ratsam, Verläufe in einer Fallkonferenz nach zu besprechen (die Visite am Patientenbett ist dazu ungeeignet!). Hier können verschiedene Dimensionen analysiert, aufgekommene Emotionen angesprochen und der Verlauf kritisch hinterfragt werden. Eine solche Fallkonferenz ist nur dann fruchtbar, wenn Beteiligte aller Berufsgruppen miteinander sprechen, ohne sich in Schuldzuweisungen und reaktiven Verteidigungen zu verlieren. Alle dürfen ihre Sicht darlegen und Fragen stellen. Dazu ist ein Klima notwendig, in dem hierarchische Strukturen und gruppenspezifische Konfrontationen dem offenen Gespräch nicht im Wege stehen. Eventuell kann ein unparteiischer Supervisor hinzugezogen werden.

5.1.8 Erwerb ethischer Kompetenz

Da ethische Entscheidungskonflikte zur Intensivmedizin untrennbar hinzugehören, braucht jedes Teammitglied auf einer Intensivstation eine ethische Grundkompetenz. Schon in Ausbildung oder Studium sollte sie erworben werden. Da das nur unzureichend geschieht, sind in der Praxis regelmäßige Gespräche über gefällte Entscheidungen wichtig, um sich äußern zu lernen, sich seiner eigenen Position bewusst zu werden und andere zu verstehen.

In Akutsituationen, die zur raschen Entscheidung zwingen, kann man den ethischen Diskurs nicht üben. Da wäre er sogar oftmals hinderlich. Im Abstand sollte jedoch die Gelegenheit dazu genutzt werden. Ethikfortbildungen sind eine weitere Möglichkeit zur Kompetenzsteigerung.

Praxistipp

Fragen Sie bei einer getroffenen Entscheidung zur Steigerung oder Begrenzung der Intensivtherapie in der nächsten Besprechung nach der Begründung für diese Entscheidung!

► **Ethikexperten.** So wie jeder im Team einer Intensivstation medizinische Kenntnisse besitzt und doch in Einzelfällen einen Kardiologen, Radiologen oder Thoraxchirurgen hinzuzieht, so ist trotz moralisch-ethischer Grundkompetenz in manchen Fällen auch ein Ethikexperte erforderlich. Hinter ethischen Fragen verbirgt sich meist ein komplexeres Problem als ein Ungeschulter vermutet.

5.2 Ethikinstitutionen

In den letzten 30 Jahren hat der Bedarf nach ethischer Beratung in der Medizin zugenommen. Dafür sind verschiedene Institutionen geschaffen worden oder werden erprobt, z. B.:

- Ethikkommissionen
- Ethikkomitees
- Ethikkonsile

5.2.1 Ethikkommissionen

Die heutige Medizin basiert auf naturwissenschaftlich begründeten Erkenntnissen. Das Humanexperiment ist unverzichtbar zur Erprobung und Validierung neuer Medikamente oder Verfahren. Fragwürdige Menschenversuche im 20. Jahrhundert führten zur Bildung von Ethikkommissionen. Zwei Formen sind zu unterscheiden:

- Ethikkommissionen an Universitäten oder bei Ärztekammern der Länder
- Ethikkommissionen der Regierung oder bei der Bundesärztekammer

► **Ethikkommissionen an Universitäten oder bei Ärztekammern der Länder.** Diese Kommissionen beurteilen die Forschung an Menschen ethisch, medizinisch-wissenschaftlich und rechtlich. Sie geben nur Empfehlungen ab, die jedoch von Bedeutung sind, denn Zeitschriften verlangen für die Publikation von Forschungsergebnissen das Votum der zuständigen Ethikkommission.

► **Ethikkommissionen der Regierung oder bei der Bundesärztekammer.** Sie beziehen zu aktuellen, für die Gesellschaft bedeutungsvollen ethischen Fragen in der Medizin und ihren Grenzgebieten Stellung, beraten die Regierung und gestalten den interdisziplinären Diskurs mit. Zu dieser Form gehören z. B.

- die Zentrale Ethikkommission bei der Bundesärztekammer,
- die Ethikkommission für die österreichische Bundesregierung,
- der von der deutschen Bundesregierung eingerichtete Deutsche Ethikrat.

5.2.2 Ethikkomitees

Ethikkomitees haben ihren Ausgangspunkt in spektakulären klinischen Entscheidungskonflikten, z. B. dem Fall der jahrelang komatösen Karen A. Quinlan, bei der die Familie verlangte, das Beatmungsgerät abzuschalten. Die Komitees sind klinisch orientiert, begleiten in konkreten Konflikten den Entscheidungsprozess, erarbeiten Orientierungshilfen für immer wiederkehrende Fragen und organisieren Ethikfortbildungen. Auch in Pflegeeinrichtungen und ambulanten Bereichen entstehen Ethikkomitees. Das Komitee kann von allen Beteiligten angerufen werden und berät sie. Es ist mit Vertretern verschiedener Disziplinen und Berufsgruppen besetzt (auch mit Juristen).

5.2.3 Ethikkonsile

Ethikberatung kann unterschiedlich organisiert sein (Dörries 2010) und z. B. durch ethisch kompetente Einzelpersonen übernommen werden. Ziel ist ein flexibles,

kurzfristig verfügbares Angebot, um durch ein Konsil in einem ethischen Konflikt Hilfestellung zu leisten.

► **Anforderungen an einen Ethikberater.** Ethische Konflikte sind häufig von Kommunikations- und Interaktionsproblemen begleitet. Das Gespräch über moralische Positionen fällt vielen schwer und führt leicht zu persönlichen Vorwürfen. Auch kann persönliche Betroffenheit hindern, ein ethisches Problem strukturiert zu besprechen. Daher braucht ein Ethikberater professionelle Kompetenz und Erfahrung im Umgang mit Patienten, fundierte allgemein- und medizinethische Kenntnisse sowie Erfahrung in Gesprächsführung. Die Akademie für Ethik in der Medizin (AEM) hat Qualifikationsstandards für die Ethikberatung erarbeitet.

5.3 Ethik und Menschenbild

In der Medizin steht der Kranke im Mittelpunkt, selbst wenn er in der Intensivmedizin durch Kommunikationseinschränkungen oder durch Überwachungs- und Therapiegeräte in den Hintergrund zu treten scheint.

Definition

Ziel der intensivmedizinischen Bemühungen ist es, unter umfassendem, angemessenem Einsatz aller Mittel und Kenntnisse den Menschen vor lebensbedrohlichen Situationen zu bewahren oder sie zu überwinden, um ihm ein Weiterleben mit allen Dimensionen menschlichen Lebens in einer für ihn anzunehmenden Weise zu ermöglichen.

Alle Entscheidungen sind mit Blick auf dieses Ziel zu treffen. Das Menschenbild prägt, oftmals unausgesprochen oder unbewusst, die Entscheidungen. Dennoch hat jeder einen anthropologischen Ansatz, nach dem er urteilt und handelt.

In jeder Weltanschauung hat der Mensch eine besondere Bedeutung, wobei es in wichtigen Punkten Unterschiede gibt. Das hat Konsequenzen, auch in der Intensivmedizin. Je enger der Kontakt in einer zusammenwachsenden Welt oder je stärker die Durchmischung in einer multikulturellen Gesellschaft werden, desto häufiger treffen unterschiedliche Denkansätze aufeinander, z. B.:

- naturwissenschaftliches Menschenbild
- christlich-biblisches Menschenbild
- jüdisches Menschenbild
- islamisches Menschenbild
- fernöstliche Menschenbilder

5.3.1 Naturwissenschaftliches Menschenbild

Prägend für das naturwissenschaftliche Menschenbild war der französische Philosoph Descartes (1596–1650). Er versteht den Menschen als zweigeteilt in Körper und Geist. Den Körper vergleicht er mit einer „*Uhr, die aus Rädern und Gewichten besteht*“. Und so wie eine Uhr reparierbar ist und defekte Teile ausgetauscht werden können, kann man es auch mit Krankheiten des Körpers tun. Der naturwissenschaftliche Denkansatz gewann in den folgenden Jahrhunderten großen Einfluss und bestach durch seine Ergebnisse.

In der Medizin eröffnete sich durch dieses Menschenbild die Möglichkeit zum Humanexperiment. Durch die Entsakralisierung des Körpers konnte er zum Objekt naturwissenschaftlicher Studien werden. Das führte zu den heutigen Kenntnissen und den daraus erwachsenden Therapiemöglichkeiten sowie einer naturwissenschaftlichen Euphorie. Die Mediziner im 19. Jahrhundert glaubten, Philosophie zur Erklärung des Menschen nicht mehr zu brauchen und sahen es nur als Frage der Zeit an, auch psychische und seelische Phänomene physikalisch-chemisch erklären zu können.

Das analytische Denken in der Epoche der Aufklärung des 18. Jahrhunderts bereitete nicht nur die isolierte Betrachtung der Körperstrukturen bis zur molekularen Ebene vor, sondern förderte auch die Betonung des einzelnen Menschen und seiner Autonomie, die bei uns heute ein zentraler ethischer Wert ist.

5.3.2 Christlich-biblisches Menschenbild

In der Geschichte der christlichen Religion haben sich unterschiedliche Menschenbilder herausgebildet. Der von vielen als typisch christlich angesehene Dualismus von Leib und Seele und deren Trennung im Tod hat zwar in der Kirchengeschichte immer wieder Vertreter gefunden, entspricht jedoch nicht dem biblischen Menschenbild. Die Vorstellung drang aus der vom platonisch-hellenistischen Denken geprägten Umwelt der frühen Kirche in christliche Aussagen ein.

Nach biblischem Verständnis ist der Mensch ein Ganzer, der aus verschiedenen Blickrichtungen gesehen werden kann. Der Mensch *hat* keinen Leib oder keine Seele, sondern *ist* Leib oder lebendige Seele. Der immer einheitliche Mensch ist als Seele in seiner Beziehung zu Gott oder als Leib in seiner Verletzlichkeit gemeint. Er stirbt auch als Ganzer. Die Auferstehungshoffnung bezieht sich nicht auf einen Teil des Menschen, sondern meint ihn ganz. Die Bibel enthält sich jeder Spekulation, wie diese Zukunft aussehen könnte. Der Mensch ist Geschöpf Gottes und nicht das Maß aller Dinge, sondern geschwisterlich mit allen Menschen verbunden.

5.3.3 Jüdisches Menschenbild

Die jüdische Auffassung basiert auf den vorchristlichen biblischen Schriften, dem Talmud und deren Auslegung durch die Rabbiner. Dem Menschen kommt als Ebenbild Gottes besondere Bedeutung zu. Er hat sein Leben von Gott. Daher hat es unendlichen Wert und ist unantastbar. Der Embryo erwirbt die vollen menschlichen Rechte erst mit der Geburt. Dennoch ist der Schwangerschaftsabbruch nicht prinzipiell erlaubt.

Jedem Moment des Lebens kommt der gleiche Wert zu. Rettung oder Erhalt des Lebens haben daher höchste Priorität. Zu diesem Zweck dürfen fast alle Gesetze übertreten werden. Weil jeder Moment gleich wichtig ist, ist auch die Verkürzung um Sekunden untersagt. Tot ist ein Mensch nach jüdischer Auffassung erst, wenn er bewegungslos wie ein Stein ist, keinen Puls mehr hat und nicht atmet. Der jüdische Glaube ist daher schwer mit Hirntodkonzept und dem Abbruch einer Therapie und der damit verbundenen Lebensverkürzung zu vereinbaren.

5.3.4 Islamisches Menschenbild

Der Mensch ist Geschöpf Allahs, der ihm Leben und Gesundheit gibt und auch wieder nehmen kann. Allah will für den Menschen ein gutes und glückliches Leben. Leben hat absoluten Wert und wird ganzheitlich verstanden. Ein Dualismus zwischen Körper und Geist wird abgelehnt. Krankheit ist nicht nur körperliche Störung, sondern auch der Beweis unzureichenden Glaubens. Gläubige Muslime können sich in nicht muslimischer Umgebung physisch und psychisch krank fühlen.

Wie im biblischen Denken *hat* der Mensch keinen Körper, sondern *ist* Körper. Daher kann er nach traditioneller Auffassung auch keine Körperteile, z. B. als Organspende, abgeben. Der Hilfsgedanke hat diese Position neuerdings modifiziert. Der Arzt hat eine herausgehobene Funktion, da Allah durch ihn Leben und Gesundheit erhält.

5.3.5 Fernöstliche Menschenbilder

Ostasiatische Religionen und Philosophien sind vielfältig. Im Buddhismus hat Gesundsein als anzustrebendes Ziel zentrale Bedeutung (Dalai Lama 2000). Es ist gekennzeichnet durch inneren Frieden und Harmonie zwischen Körper und Geist, die durch Reinigung von störenden Begierden und Gedanken erreicht werden kann. Krankheit beruht auf falschem physischen und psychischen Verhalten. Der Einzelne tritt in den Hintergrund, zumal im Kreislauf der Wiedergeburten die Individualität keine Bedeutung hat.

▸ **China.** Auch in den chinesischen Vorstellungen spielt der einzelne Mensch keine zentrale Rolle. Er ist eingebunden in eine Gemeinschaft, für die er von Bedeutung ist. Autonomie ist nebensächlich. Sinn und Wert eines Lebens bestimmen sich danach, ob der Einzelne der Gesellschaft schadet oder sich in sie eingliedert. Der Wille des informierten Patienten hat im chinesischen Denken wenig Bedeutung. Der Wille der Familie steht im Vordergrund, die auch einer Operation zustimmen muss.

▸ **Japan.** Ähnlich ist es in traditionellen japanischen Vorstellungen. Auch hier ist die Familie wichtiger als der Einzelne und seine Autonomie. Krankheit und Leiden haben seelische Ursachen oder sind Strafe der Ahnen. Sie sind Störung der kosmischen Harmonie, oft als Folge von Charakterschwäche oder moralischem Fehlverhalten wie Hass oder Begierde. Körper und Seele sind eng miteinander verknüpft. Der Körper muss nach dem Tod unversehrt bleiben, um der Seele ihren Platz zu erhalten. Verbrennen wird nicht als Zerstörung der Körperintegrität verstanden, wohl aber die Organentnahme, was zur kritischen Haltung zur Transplantation führt.

5.4 Verständnis von Gesundheit und Krankheit

Je nach Welt- und Menschenbild werden Gesundheit und Krankheit anders verstanden und unterschiedlich behandelt. Wird eine Krankheit damit erklärt, dass ein böser Geist im Menschen haust – wie weltweit in vielen religiösen Vorstellungen –, so ergibt sich daraus ein anderes Therapiekonzept, z. B. Exorzismus, als bei der Deutung als Anfallsleiden. Versteht man den plötzlichen Tod eines Menschen als Strafe Gottes für eine Verfehlung, so ergibt sich daraus das Verbot der Reanimation – wie noch in Europa im 17. Jahrhundert –, weil sonst der Helfer die göttliche Strafe auch auf sich zöge.

▸ **Verständnis im naturwissenschaftlichen Denken.** Gesundheit wird als geordnete Funktion im Körper, Krankheit als Funktionsstörung und erkrankte Organe als störende Teile verstanden. Krankheit behebt man in diesem Modell durch Reparatur oder Austausch des defekten Teils. Gesundheit ist damit letztlich eine Frage der technischen Machbarkeit und des Aufwandes (▸ Abb. 5.2).

▸ **Verständnis in ganzheitlichen Menschenbildern.** Es besteht eine enge Wechselwirkung zwischen psychischen, seelischen, körperlichen und soziokulturellen Aspekten. Im Buddhismus oder der chinesischen Medizin wird Gesundheit als Harmonie mit sich und der Welt und Krankheit als Disharmonie verstanden. Die Wechselwirkung findet sich auch im islamischen Gesundheits- und Krankheitsverständnis oder dem ganzheitlichen Ansatz der Bibel (▸ Abb. 5.3).

Abb. 5.2 Der Patient braucht Aufmerksamkeit. Auch Technik verlangt Aufmerksamkeit, die letztlich dem Patient zugute kommt.

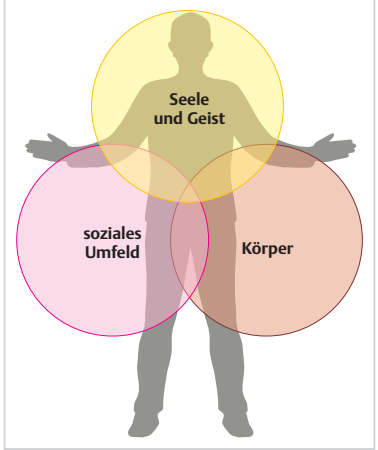


Abb. 5.3 Das ganzheitliche Menschenbild stellt den Menschen in den Mittelpunkt und betrachtet ihn in seiner Gesamtheit.

5.4.1 Moderne Verständnismodelle

Im 20. Jahrhundert haben verschiedene Modelle das naturwissenschaftliche Verständnis korrigiert.

WHO-Definition

Laut WHO wird Gesundheit nicht nur auf die körperlichen Funktionen reduziert.

Definition

„Gesundheit ist der Zustand vollständigen physischen, geistigen und sozialen Wohlbefindens und nicht nur die Abwesenheit von Krankheit oder Schwäche." (Engelhardt 1998)

Kritisch zu beurteilen an der inzwischen relativierten Definition sind u. a.

- der Gedanke der Vollständigkeit,
- der Gedanke des statischen Zustandes sowie
- der implizite Anspruch, dass die Gesellschaft für optimale Rahmenbedingungen zu sorgen hat.

Salutogenetisches Modell

Im Zentrum des salutogenetischen Modells von Antonovsky stehen die inneren und äußeren Ursachen von Gesundheit (Salutogenese) und wie sie trotz Behinderungen oder Funktionsstörungen erlebt werden kann.

Grundlage des salutogenetischen Konzeptes ist das Wechselspiel zwischen

- eigener Lebensdeutung,
- äußeren Einflüssen auf den Gesundheitszustand (bedrohenden wie schützenden) und der
- Kompetenz, eigene Ressourcen zu nutzen und trotz Belastungen ein sinnhaftes, gesundes Leben führen zu können.

Psychosomatik

Die psychosomatische Medizin hat das Verständnis des Wechsel- und Zusammenspiels im ganzheitlichen Konzept in die klinische Praxis umgesetzt. Im Unterschied zur naturwissenschaftlichen Medizin werden die verschiedenen Dimensionen menschlichen Lebens und Erlebens integriert (Anamneseerhebung, Pflege, Therapie und Beziehung zwischen Patient, Angehörigem und Team). Der Begriff „*Integrierte Medizin*" bezeichnet ein Verständnis von Krankheit als Störung zwischen den verschiedenen Dimensionen oder Subsystemen des Menschen und seiner Umwelt (Uexküll 2002).

► **Integrierter Ansatz.** Auch wenn in der Intensivmedizin Technik und Pharmakotherapie im Vordergrund stehen, so können Diagnosefindung, Therapieentscheidung und Pflege doch ganzheitlich erfolgen durch

- Beachtung des Lebenskonzepts, der Wertvorstellungen und Lebensgewohnheiten des Patienten,
- Einbeziehung der Angehörigen,
- Berücksichtigung gesundheitsfördernder oder krankmachender Faktoren der Umgebung.

Individualisierte Medizin

In dieser auch als personalisierte Medizin benannten individualisierten Betrachtung von Krankheit wird behauptet, dass Krankheiten für Gruppen mit bestimmten biologischen Merkmalen (Frauen, Männer, Personen mit typischen genetischen Merkmalen), letztlich für Individuen unterschiedlich zu sehen und zu therapieren sind. Ob damit wirklich eine bessere personenzentrierte Therapie möglich ist (BMBF 2013) oder sich eher ein gigantischer Markt für Biomarker und Gesundheitsdienstleister auftut, muss kritisch betrachtet werden. Mit der Datensammlung und deren Nutzung ergeben sich viele ethische Probleme.

5.5 Todesverständnis

Der Tod gehört zum Leben als Endpunkt dazu. Deutung des Todes und Umgang mit Sterbenden und Toten haben sich in der Geschichte gewandelt (Ariès 1980) und sind ebenso abhängig von Weltanschauung und Menschenbild wie das Verständnis von Leben, Gesundheit oder Krankheit.

► **Wandel des Verständnisses.** Die Pflicht der Ärzte endete meist mit den Symptomen des beginnenden Sterbens. Tote wurden abgesondert. Friedhöfe lagen in der Antike außerhalb der Siedlungen. Erst die Verehrung der Märtyrer, die für ihre Glaubensüberzeugung starben, führte dazu, Tote in die Städte hinein zu holen und auf dem Kirchhof zu beerdigen. Im Mittelalter gehörten der Tod und die Vorbereitung darauf selbstverständlich zum Leben. Als schrecklich galt der plötzliche Tod ohne Vorbereitung, wogegen heute eher ein rascher Tod ohne Leiden gewünscht wird. In der Barockzeit (17. Jahrhundert) wurden Tod und Liebe in enger Verbindung gesehen und dargestellt.

Im 20. Jahrhundert wurden Sterben und Tod in der öffentlichen Darstellung tabuisiert, wodurch der Umgang bis heute belastet ist.

5.5.1 Umgang mit Sterbenden

Sterben ist im 20. Jahrhundert in Institutionen verlagert worden. In Deutschland sterben mehr als die Hälfte der Menschen in Krankenhäusern, ein weiterer großer Teil in Alten- und Pflegeeinrichtungen. Der Umgang mit Sterbenden wird delegiert an Pflegende und Ärzte. Dadurch haben Menschen heutzutage in ihrem Lebensalltag seltener unmittelbar Erfahrungen mit Sterben und Tod.

Professioneller Umgang mit Sterbenden

Beschäftigte in Kliniken werden zwangsläufig mit dem Sterben konfrontiert. Bis zur Berufstätigkeit fehlt auch ihnen meist die Erfahrung miterlebten Sterbens. Daraus ergeben sich Belastungen im Umgang mit dem Patienten, der dem Tod nahe ist, und Probleme das Sterben zu akzeptieren.

In der Ausbildung von Ärzten wird der Tod weitgehend als Feind begriffen, dem man entgegentreten muss. Mit diesem Verständnis erleben Ärzte das Sterben eines Menschen trotz aller Bemühungen oft als Niederlage. Pflegende akzeptieren den Tod eines Patienten eher und neigen früher dazu, eine Therapie zu beenden. Auf Intensivstationen identifizieren sich jedoch Pflegende häufiger mit dem ärztlichen Anspruch, dem Tod mit allen Mitteln entgegenzutreten.

Empfehlungen für die Pflege Sterbender

Wichtig für den Umgang mit dem Sterbenden und dessen Angehörigen ist es,

- eigene Grenzen anzuerkennen,
- am Sterbenden nicht bis zum letzten Atemzug die gesamte Intensivmedizin einzusetzen,
- auch auf der Intensivstation einen würdevollen Abschied zu ermöglichen,
- sich seiner eigenen Position zu Sterben und Tod bewusst zu sein,
- eigene Emotionen zuzulassen.

Lernaufgabe

Welche Erfahrung von Sterben und Tod hat Sie besonders geprägt und ist Ihnen besonders in Erinnerung? Welche Erinnerung oder Vorstellung machen es Ihnen schwer, das Sterben eines Menschen zuzulassen? Wie möchten Sie einmal sterben?

5.6 Hirntod oder irreversibles Hirnversagen

5.6.1 Historische Entwicklung

Im 19. Jahrhundert unterschied man 3 Eintrittspforten des Todes: Herz, Lunge und Gehirn. Kommt er an einer dieser Pforten in den Körper, breitet er sich rasch aus und der Mensch stirbt. Im 20. Jahrhundert lernte man, den Tod an Herz und Lunge aufzuhalten und zurückzudrängen. Reanimation, Beatmung sowie medikamentöse Therapien haben Menschen am Leben erhalten. Anders verhält es sich mit dem Gehirn.

► **Ausgangspunkt der Diskussion.** Die geringe Hypoxietoleranz des Gehirns führt dazu, dass trotz stabilisierter Herzfunktion Menschen nicht wieder zu Bewusstsein kommen. Im Extremfall können periphere Körperfunktionen aufrechterhalten werden, während alle Hirnfunktionen ausfallen. Für diesen Zustand setzte sich der Begriff „Hirntod“ durch. Ein langer, wissenschaftlich wie emotional geführter Diskurs spitzte sich auf die Frage zu, ob der Hirntod der Tod des Menschen ist.

5.6.2 Definition und Expertendiskussion

Definition

„Der Hirntod wird definiert als Zustand der irreversibel erloschenen Gesamtfunktion des Großhirns, des Kleinhirns und des Hirnstamms. Dabei wird durch kontrollierte Beatmung die Herz- und Kreislauffunktion noch künstlich aufrechterhalten.“ (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesärztekammer 1998)

Es ist unstrittig, dass es den Zustand des irreversiblen Ausfalls aller Hirnfunktionen gibt. Dabei können einzelne Zellen noch funktionstüchtig sein. Auch beim irreversiblen Herzversagen sind noch einzelne Herzzellen begrenzte Zeit funktionsfähig. Das Organ als Ganzes ist dennoch ausgefallen mit allen Konsequenzen für den Menschen. Umstritten ist aber, ob mit dem irreversiblen Hirnversagen der Tod des Menschen eingetreten ist. Der Begriff „Hirntod“ suggeriert die Gleichsetzung dieses Zustandes mit dem Tod des Menschen. Die Stellungnahmen der Bundesärztekammer sowie das 1997 in Deutschland verabschiedete und 2013 neu gefasste Transplantationsgesetz gehen von der Gleichsetzung aus.

► **Befürworter der Definition.** Es spricht Vieles für diese Position: Das Gehirn ist für die Koordination und Integration der leiblich-geistig-seelischen Vorgänge beim Menschen zuständig. Fällt die Koordinationszentrale aus, kommt es zur Desintegration des Menschen, seine Einheit zerfällt. Ist der Hirnausfall irreversibel, gibt es kein Zurück mehr.

Dieser Punkt der Unumkehrbarkeit kann berechtigterweise als Tod bezeichnet werden. Dennoch handelt es sich um eine Definition, die auf der Basis eines bestimmten Menschenbildes erfolgt. Sie ist nicht beweisbar und nur für den gültig, der dieses Menschenbild akzeptiert.

► **Gegner der Definition.** Wer das irreversible Hirnversagen nicht als Tod des Menschen anerkennt, argumentiert mit der Leiblichkeit des Menschen. Die nicht vom Gehirn gesteuerten Funktionen und Reflexe sind demnach wichtige Hinweise auf Leben, das erst vorüber ist, wenn keine Lebenszeichen mehr nachweisbar sind und der Mensch keinerlei Reaktionen auf äußere Einflüsse zeigt. Im Zustand des Hirntodes sind noch vegetative und reflektorische Reaktionen vorhanden, die es den Gegnern der Gleichsetzung verbieten, den Hirntod als Tod anzuerkennen.

5.6.3 Zweifel und Ängste von Menschen

Hinsichtlich des Hirntodes bestehen berechtigte und unberechtigte Zweifel und Ängste der Menschen, die hauptsächlich die Feststellung und die Art des Todes betreffen.

Feststellung des Todes

Ein hirntoter Mensch auf einer Intensivstation entspricht nicht den allgemeinen Vorstellungen von einem Toten. Bei einer isolierten Hirnschädigung sieht er meist „gesunder" aus als ein polytraumatisierter Patient im Nachbarbett mit guter Prognose. Auf dem Monitor sind die „Vitaldaten" ablesbar, der Brustkorb hebt und senkt sich durch die maschinelle Ventilation, der Urinbeutel füllt sich. Rückenmarkgesteuerte Reflexe sind auslösbar. Eine Schwangerschaft kann bis zur Geburt eines gesunden Kindes aufrechterhalten bleiben. Eine Fraktur kann heilen.

Ängste, Zweifel und Unsicherheit werden geweckt. Die Zweifel drücken sich in der ängstlichen Frage aus: „Bin ich wirklich tot, wenn man mir Organe entnimmt?" Die Unsicherheit betrifft sowohl das Todesverständnis als auch die Sorgfalt der Feststellung. Auch wer die Gleichsetzung bejaht, muss sich darauf verlassen, dass der Tod mit aller Sorgfalt nach dem Stand der Erkenntnis der Medizin festgestellt wird.

Art des Todes

Früher führte ein Versagen der zentralen Organe zu einem raschen Tod. Die Intensivmedizin hat es ermöglicht, diesen Ablauf zu verlangsamen. In dieser Zeitlupe des Sterbens wurde als der eigentlich todbringende Schritt der irreversible Ausfall des Gehirns erkannt, der immer schon Teil des Sterbens war. Der Tod ist kein anderer geworden, der entscheidende Schritt wurde nur genauer sichtbar. Diese Erkenntnis hat es ermöglicht, entweder die Therapie zu beenden oder begrenzt mit dem Ziel der Organentnahme weiterzuführen.

Empfehlungen für den Umgang mit Angehörigen und im Arbeitsteam

► **Umgang mit Angehörigen.** Den Emotionen der Beteiligten muss Rechnung getragen werden. Folgende Maßnahmen tragen dazu bei:

- Zugewandte Gespräche mit den Angehörigen eines Menschen mit irreversiblem Hirnversagen sind erforderlich.
- Die Einwilligung zur Organentnahme (auch Akzeptanz des Patientenwillens bei vorliegendem Spenderausweis) darf nicht erzwungen, sondern muss behutsam ermöglicht werden. Das ist für die Trauerarbeit der Hinterbliebenen wichtig!
- Angehörige müssen beim Hirntoten solange wie möglich bleiben und Abschied nehmen können.
- Alle Untersuchungen und Explantationsvorbereitungen müssen so menschenwürdig erfolgen wie es mit einem Überlebenden zu geschehen hat. Dann kann ein Angehöriger auch dabei bleiben!

► **Umgang im Arbeitsteam.** An der Organentnahme im OP sind i. d. R. viele Personen beteiligt, die stark durch die Konfrontation mit dem Tod belastet sind. Auch hier ist ein menschenwürdiger Umgang in Rede und Handlung erforderlich. Am Ende der Operation, in deren Verlauf die verschiedenen Entnahmeteams nach und nach den Saal verlassen haben, sollten Anästhesie- und OP-Team, Ärzte und Pflegende gemeinsam den Toten aus dem OP bringen. Das ist ein für alle Teammitglieder wichtiges Ritual.

5.6.4 Zustimmungs-/Widerspruchslösung

Die Organtransplantation wird in Europa rechtlich unterschiedlich geregelt. Man unterscheidet:

- Zustimmungslösung
- Widerspruchslösung

► **Zustimmungslösung.** Im Transplantationsgesetz von 1997 wurde die erweiterte Zustimmungslösung festgeschrieben. Nach dieser ist *„die Entnahme von Organen [...] nur zulässig, wenn der Organspender in die Entnahme eingewilligt hat"* (TPG § 3.1). Die seit 2013 in Deutschland gültige Entscheidungslösung ist bezogen auf die Einwilligung weiterhin die erweiterte Zustimmungslösung. Entscheidungslösung meint nur die Verpflichtung, dass die Menschen informiert werden und sich zur Organspende äußern sollen. Liegt keine Stellungnahme vor, *„ist die Entnahme nur zulässig, wenn ein Arzt den Angehörigen über eine in Frage kommende Organentnahme unterrichtet und dieser ihr zugestimmt hat."* Er muss dabei den mutmaßlichen Willen des möglichen Organspenders beachten (TPG § 4.1).

► **Widerspruchslösung.** Bei der Widerspruchslösung, die z. B. in Belgien, Österreich oder Spanien gesetzlich festgelegt wurde, ist jeder, der sich nicht gegen eine Organentnahme ausgesprochen hat, potenzieller Organspender, also auch der, der sich gar nicht geäußert hat.

Merke

Das deutsche Recht ist als Schutzrecht für den Spender, das österreichische als Anspruchsrecht des Empfängers formuliert.

5.7 Ethische Entscheidungsbereiche in der Intensivmedizin

5.7.1 Ziele und Grenzen der Intensivmedizin

Zielorientierung

Intensivmedizin ist zielorientiert, sie ist Hilfsmittel, kein Selbstzweck. Ihr Ziel ist es, *„Zeit für das Wiedererlangen gestörter oder verlorener Körper- bzw. Organfunktionen zu gewinnen oder den betroffenen Patienten in eine Situation zu versetzen, in der er mit verbleibenden Defekten ein Leben unabhängig vom Umfeld der Intensivstation führen kann"* (Quintel 2012).

Indikationen

Aus der Zielorientierung leitet sich die Indikation zum Einsatz der Intensivmedizin oder der Verzicht darauf ab (Janssens et al. 2012):

- Kann das Grundleiden ursächlich so therapiert werden, dass der Patient davon profitiert, ist die Intensivmedizin angezeigt.
- Ist das Grundleiden nicht behandelbar, ist auf den Einsatz der Intensivmedizin zu verzichten.

Die Indikation zur Intensivtherapie muss kontinuierlich überdacht werden. Eine einmal berechtigt begonnene Intensivbehandlung ist irgendwann nicht mehr indiziert. Zum einen kann die Lebensbedrohung überwunden sein. Zum anderen kann die Grundkrankheit so weit fortgeschritten sein, dass das Lebensende nicht mehr aufzuhalten ist oder schwere, dem Patienten unerträgliche Beeinträchtigungen nicht mehr abgewendet werden können. In beiden Fällen ist der Aufwand der Intensivbehandlung nicht mehr angemessen.

Therapie vorenthalten

Bereits vor der Aufnahme auf eine Intensivstation muss abgewogen werden, ob diese Maßnahme angemessen ist. Zu diesem Zweck gibt es klinikspezifische Indikationslisten, nach welchen Operationen ein Patient vorübergehend auf die Intensivstation aufgenommen wird.

Wird ein Eingriff als Palliativmaßnahme durchgeführt, z. B. zur Schmerzreduktion, Ileusprophylaxe oder -therapie, und sind sich die Beteiligten einschließlich des Patienten darüber einig, dass bei Komplikationen keine weiteren invasiven Therapien erfolgen sollen, ist auch die postoperative Aufnahme auf eine Intensivstation nicht indiziert.

► **Verteilungsgerechtigkeit.** Die begrenzte Kapazität von Intensivplätzen sowie die Bindung von personellen und finanziellen Ressourcen führen zu Konflikten der Verteilungsgerechtigkeit (S. 118). Patienten, die zwingend einer Intensivtherapie bedürfen, können vielleicht nicht aufgenommen, planbare Operationen mit erforderlicher postoperativer Intensivbehandlung müssen verschoben werden und die eingesetzten Gelder stehen anderen Patienten nicht mehr zur Verfügung.

Therapie begrenzen

Auch im Laufe einer bereits begonnenen, indizierten Intensivtherapie kann die ethische Frage aufkommen, ob eine Therapie gesteigert werden soll oder nicht, z. B. bei zunehmender Niereninsuffizienz eine Nierenersatztherapie oder bei beginnendem Herzversagen eine intraaortale Ballongegenpulsation.

Therapie reduzieren

Der Beginn einer Therapie zwingt nicht dazu, sie bis zum Einsatz aller verfügbaren Mittel fortzusetzen. Sind die Ziele nicht mehr erreichbar, ist die Behandlung nicht mehr indiziert. Dann kann sie reduziert oder beendet werden.

► **Ethische Frage.** Bedeuten Reduktion oder Verzicht auf eine Therapie nur, den unaufhaltsamen Sterbeprozess nicht zu behindern oder wird er damit aktiv beschleunigt? Das Zulassen des natürlichen Sterbeverlaufs wird vielmals als menschenwürdig verstanden. Doch weckt jede Beschleunigung des Todeseintritts die Befürchtung, sich im Sinne aktiver Sterbehilfe strafbar zu machen.

► **Rechtlicher Aspekt.** Wird auf eine Therapie verzichtet oder eine nicht mehr angemessene Behandlung abgebrochen, handelt es sich im juristischen Sinne nicht um unterlassene Hilfeleistung nach § 323 c StGB. Wenn eine Behandlung nicht mehr hilft oder vom Patienten nicht gewollt ist, ist auch der Verzicht darauf geboten (Janssens et al. 2012) und nicht strafbar (Putz u. Gloor 2011).

Maßnahmen zur Therapiereduktion

Um einen unabwendbaren Sterbeprozess nicht zu verzögern, werden folgende Maßnahmen praktiziert:

- Kreislaufstützende Medikamente, Antibiotika und andere therapeutische Medikamente außer Analgosedierung absetzen.
- Transfusion von Blut und Blutbestandteilen beenden.
- Hämodialyse, Hämofiltration und maschinelle Herz-Kreislauf-Unterstützung beenden.
- Parenterale oder enterale Ernährung beenden.
- Beatmung beenden.

Die Entscheidung über den zeitlichen Verlauf der Therapiebegrenzung ist festzulegen. Ein allgemein akzeptiertes Schema gibt es nicht. *„Die psychische Belastung durch eine Verlängerung des Sterbens einerseits und durch ein abruptes Eintreten des Todes andererseits müssen aus Sicht aller Beteiligten gegeneinander abgewogen werden“* (Janssens et al. 2012). Es ist ethisch und rechtlich erlaubt, alle kurativ orientierten Maßnahmen sofort abzusetzen, also auch ein Beatmungsgerät abzustellen und einen Endotrachealtubus zu entfernen. Dabei darf durch Therapiereduktion oder -abbruch keine zusätzliche Belastung für den Sterbenden entstehen. Dieses Vorgehen stellt aber für manchen aus dem betreuenden Team oder für die Angehörigen eine psychische Belastung dar. Ein stufenweises Vorgehen mit schrittweiser Reduktion (z. B. leer gelaufene Perfusoren nicht erneuern, Tubus bei 21 % Sauerstoff oder Spontanatmung belassen) ist oft besser ertragbar und ebenso möglich.

5.7.2 Entscheidungshilfen bei Festlegung von Therapiestufen

Prognosen erstellen

Wird über den Einsatz einer Therapie oder deren Verzicht entschieden, ist die Prognose des Patienten ein wichtiger Maßstab. Um eine möglichst sichere Aussage machen zu können, werden aktuelle Daten und Befunde sorgfältig erhoben. Eine umfassende Kenntnis der diagnostischen und therapeutischen Möglichkeiten – nicht nur in der jeweiligen Klinik – ist erforderlich. Die Verlegung in ein kompetenteres Zentrum gehört im Interesse des Patienten mit in die Erwägungen.

Indizes und Scores

Jede Prognose ist eine Wahrscheinlichkeitsaussage. Um die Unsicherheit zu reduzieren, sind verschiedene Indizes und Scores entwickelt worden, in denen auf der Basis unterschiedlicher Daten Aussagen über die Entwicklung der Erkrankung, das Ausmaß der vitalen Bedrohung und die Wahrscheinlichkeit des Überlebens versucht werden.

Merke

Auch wenn ein Score eine hohe Treffsicherheit bei der Voraussage hat, ist er immer nur eine statistische Aussage, die für den einzelnen Patienten die Unsicherheit nicht beseitigt.

Schemata für die klinische Praxis

Für die Entscheidungen, die man aus den Scores ableitet, sind Schemata zu erarbeiten, die Strukturen für die klinische Praxis vorgeben. Im Folgenden werden 2 Schemata vorgestellt:

- Schema, um die Therapieintensität festzulegen
- Schema, ethisch begründete Entscheidungen zu finden

Schema, um die Therapieintensität festzulegen

Es werden 4 Stufen der Therapieintensität festgelegt (▶ Tab. 5.1). Die Therapiestufen sind nicht endgültig, sondern durchlässig. Eine anfängliche Maximaltherapie kann auf die Stufe des Therapieerhalts und bei weiterer Verschlechterung auf die Stufe der Therapiereduktion zurückgenommen werden. Bessert sich die Lage, kann aus dem Therapieerhalt auch wieder eine Maximaltherapie werden.

Therapiereduktion bedeutet nicht, jegliche Versorgung zu beenden. Als Basistherapie bleiben unverzichtbare Versorgungsinhalte bestehen, bei denen Ärzte und Pflegende gleichermaßen gefordert sind (▶ Tab. 5.2). Die Flüssigkeitssubstitution in der Endphase des Lebens wird kontrovers diskutiert. Aus den Erfahrungen der Palliativmedizin weiß man, dass Sterbende selten Durst empfinden, wenn die Mundschleimhaut feucht und sauber gehalten wird. Es gibt keine Beweise dafür, dass die Flüssigkeitszufuhr das Sterben verlängert oder deren Reduktion das Leben verkürzt oder das Leiden steigert. Im Zweifelsfall sollte Flüssigkeit verabreicht werden (Husebø 1998).

Schema, ethisch begründete Entscheidungen zu finden

Bei jeder möglichen Therapie ist zu entscheiden, ob sie eingesetzt wird oder nicht. Auch wenn man abwartet, also eine Entscheidung verschiebt, hat man sich entschieden, im Augenblick nichts zu tun. Zur wirksamen Hilfe kann es kurze Zeit später zu spät sein. Um zu einer ethisch begründeten Entscheidung zu gelangen, ist ein Schema empfehlenswert (▶ Abb. 5.4).

▶ **Einflüsse auf die Entscheidungen.** Es ist wichtig, auch unter ethischen Aspekten Entscheidungswege festzulegen, um subjektive Vorurteile und Vorbehalte im Umgang mit Patienten und Vertretern beteiligter Disziplinen und Berufsgruppen so gering wie möglich zu halten (Maio 2001). Es gibt Einflüsse auf die anstehenden Entscheidungen, die im persönlichen Bereich des Behandelnden oder in der Interaktion liegen, z. B. Sympathie, Antipathie, Einstellungen zum Lebenswandel des Kranken (Sucht, verantwortungslose Fahrweise bei einem Unfall, Kriminalität) oder Meinungen über den Sinn oder den Nutzen einer Therapie bei einer bestimmten Altersgruppe oder vorbestehenden Leiden.

Ebenso spielen Konflikte im Team, Rivalitäten zwischen den Beteiligten oder Probleme im hierarchischen Gefüge einer Station in Sachentscheidungen hinein. Das kann ungerechtfertigt zur Behandlungsverweigerung oder zur nicht angemessenen Steigerung einer Therapie und damit weiteren Schädigung des Kranken führen. Ein Entscheidungsleitfaden und der institutionalisierte Dialog können diese Einflüsse minimieren.

Wer entscheidet? Sind mehrere Personen beteiligt, stellt sich die Frage, wer die Entscheidung fällt. Solange der Patient es kann, ist seine Aussage maßgeblich. Er muss in offenen, einfühlsamen Gesprächen auf Möglichkeiten und Alternativen hingewiesen werden. Kann der Patient selbst nicht entscheiden, muss der Arzt über Weiterführung oder Abbruch einer Therapie entscheiden. Er braucht dazu die Hilfe aller Beteiligten, deren Aspekte er einzubeziehen hat. Informationen der Pflegenden sind für den Arzt wichtig, weil sie eine größere Nähe zum Patienten haben.

▶ **Einbeziehung der Angehörigen.** Angehörige kennen den Patienten i. d. R. gut und können helfen, die Lebenseinstellung des Kranken zu erhellen. Sie dürfen jedoch nicht die Entscheidung aufgebürdet bekommen. Wenn sie durch eine Vorsorgevollmacht (S. 115) oder Betreuung

Tab. 5.1 Therapiestufen in der Intensivmedizin.

Therapiestufen	Maßnahmen	Indikationen
Stufe 1 Maximaltherapie	• es wird alles getan, was möglich ist	• Prognose ist gut • Situation noch nicht abschätzbar
Stufe 2 Therapieerhalt	• laufende Therapieintensität wird beibehalten, z. B. Antibiose angepasst, Beatmungsparameter modifiziert • zusätzlich auftretende Problematik wird nicht mehr behandelt, z. B. keine Dialyse bei zusätzlichem Nierenversagen oder keine Reanimation bei Herzstillstand, weil dadurch die aussichtsarme Situation aussichtslos würde	• Prognose kritisch • Überlebenschancen sehr gering, aber nicht völlig von der Hand zu weisen • kurativ Ziel noch erreichbar
Stufe 3 palliative Therapie	• Therapie wird reduziert, z. B. Katecholamine abgestellt, Beatmung und andere invasive Therapien werden minimiert oder beendet • Symptome werden kontrolliert • optimale Basisversorgung bleibt erhalten	• keine kurativen Chancen mehr
Stufe 4 Therapiebeendigung	• alle Hilfsmittel werden abgestellt oder • bis zur Organentnahme begrenzt weitergeführt	• bei irreversiblem Hirnversagen (Hirntod)

Tab. 5.2 Unverzichtbare Elemente einer optimalen Basistherapie.

Pflegeziel	Therapie- /Pflegemaßnahmen
1. Patient soll kein Durstgefühl haben	• Mundschleimhaut feucht und sauber halten • bei Bedarf Flüssigkeit geben
2. Patient soll keine Luftnot leiden	• Atemwege freihalten oder freisaugen • über einen evtl. eingelegten Tubus jedoch nicht mehr beatmen • evtl. palliative Sedierung anbieten
3. Patient soll keine (unnötigen) Schmerzen leiden	• ausreichend Schmerzmittel geben • schmerzmindernd lagern, Dekubiti vermeiden
4. persönliche Zuwendung	• Team kümmert sich um Patienten • Angehörige einladen zu kommen, auch in der Zeit des Sterbens
5. gute Pflege	• erfrischende Waschungen durchführen • Mund-, Augen- und Hautpflege gewährleisten

1. Situation einschätzen
- Wie lautet die Diagnose?
- Wie ist die Prognose?
- In welchem Zustand befindet sich der Patient?
- Welche Therapie ist möglich (hier oder anderswo)?
- Wie sind die Erfolgsaussichten mit der möglichen Therapie?
- Wie sind die Erfolgsaussichten bei Verzicht auf die mögliche Therapie?

2. Interesse des Patienten abwägen
- Wird der Patient medizinisch von der Therapie profitieren?
- Wird die Therapie die Prognose verbessern?
- Wird die Therapie dem Patienten schaden?
- Wie sind Nutzen und Schaden abzuwägen?

3. Wertvorstellungen des Patienten einschätzen
- Welche Orientierungen hat der Patient für sein Leben?
- Welche Werte sind dem Patienten wichtig?
- Welche Pläne hat der Patient für seine Zukunft?
- Widerspricht die mögliche Behandlung diesen Vorstellungen oder steht sie mit ihnen im Einklang?

4. Eigene Pflichten beachten
- Was sind meine Pflichten
  - dem Patienten gegenüber?
  - meinen Wertvorstellungen gegenüber?
  - gegenüber Dritten (z.B. Angehörige, andere Patienten, Kostenträger, Gesellschaft)?
- Gibt es Konflikte zwischen diesen Pflichten?
- Wie können diese Konflikte gelöst werden?

5. Ethische Prinzipien zuordnen
- Welche ethischen Prinzipien berührt die anstehende Entscheidung?
- Welche Werte stehen in einem Konflikt miteinander?
- Lassen sich die Konflikte vermindern oder lösen?

6. Abwägen und Entscheiden
- Welche Gesichtspunkte sind für meine Entscheidung vorrangig?
- Was könnte ich übersehen haben?
- Meine Entscheidung

Abb. 5.4 Sechs Schritte zur ethisch begründeten Entscheidung für oder gegen den Einsatz einer Therapie.

(S. 115) zur Entscheidung beauftragt sind, haben sie die Aufgabe, den (mutmaßlichen) Willen des Patienten zu vertreten. Dabei sind sie auf die Information des Arztes angewiesen, um die Prognose zu werten.

5.7.3 Sterbebegleitung/ Sterbehilfe

Die ethische und öffentliche Diskussion ist national wie international in Bewegung. In Deutschland steht die Erfahrung des 3. Reiches unauslöschlich im Hintergrund dieser Debatte. Die schon zu Beginn des 20. Jahrhunderts gemachten Überlegungen zur Euthanasie wurden durch die verbrecherischen Massentötungen so pervertiert, dass jeder noch so gut gemeinte Ansatz zunichte gemacht wurde. Jede Überlegung zu diesem Themenkomplex ist bis heute davon beeinflusst. In anderen Ländern ist ein freierer Diskurs möglich. Er muss sich jedoch auch der durch die deutsche Geschichte weltweit aufgeworfenen Frage stellen, wo die Grenze zwischen dem verstehbaren Wunsch nach Hilfe im Sterben und der nicht vertretbaren oder gar kriminellen Tötung liegt.

► **Aufgaben des Arztes.** In den Grundsätzen der Bundesärztekammer (2011) wird Sterbebegleitung als Aufgabe des Arztes genannt. Unter Beachtung des Selbstbestimmungsrechts des Patienten tritt die palliativmedizinische Versorgung in den Vordergrund, wenn kurative Ziele nicht mehr angemessen sind. In der Pflege war es nie zweifelhaft, dass auch die Betreuung des Sterbenden und die Linderung von Leiden zu den Aufgaben gehören. Unzulässig sind aktive Sterbehilfe und Mitwirkung beim Suizid.

Die Bundesärztekammer nennt als Ziele bei der Sterbebegleitung:
- Leiden lindern.
- Auf lebensverlängernde Maßnahmen verzichten.
- Lebensverkürzung durch Behandlung akzeptieren.

► **Begriffsbestimmung.** Die gebräuchliche Differenzierung ist umstritten (Putz und Gloor 2011, Quante 1998, Ruß 2002). Der Begriff Euthanasie wird wegen des Missbrauchs im 3. Reich in Deutschland vermieden. Unterschieden werden:
- Sterbebegleitung
- Therapieverzicht oder Behandlungsabbruch (passive Sterbehilfe)
- indirekte aktive Sterbehilfe
- vorsätzlich lebensbeendende Handlung (Tötung, aktive Sterbehilfe)

Als problematisch gelten dabei die Begriffe ‚aktiv' und ‚passiv'. Statt ‚passiver Sterbehilfe' ist nach dem BGH-Urteil vom 25.6.2010 (BGH 2 StR 452/09 – LG Fulda, Putz u. Gloor 2011) treffender der Begriff ‚Behandlungsabbruch', in dem Unterlassung, Begrenzung und Abbruch, also durchaus aktive Taten, gleichwertig benannt sind. Die handlungsleitende Absicht muss in die Beurteilung einbezogen werden. Eine vorsätzlich lebensbeende Handlung mit dem Ziel der Tötung (‚aktive Sterbehilfe') ist weiterhin strafbar.

Lernaufgabe

Ein analgosedierter Patient am Respirator mit einer $F_I O_2$ von 0,7 bräuchte bei Verschlechterung der Erkrankung eine höhere $F_I O_2$. Ein Therapieerfolg wird jetzt als aussichtslos eingestuft. Vier mögliche Entscheidungen werden diskutiert:
- $F_I O_2$ nicht erhöhen.
- $F_I O_2$ auf 0,21 reduzieren.
- Beatmung beenden, das Gerät vom Tubus dekonnektieren.
- Patient extubieren.

Gibt es für Sie zwischen den 4 Möglichkeiten ethische oder emotionale Unterschiede? Wenn ja, wo liegen sie? Was halten Sie für erlaubt? Was ist für Sie leichter mitzutragen?

Sterbebegleitung

Sterbebegleitung meint die Betreuung und Versorgung in der letzten Lebensphase. Sie ist juristisch unproblematisch.

Daraus hat sich ein neuer Zweig der Medizin, die Palliativmedizin, entwickelt (Husebø 1998, Gordon 1997). Zur Sterbebegleitung gehören:
- Linderung von Schmerz und Beschwerden
- persönliche Zuwendung
- Kommunikation
- Ermöglichung des Abschieds von Bezugspersonen

Wichtig ist das, was der Sterbende wünscht. Sterbebegleitung ist ärztliche wie pflegerische, aber auch grundlegende menschliche Aufgabe und damit auch eine Forderung an Angehörige oder Freunde. Sie verkürzt nicht das Leben. Es ist ein ethisches Problem, wenn sie nicht stattfindet. Wird eine notwendige Schmerzbe-

handlung unterlassen, kann das juristisch als unterlassene Hilfeleistung oder Körperverletzung geahndet werden.

Therapieverzicht, Behandlungsabbruch (passive Sterbehilfe)

Definition

Sterbehilfe durch Zulassen des Sterbens meint den Verzicht auf lebensverlängernde Maßnahmen bei einem sterbenskranken Patienten. Sie ist straflos.

Zu Therapieverzicht oder Behandlungsabbruch gehören (Janssens et al. 2012)
- Vorenthalten einer kurativen Therapie (S. 111)
- Verzicht auf die Ausweitung bestehender kurativer Maßnahmen
- Reduktion einer kurativen Therapie (S. 111)
- Beenden einer kurativen Therapie

Damit sind auch aktive Handlungen erfasst, z. B. Katecholaminperfusor abstellen, F_IO_2 am Beatmungsgerät reduzieren, Tubus dekonnektieren oder eine PEG-Sonde abschneiden (Putz u. Gloor 2011). Es geht darum, den Sterbeprozess zuzulassen. Das Geschehenlassen durch Handeln ist ethisch geboten, wenn die Prognose infaust und der Tod nicht zu verhindern ist, oder wenn der Wille des Patienten über einen Therapieverzicht vorliegt. Der Wille ist auch dann zu befolgen, wenn der Sterbeprozess noch nicht begonnen hat, ohne Therapieverzicht die Körperfunktionen also noch länger aufrecht erhalten blieben.

Indirekte Sterbehilfe

Definition

Indirekte aktive Sterbehilfe meint eine Handlung, die Linderung und Erleichterung im Sterbeprozess bewirken soll, dabei aber durch nicht vermeidbare Nebenwirkungen zu einer Lebensverkürzung führt. Sie ist straflos.

Bei belastenden Symptomen ist Symptomlinderung oder Symptomkontrolle auf Wunsch des Patienten oder nach seinem mutmaßlichen Willen vorrangig vor dem Erhalt des Lebens unter starken Belastungen, z. B. Schmerzen. Eine Atemdepression als Nebenwirkung wird in Kauf genommen. Für die ethische und die juristische Bewertung ist das Handlungsziel entscheidend, also die Absicht, mit der z. B. das Analgetikum hoch dosiert wird. Es ist schwierig, die strafbare Handlung von der absichtlichen Tötung abzugrenzen, die völlig identisch aussehen kann.

Vorsätzlich lebensbeendende Handlung (Tötung, aktive Sterbehilfe)

Definition

Eine vorsätzlich lebensbeendende Handlung, die in der Absicht durchgeführt wird, dem Patienten durch Verkürzung des Lebens Leiden zu ersparen, ist in Deutschland als Tötungsdelikt nach § 216 StGB strafbar.

▶ **Regelung in Deutschland.** Tötung ist auch dann strafbar, wenn der entscheidungsfähige Patient das wünscht (Tötung auf Verlangen). Ein wichtiger Grund für diese auch in offiziellen ärztlichen Stellungnahmen (Bundesärztekammer 2011) gezogene Grenze zu anderen Formen der Sterbehilfe ist der Schutz vor Willkür. Es wird befürchtet, das Vertrauensverhältnis werde zerstört, wenn der Kranke sich nicht voll auf den Lebensschutz und -erhalt durch den Arzt verlassen kann.

▶ **Regelung in den Niederlanden.** Im April 2001 haben die Niederlande ein Gesetz über die Kontrolle der Lebensbeendigung auf Verlangen und der Hilfe bei Selbsttötung verabschiedet. Tötung auf Verlangen und Hilfe zur Selbsttötung bleiben weiterhin strafbar, wenn sie nicht nach den Regeln dieses Gesetzes erfolgen. Der Arzt darf aber das Leben eines Patienten beenden oder bei der Selbsttötung behilflich sein, wenn er sie beachtet (▶ Abb. 5.5).

Tauchen bei den vorgeschriebenen Kontrollen im Verlauf des Meldeverfahrens Zweifel über die Rechtmäßigkeit der Handlung auf, wird das der Staatsanwaltschaft gemeldet. Auch bei Minderjährigen ab 12 Jahren gilt das Gesetz, wobei die Erziehungsberechtigten eingebunden werden.

▶ **Regelung in Belgien und Luxemburg.** 2002 wurde in Belgien ein ähnliches Gesetz beschlossen. Danach kann der Wunsch nach Sterbehilfe schon als Vorausverfügung formuliert werden. Seit 2014 ist auch die Sterbehilfe bei urteilsfähigen Kindern mit unheilbarer Krankheit und unbehandelbarem Leiden zulässig, Luxemburg erlaubt seit 2009 aktive Sterbehilfe.

1. Der Arzt
- muss sich vorher überzeugt haben,
  - dass der Patient freiwillig und nach reiflicher Überlegung um Lebensbeendigung ersucht hat,
  - dass der Zustand des Patienten aussichtslos und sein Leiden unerträglich ist,
  - dass es keine andere für den Patienten akzeptable Lösung gibt.
- muss einen anderen unabhängigen Arzt zu Rate ziehen.
- muss die Lebensbeendigung oder Hilfe dazu medizinisch sorgfältig vornehmen.
- muss statt eines Totenscheins ein Meldeformular für den zuständigen gemeindlichen Leichenbeschauer ausstellen und die Gründe sowie das Vorgehen darstellen.

2. Der Leichenbeschauer
- meldet den Vorgang an eine regionale Kontrollkommission.

3. Die Kontrollkommission
- prüft und gibt innerhalb von 6 (maximal 12) Wochen eine Beurteilung ab, die dem Arzt zugeleitet wird.

Abb. 5.5 Regelungen im niederländischen Gesetz zur Kontrolle der Lebensbeendigung auf Verlangen und der Hilfe zur Selbsttötung (4/2001). Sofern diese beachtet werden, sind die Lebensbeendigung auf Verlangen und die Hilfe bei Selbsttötung erlaubt.

Kritik und Meinungsumfragen

In Deutschland wird an diesen Gesetzen von vielen Seiten Kritik geübt. Die Palliativmedizin mit Schmerztherapie und persönlicher Zuwendung gelten als Alternative zur Legalisierung der aktiven Sterbehilfe (Husebø 1998, Klaschik 2000, Nauck, Ostgathe u. Radbruch 2014). Dennoch bleiben Situationen denkbar, in denen auch eine optimale Versorgung nicht die gewünschte Erleichterung erreicht. Ob das den Schritt rechtfertigt, der in den Niederlanden und Belgien festgeschrieben wurde, ist eine Frage der Weltanschauung und des Menschenbildes.

Befragungen in Deutschland haben ergeben, dass zwischen 35 und 70 % der Bevölkerung die direkte aktive Sterbehilfe befürworten. Aber mit zunehmender Information und Kenntnis über Palliativmedizin sinkt die Zustimmung zur aktiven Sterbehilfe (Deutsche Hospizstiftung 2005, Forsa 2014). Der Deutsche Juristentag hat 2006 eine gesetzliche Regelung gefordert.

5.7.4 Vorausverfügungen des Patienten

Leistungsfähigkeit und Erfolge der Medizin haben neben aller Faszination auch Ängste geweckt. Zunehmend mehr Menschen fürchten in eine als übermächtig erlebte Maschinerie zu geraten und Behand-

lungen über sich ergehen lassen und Ergebnisse erleiden zu müssen, die sie nicht wollen. Das in den letzten Jahrzehnten gestiegene Bedürfnis nach Selbstbestimmung und die zunehmende kritische Haltung zur ärztlichen Autorität haben dazu beigetragen, dass Vorausverfügungen einen immer größeren Stellenwert bekommen. Mit ihnen soll erreicht werden, dass auch in Zeiten der eigenen Entscheidungsunfähigkeit der Wille beachtet wird und Lebensfunktionen nicht um jeden Preis aufrechterhalten werden. Seit dem 1.9.2009 besteht eine gesetzliche Regelung (§§ 1901–1904 BGB, FamFG § 287 u, § 298).

Rechtlicher und ethischer Rahmen

▶ **Recht auf Selbstbestimmung.** Das Grundgesetz schützt Leben und körperliche Unversehrtheit jedes Menschen, ebenso das Selbstbestimmungsrecht. Jeder ärztliche Eingriff ist nur dann straffrei, wenn der aufgeklärte Patient ihm zustimmt oder er dem mutmaßlichen Willen des Patienten entspricht. Viele Menschen gehen davon aus, dass ein nahestehender Angehöriger über medizinische Maßnahmen entscheiden kann, wenn man selbst nicht dazu in der Lage ist. Obwohl es manchmal so gehandhabt wird, ist eine rechtswirksame Einwilligung nur möglich, wenn ein rechtlich festgelegtes Betreuungsverhältnis (s. u.) besteht. Liegen keine Hinweise auf den Willen vor und gibt es keinen Betreuer, geht man bei einer Überlebenschance davon aus, dass der Kranke überleben möchte und rechtfertigt so den Einsatz der verfügbaren Mittel: „Im Zweifel für das Leben!“

▶ **Gesetzliche Regelungen.** Art.2 GG erlaubt durch die Garantie der Entscheidungsfreiheit im Voraus eine Verfügung zu verfassen, in der man festgelegt, welchen Behandlungsumfang man zulässt oder ablehnt. Das leitende ethische Prinzip ist die Autonomie des Menschen. Die Strafbarkeit der Tötung auf Verlangen nach § 216 StGB ist dabei eine Grenze für diese Willensäußerung. Das Betreuungsrecht (§§ 1896–1904 BGB) regelt die Bestellung eines Bevollmächtigten oder Betreuers durch das Gericht sowie die Möglichkeiten, wie der zu Betreuende auf diese Bestellung Einfluss nehmen kann. § 1896 BGB erleichtert in seiner Fassung vom 1.1.99 durch die Einführung der Vorsorgevollmacht die Vorausverfügungen. Möglichkeiten der Vorausverfügungen sind:

- Patientenverfügung
- Vorsorgevollmacht
- Betreuungsverfügung

Patientenverfügung

Definition

Die Patientenverfügung ist eine im Voraus abgegebene, formlose schriftliche Erklärung eines einwilligungsfähigen, volljährigen (nicht notwendig geschäftsfähigen) Patienten, in der er den Umfang und die Grenzen einer Behandlung für eine Krankheitssituation festlegt, in der er seinen Willen selbst nicht mehr äußern kann.

Für die Patientenverfügung gelten folgende Regelungen:

- Die Aussagen in der Verfügung müssen auf die aktuelle Lebens- und Behandlungssituation zutreffen.
- Die Verfügung gilt unabhängig von Art und Stadium der Erkrankung.
- Sie gilt auch, wenn der Arzt anderer Meinung ist.
- Sie muss nicht in bestimmten Abständen aktualisiert werden.
- Sie ist jederzeit formlos widerrufbar.
- Die Beurteilung der konkreten Situation und der Prognose sind ärztliche Aufgaben.
- In den persönlichen Unterlagen soll sich ein Hinweis auf die Verfügung befinden und auf den Ort, wo sie aufbewahrt wird.
- Um die Unsicherheit über die Gültigkeit des vorab geäußerten Willens zu reduzieren, sollte sie durch eine Vorsorgevollmacht ergänzt werden.

Vorsorgevollmacht

Definition

In einer Vorsorgevollmacht bevollmächtigt ein geschäftsfähiger Volljähriger eine oder mehrere Personen seines Vertrauens, für den Fall seiner eigenen Entscheidungsunfähigkeit in seinem Sinne entscheiden zu können.

Der Bevollmächtigte kann die aktuelle Situation einbeziehen und den Wunsch des Patienten damit abwägen (▶ Abb. 5.6). Es können mehrere Personen bevollmächtigt werden, wobei festgelegt werden kann, in welcher Rangfolge sie entscheiden dürfen oder ob sich die Benannten einigen müssen, um sich rechtswirksam zu äußern. Die Bevollmächtigung muss schriftlich niedergelegt sein (§ 1904,2 BGB):

- Umstände, die zu ihrer Wirksamkeit führen, sollten benannt werden.
- Die Bevollmächtigung muss beinhalten, dass auch Entscheidungen getroffen werden dürfen, die zu einer Gesundheitsschädigung oder zum Tod führen.

Abb. 5.6 Nur Angehörige oder vertraute Personen mit einer Vorsorgevollmacht oder als gerichtlich berufene Betreuer sind berechtigt, den Willen des Patienten z. B. bei Maßnahmen zur Schmerzbehandlung oder Wiederbelebung zu vertreten.

- Wenn eine Vorsorgevollmacht nicht nur für den Bereich der Gesundheit getroffen wird, ist eine Rechtsberatung anzuraten, um die Aspekte z. B. bei Vermögensentscheidungen oder die Gültigkeit über den Tod hinaus vorauszuplanen.
- Die Entscheidung des Bevollmächtigten ist für den Arzt verbindlich. Hat der Arzt Zweifel daran, dass der Bevollmächtigte den Patientenwillen vertritt, kann er das Betreuungsgericht anrufen.

Betreuungsverfügung

Definition

In der Betreuungsverfügung benennt jemand eine Person seines Vertrauens, die vom Gericht als Betreuer oder Betreuerin eingesetzt werden soll, wenn aus rechtlicher Sicht eine Betreuung über den gesundheitlichen Bereich hinaus notwendig wird.

Die Formalitäten entsprechen denen bei einer Vorsorgevollmacht. Für die Betreuung darf kein Mitarbeiter der Einrichtung bestimmt werden, in der der zu Betreuende lebt. Dadurch soll Interessenkonflikten vorgebeugt werden.

5.7.5 Wissenschaftliche Studien

Rechtlicher und ethischer Rahmen

Um die medizinische Erkenntnis weiterzuentwickeln, werden Beobachtungen und Erfahrungen gesammelt, sowie gezielte wissenschaftliche Studien durchgeführt. Im Grundgesetz ist die Forschungsfreiheit geschützt (Art.5 GG). Sie findet in anderen Grundrechten, z. B. dem Recht auf Leben und körperliche Unversehrtheit, in ethischen Werten, z. B. des

Nichtschadens oder der Selbstbestimmung, ihre Grenzen. Das kann in der medizinischen Forschung, aber auch schon in der regulären Krankenversorgung zu Konflikten führen. Viele Therapieansätze sind nicht durch wissenschaftliche Studien belegt. Entscheidend für den Einsatz sind
- die Einwilligung des betroffenen Patienten,
- die Achtung der Menschenwürde,
- die Vermeidung von Schädigungen.

Versuchsformen

1931 wurden in Deutschland in den „Richtlinien für neuartige Heilbehandlung und für die Vornahme wissenschaftlicher Versuche am Menschen“ (Engelhardt 1997) 2 Versuchsformen unterschieden:
- neuartige Heilbehandlungen
- wissenschaftliche Versuche

► **Neuartige Heilbehandlung.** Dabei nimmt man begründet an, dass eine Behandlung dem Patienten helfen könnte, ohne dafür Beweise zu haben. Der Heilversuch zum möglichen Nutzen eines bestimmten Patienten ist unverzichtbar, muss aber verantwortungsvoll abgewogen werden. Er ist im Team und ggf. mit den Angehörigen zu besprechen.

► **Wissenschaftliche Versuche.** Sie dienen dem einzelnen Menschen nicht unbedingt, sondern sollen einen generellen Erkenntniszuwachs bringen. Sie dürfen die Patienten nur minimal belasten und müssen von der zuständigen Ethikkommission (S. 106) genehmigt sein. Der mutmaßliche Wille der nicht einwilligungsfähigen Patienten muss ethisch besonders sorgsam berücksichtigt werden. Studien an Nichteinwilligungsfähigen sind nur vertretbar, wenn die für das Krankheitsbild wichtige Frage bei Einwilligungsfähigen nicht geklärt werden kann (Übereinkommen des Europarats). Die Grenzen sind eher eng zu ziehen.

5.7.6 Besondere Patientengruppen

Innerhalb der großen Gruppe von Patienten auf Intensivstationen gibt es kleinere Untergruppen, die unwillkürlich ethische Fragen aufwerfen und meist besonderer Fürsorge bedürfen. Dazu zählen:
- einwilligungsunfähige Menschen
- alte Menschen
- Suizidpatienten

Einwilligungsunfähige Menschen

Die Entscheidungsfähigkeit ist bei vielen Patienten in der Intensivstation eingeschränkt oder ganz aufgehoben. Das macht eine Entscheidung in deren Sinne schwierig. Wir gehen in unserem Kulturkreis vom Überlebenswillen aus und rechtfertigen damit den umfassenden Einsatz der Intensivmedizin. Es sollte in jedem Falle eine rechtliche Vertretung geprüft oder Betreuung eingerichtet werden.

► **Patientenorientierung.** Die Orientierung an den Lebenskonzepten der Betroffenen und der häufige Kontakt mit Menschen aus unterschiedlichen Kulturkreisen erfordert es, sehr sorgfältig den (mutmaßlichen) Willen des Kranken herauszufinden.

Merke

Die traditionelle paternalistische Sichtweise („Ich weiß, was gut für den Patienten ist“) muss einer patientenorientierten Betrachtung Platz machen.

Alte Menschen

Das Alter eines Menschen spielt bei der Indikation zur Intensivtherapie zunächst keine Rolle. Im Alter ist jedoch die Multimorbidität höher. Ebenso sinkt die Kompensationsfähigkeit des Organismus. Beides wirkt sich auf die Prognose aus und hat Bedeutung bei anstehenden Entscheidungen (Castillo-Lorente 1997, Dlubis-Dach 2001).

► **Patientenorientierung.** Der Wille der Betroffenen ist in die Entscheidung einzubeziehen (bei aller Schwierigkeit, ihn zu erheben). Ein frühzeitiges Gespräch über Möglichkeiten und Grenzen von Intensivmedizin und auch Reanimation ist sinnvoll. Studien zeigen, dass auch alte Menschen den Aufwand invasiver Medizin wünschen, um weiterleben zu können (Bauer 2001, Bruce-Jones et al. 1996, Sayers et al. 1997).

► **Situation der Patienten.** Ethische Fragen bei der intensivmedizinischen Versorgung alter Menschen betreffen nicht nur Entscheidungen zur Therapieintensität. Ein nicht zu unterschätzendes Problem alter Menschen ist deren Konfrontation mit der ungewohnten Umgebung. Die Störung des Tag-Nacht-Rhythmus und die wechselnden, unbekannten Bezugspersonen in Kombination mit der zur Aufnahme führenden Akuterkrankung provozieren Zustände, die leicht als verwirrt eingestuft werden. Hier ist besondere Aufmerksamkeit geboten, die Zeit erfordert. Die in der Intensivmedizin hinzukommenden Behinderungen der Kommunikation erschweren die Situation der alten Menschen zusätzlich.

Suizidpatienten

Ist die versuchte Selbsttötung ein zu achtender Ausdruck der Selbstbestimmung eines Menschen oder ein pathologisches Geschehen? Bei erster Deutung wäre die therapeutische Intervention paternalistische Anmaßung, in der zweiten Deutung wäre sie ethisch geboten.

► **Suizidforschung.** Die Forschung gibt Hinweise darauf, dass sich die meisten Menschen, die einen Suizid versuchen, in einer außergewöhnlich bedrängenden Lage befinden, aus der sie keinen anderen Ausweg als die Selbsttötung sehen. Suizid ist demnach eher ein Appell zur Hilfe oder ein Ausdruck der Verzweiflung als der autonome Akt eines frei gewählten Todes. Das rechtfertigt den Einsatz aller verfügbaren Mittel zum Lebenserhalt. Dass es auch gründlich durchdachte Suizidentscheidungen gibt (sog. Bilanzsuizide), bei denen die Intensivbehandlung gegen den Willen des Patienten erfolgt, erlaubt es nicht, generell von dieser Linie abzuweichen (Wolfslast u. Schmidt 2005).

► **Patientenorientierung.** Im Umgang mit Suizidpatienten schleicht sich leicht eine moralische Abwertung des Patienten ein, da Betreuende die Handlung ablehnen. Aufgabe der Pflegenden ist es jedoch auch, die zu der Handlung führenden sozialen und psychischen Umstände zu verstehen und zu einer Entlastung des Patienten beizutragen.

5.7.7 Schmerztherapie

Es ist ethisch unstrittig, dass eine angemessene Schmerztherapie einem Patienten nicht vorenthalten werden darf. Die Vorteile einer guten Analgesie (Stressminderung, Funktionsverbesserung und damit Heilung) unterstreichen das ethische Gebot zur Schmerztherapie auch mit belegbaren Daten.

Dennoch wird immer noch aus verschiedenen Gründen daran gespart:
- 1. Grund: „Schmerz ist ein diagnostischer Hinweis.“
- 2. Grund: „Schmerzmittel beeinträchtigen die Vitalfunktionen.“
- 3. Grund: „Schmerzmittel machen süchtig.“

► **1. Grund.** Es ist noch nicht aus den Köpfen, dass man Schmerz zulassen und dem Patienten zumuten muss, um diagnostische Hinweise auf pathologische Entwicklungen zu haben. Die modernen bildgebenden und labortechnischen Verfahren machen jedoch den Schmerz als Indikator zweitrangig.

▸ **2. Grund.** Eine hochdosierte Schmerzmittelgabe beeinträchtigt in bestimmten Situationen die Vitalfunktionen. Es bieten sich dann verschiedene Formen der Beatmung (S. 209) an, wenn nicht aus den Erwägungen einer Therapiebegrenzung (S. 114) die Ateminsuffizienz als Nebenwirkung in Kauf genommen wird.

▸ **3. Grund.** Eine gute Analgesie darf auch nicht vorenthalten werden, weil Suchtgefahr droht. Bei der Auswahl der Analgetika und Sedativa ist darauf zu achten, möglichst problemarme Substanzen auszuwählen. Bei absehbarem Lebensende ist das Suchtargument absurd.

5.7.8 Behinderte Kommunikation

Die behinderte Kommunikation beim Umgang mit Intensivpatienten beeinträchtigt die Zuwendung und kann dazu führen, dass die Bedürfnisse des Patienten weniger beachtet, sein Wille weniger berücksichtigt und seine Würde weniger geachtet werden (▸ Abb. 5.7).

▸ **Patientenorientierung.** Alle Methoden zur Verständigung mit Äußerungsbehinderten bleiben wirkungslos, wenn sie nicht mit einer patientenorientierten Zuwendung und einer Wertschätzung des Kranken einhergehen (Gordon 1997).

Erfahrungen zeigen, dass auch der analgosedierte Patient etwas wahrnehmen kann (Bienstein u. Fröhlich 2000). Ausdruck eines Menschenbildes, das auch den als Person ernst nimmt, der nicht durch erkennbare Zeichen reagiert, ist z. B.

Abb. 5.7 Methoden zur Verständigung mit Äußerungsbehinderten bleiben wirkungslos, wenn sie nicht mit einer patientenorientierten Zuwendung einhergehen. (T. Plaßmann)

Abb. 5.8 Der Pfleger erklärt dem beatmeten und sedierten Patienten, dass er abgesaugt werden muss.

- dem Bewusstlosen erklären, was an ihm getan wird (▸ Abb. 5.8),
- an seinem Bett nur das über ihn zu sagen, was man ihm auch im Wachzustand direkt sagen würde.

▸ **Kommunikation im Team.** Ethik der Kommunikation betrifft nicht allein das Verhalten dem Patienten gegenüber, sondern auch die Verständigung und Wertschätzung im Team. Auf einer Intensivstation sind Kommunikationsformen nötig, in denen angstfrei Informationen und Meinungen zwischen den Angehörigen aller Berufsgruppen und aller Hierarchiestufen ausgetauscht werden können (Salomon u. Ziegler 2007). Institutionalisierte Teamgespräche in einer räumlich angenehmen Atmosphäre helfen dabei.

5.7.9 Angehörige auf der Intensivstation

Für die Behandlung ist es wichtig, die sozialen Bindungen zu beachten und zu nutzen. Die sichernde Verbindung zu vertrauten Menschen mindert den Stress. Angehörige gehören somit auf die Intensivstation. In der pädiatrischen Intensivmedizin ist das selbstverständlich, in der Erwachsenenintensivmedizin nicht. Daher ist Folgendes zu fordern:

- Besuchszeiten nicht eingrenzen (dem Patienten muss es Tag und Nacht möglich sein, seine Angehörigen bei sich zu haben).
- Angehörige in Pflege und Versorgung einbeziehen (die Verantwortung bleibt beim Personal).
- Strukturierte Gespräche mit den Angehörigen führen (sofern der Patientenwille und der Datenschutz dem nicht entgegenstehen).

▸ **Einschränkungen des Besuchsrechts.** Durch die Persönlichkeitsrechte der Patienten gibt es Einschränkungen. Angehörige dürfen nur zum Patienten, wenn dieser damit einverstanden ist. Sie müssen das Zimmer verlassen, wenn es für die Versorgung anderer Patienten erforderlich ist.

▸ **Befürchtung von Pflegenden.** Die oft geäußerte Befürchtung, Angehörige kümmern sich um Probleme, die sie nichts angehen, wird von Studien und Erfahrungen relativiert. Das Blickfeld der Besucher engt sich sehr auf den Angehörigen ein, während Vieles drum herum nicht wahrgenommen wird (Salomon 1996).

▸ **Patientenaufklärung.** Ein ethisches Problem ist es, wenn zunächst die Angehörigen über eine Diagnose oder einen Befund aufgeklärt werden, erst später der Patient. Dieses Vorgehen ist nur erlaubt, wenn er vorher zu verstehen gegeben hat, dass der Arzt die Angehörigen einbeziehen darf, oder wenn man das vermuten darf. Gerade bei lebensbedrohlichen Befunden ist es eine Zumutung für den Angehörigen, wenn er den Befund kennt, der Patient aber nicht. Das belastet das Verhältnis beider.

Es ist ärztliche Aufgabe, dem Patienten das zu vermitteln, was man mit „Wahrheit am Krankenbett" bezeichnet. Um den Angehörigen einzubeziehen, ist ein gemeinsames Gespräch mit beiden empfehlenswert. Damit auch die Pflegenden den Informationsstand kennen, hat es sich bewährt, die für den Patienten zuständige Pflegeperson in das Gespräch einzubeziehen (Hofmann 1993).

5.7.10 Verantwortung für die Zeit nach der Intensivstation

Ist die Lebensgefahr überwunden und kann auch der pflegerische Aufwand anderswo geleistet werden, endet die Aufgabe der Intensivmedizin. Die Verlegung muss vorbereitet werden (Mayer 2002). Zur Sicherung des Behandlungsergebnisses und der Genesung schließen sich weitere Versorgungsformen an. Körperbezogene und psychosoziale Maßnahmen in jeweils angepasstem Umfang sind notwendige Elemente der Versorgung nach der Intensivtherapie.

Trotz aller Erfolge der modernen Medizin bleiben Einschränkungen zurück, die nicht selten lebenslange Behandlungen erfordern. Angesichts einer überwundenen Lebensbedrohung treten die verbleibenden Restschäden zwar in den Hintergrund, können für den Einzelnen jedoch gravierende Einschnitte sein. Sie in den Blick zu fassen, gehört mit zur sozialmedizinischen und gesellschaftlichen Verantwortung. Daraus ergeben sich Forderungen für die körperliche und psychische Nachbetreuung, für den Umgang der Gesellschaft mit chronischer Krankheit und auch für die Wiedereingliederung und Achtung von Menschen mit schwersten Behinderungen.

Merke

Wer auf einer Intensivstation arbeitet, ist nicht nur verantwortlich für sein Tun und Lassen, sondern auch für die Menschen, die von dort entlassen werden, insbesondere dann, wenn sie krankheits- oder therapiebedingte Schäden zurückbehalten.

5.7.11 Ökonomie und Ethik

Intensivmedizin ist aufwendige und teure Medizin. Je erfolgreicher sie Lebensgefahr beseitigt oder reduziert, desto teurer wird sie. Wer nach schwerer Krankheit überlebt, braucht nicht selten eine lebenslange Therapie. Die Zahl der chronisch Kranken steigt, nicht weil die Medizin so schlecht, sondern weil sie so leistungsfähig ist.

Zum anderen zieht allein der Versuch, die Lebensbedrohung abzuwenden, hohe Kosten nach sich, auch wenn er erfolglos bleibt und der Patient schließlich stirbt. Ein Mensch verursacht im letzten Jahr vor seinem Tod und in diesem Jahr wiederum in den letzten Lebenswochen die meisten Therapiekosten (Krämer 1989, Emanuel 1994), unabhängig vom Alter oder dem jeweiligen Aufwand. Der hohe Aufwand wird betrieben und von der Gesellschaft getragen, um dem Leben Jahre hinzuzufügen und die Lebensqualität in diesen gewonnenen Jahren zu erhöhen.

Volkswirtschaftliche Betrachtung

Volkswirtschaftlich spielt die Erwartung eine Rolle, dass der vom Tode gerettete Mensch wieder in den Arbeitsprozess eingegliedert wird und seinen Beitrag zum Bruttosozialprodukt leisten kann. Auf dieser Basis sind Berechnungen über die Relation von Aufwand zu gewonnener Lebenszeit versucht worden. Eine solche Kosten-Nutzen-Analyse führte bei rein ökonomischer Betrachtung zu einer Leistungsverweigerung für Menschen, die nach überstandener Krankheit keinen wirtschaftlich messbaren Beitrag mehr in der Gesellschaft erbringen können. Die ökonomische Betrachtung muss daher ergänzt werden durch ethische Zielsetzungen und Werte, die sich aus dem Menschenbild ergeben.

Allokation oder Verteilungsgerechtigkeit

Auf viele Bereiche der Medizin können nur begrenzte Gelder verteilt werden. Ethisch handelt es sich um das Problem der Allokation oder Verteilungsgerechtigkeit, das die Frage von Priorität und Nachrangigkeit beinhaltet. Es taucht innerhalb eines Staates ebenso auf wie weltweit. Länder mit einer Hochleistungsmedizin verbrauchen Kosten zur individuellen Lebensverlängerung eines Patienten in einer Höhe, die in einem anderen Land durch z. B. Impfprogramme eine wirkungsvolle Prävention für viele Menschen böte.

Das ethische Problem kann im Einzelfall zu einem intrapsychischen oder Interaktionskonflikt werden, wenn der Arzt einem Patienten eine Behandlung aus finanziellen Gründen vorenthalten muss oder eine Intensivstation einen Patienten nicht aufnehmen kann, weil dafür das Personal fehlt.

Lernaufgabe

Ein 40-jähriger berenteter Bluterkranker braucht nach einem Unfall und nachfolgenden Komplikationen über 20 Tage Faktor-VIII-Substitutionen. Er verbraucht rund 10 % des Jahresbudgets, das der Intensivstation für den medizinischen Bedarf zur Verfügung steht. Ein Therapieende ist noch nicht absehbar.

Analysieren Sie den ethischen Konflikt! Welche Maßnahmen bieten sich an (Therapiebegrenzung? Verlegung in eine andere Klinik? Rationierung bei nachfolgenden Patienten?) und welche Probleme ergeben sich jeweils daraus?

Zukunftsaussichten

Ökonomische Vorgaben können Fehlanreize mit ethischen Problemen bewirken. Wenn ein Behandlungsfall ab z. B. 1000 Beatmungsstunden höher vergütet wird, die Genesung aber eine Beendigung der Beatmung nach 980 Stunden möglich macht, kann die 1000-Stunden-Schwelle dazu verleiten, aus rein finanziellen Gründen die Beatmung noch einen Tag weiter zu führen. In Zukunft werden Allokations- und Ökonomieprobleme zunehmen. Daher ist ein besonnener gesellschaftlicher Diskurs über Möglichkeiten und Grenzen der Medizin erforderlich. Das fallbezogene Abrechnungssystem (DRG) führt nicht zu einer besseren Verteilung der Mittel, wenn nicht parallel die Verständigung über zu beachtende Werte und das Menschenbild geführt wird, nach dem die Entscheidungen über Priorisierung, Rationalisierung und Rationierung gefällt werden.

5.8 Leseservice

5.8.1 Literatur

Ariès P. Geschichte des Todes. München: Hanser; 1980

Bauer AW. Wann ist weniger mehr? Ethische Perspektiven der Akutmedizin im Alter. Anästhesiologie & Intensivmedizin 2001; 42: 766

Bienstein C, Fröhlich A, Hrsg. Bewußtlos – Eine Herausforderung an Angehörige, Pflegende und Ärzte. 4. Aufl. Düsseldorf: Bundesverband f. körper- u. mehrfachbehinderte Menschen; 2000

Bruce-Jones P et al. Resuscitating the elderly: what do the patients want? J med ethics 1996; 22: 154

Bundesärztekammer. Grundsätze der Bundesärztekammer zur ärztlichen Sterbebegleitung. Dt. Ärztebl. 2011; 108: A 346

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Referat Gesundheitsforschung, Hrsg. Aktionsplan Individualisierte Medizin. Berlin 2013. Im Internet: http://www.bmbf.de/pub/BMBF_Aktionsplan_IndiMed.pdf; Stand: 21.04.2014

Castillo-Lorente E et al. Limitation of therapeutic activity in elderly critically ill patients. Crit Care Med 1997; 25: 1643

Dalai Lama. Das Buch der Menschlichkeit. Eine neue Ethik für unsere Zeit. Bergisch Gladbach: Gustav Lübbe; 2000

Deutsche Hospiz-Stiftung. Was denken die Deutschen wirklich über Sterbehilfe? Oktober 2005. Im Internet: https://www.stiftung-patientenschutz.de/uploads/files/pdf/stellungnahmen/31.pdf; Stand: 24.05.2014

Deutscher Juristentag. Beschlüsse (2006) 7–14. Im Internet: http://www.djt.de/files/djt/66/66_DJT_Beschluesse.pdf; Stand: 21.04.2014

Dlubis-Dach JP. Durch welche Faktoren werden Therapiebegrenzungen auf internistischen Intensivstationen beeinflusst? Ethik Med 2001; 13: 76

Dörries A, Neitzke G, Simon A, Vollmann J. Klinische Ethikberatung. 2. Aufl. Stuttgart: Kohlhammer; 2010

Emanuel EJ, Emanuel LL. The economics of dying. N Engl J Med 1994; 330: 540

Forsa-Umfrage: Meinungen zum Thema Sterbehilfe. 15. Januar 2014. Im Internet: http://www.dak.de/dak/download/Forsa-Umfrage_zur_Sterbehilfe-1358250.pdf; Stand: 24.04.2014

Gordon T, Edwards WS. Patientenkonferenz. Ärzte und Kranke als Partner. Hamburg: Hoffmann u. Campe; 1997

Hofmann I. Wahrheit am Krankenbett. Dt. Krankenpflegezeitschr. 1993; 46: 1–27 (Beilage Mai)

Husebø S, Klaschik E. Palliativmedizin. Berlin: Springer; 1998

Janssens U et al.: Therapiezieländerung und Therapiebegrenzung in der Intensivmedizin. Positionspapier der Sektion Ethik der DIVI 2012. Im Internet: http://www.online-divi.de/img/DIVI/content/positionspapier_ethik_2012.pdf; Stand: 21.04.2014

Klaschik E. Sterbehilfe – Sterbebegleitung. Anaesthesist 2000; 49: 420

Maio G. Wie lässt sich der Therapieverzicht ethisch begründen? Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 2001; 36: 282

Mayer S. Der Übertritt von der Intensivstation auf die normale Abteilung. intensiv 2002; 10: 212

Nauck F, Ostgathe C, Radbruch L. Hilfe beim Sterben – keine Hilfe zum Sterben. Dt Ärztebl 2014; A 67

Nordmann Y. Zwischen Leben und Tod. Aspekte der jüdischen Medizinethik. 2. Aufl. Bern: Lang; 2000

Piper A. Autonomie. In: Korff W et al., Hrsg. Lexikon der Bioethik, Bd. 1. Gütersloh: Gütersloher Verlagshaus; 1998

Putz W, Gloor E. Sterben dürfen. Hamburg: Hoffmann und Campe; 2011

Quante M. Passive, indirekt und direkt aktive Sterbehilfe – deskriptiv und ethisch tragfähige Unterscheidungen? Ethik Med 1998; 10: 206

Quintel M. Ziele und Aufgaben der Intensivmedizin. In: Salomon F, Hrsg. Praxisbuch Ethik in der Intensivmedizin. 2. Aufl. Berlin: Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft; 2012

Rathgeber J. Grundlagen der maschinellen Beatmung. Einführung in die Beatmung für Ärzte und Pflegekräfte. 2. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2010

Rittner F, Döring M. Kurven und Loops in der Beatmung. Lübeck: Dräger; 2012

Ruß HG. Aktive Sterbehilfe. Ungereimtheiten in der Euthanasie-Debatte. Ethik Med 2002; 14: 11

Salomon F. Leben und Sterben in der Intensivmedizin. Eine Herausforderung an die ärztliche Ethik. 2. Aufl. Lengerich: Pabst Science Publishers; 1996

Salomon F, Ziegler A. Moral und Abhängigkeit. Ethische Entscheidungskonflikte im hierarchischen System Krankenhaus. Ethik Med 2007; 19: 174

Sayers GM et al. An analysis of CPR decisionmaking by elderly patients. J med ethics 1997; 23: 207

Wissenschaftlicher Beirat der Bundesärztekammer. Richtlinien zur Feststellung des Hirntodes. Dritte Fortschreibung 1997 mit Ergänzungen gemäß Transplantationsgesetz (TPG). Dt Ärztebl 1998; 95: 1861. Im Internet: http://www.bundesaerztekammer.de/page.asp?his=his=0.6.38.33108181.119153252; Stand: 21.04.2014

Wolfslast G, Conrads C, Hrsg. Textsammlung Sterbehilfe. Berlin: Springer; 2001

Wolfslast G, Schmidt KW, Hrsg. Suizid und Suizidversuch. München: Beck: 2005

5.8.2 Weiterführende Literatur

Beauchamp TL, Childress, JF. Principles of biomedical ethics. 6th ed New York: Oxford University Press; 2009

Conradi E. Take Care. Grundlagen einer Ethik der Achtsamkeit. Frankfurt/M.: Campus; 2001

Joerden JC, Hilgendorf E, Thiele F, Hrsg. Menschenwürde und Medizin. Berlin: Duncker & Humblot; 2013

Krämer W. Die Krankheit des Gesundheitswesens. Frankfurt/M.: Fischer; 1989

Salomon F, Hrsg. Praxisbuch Ethik in der Intensivmedizin. 2. Aufl. Berlin: Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft; 2012

Wettreck R. „Am Bett ist alles anders" – Perspektiven professioneller Pflegeethik. Münster: Lit; 2001

Wolfslast G, Schmidt KW, Hrsg. Suizid und Suizidversuch. München: C. H. Beck; 2005

5.8.3 Internetadressen

http://www.aem-online.de (Akademie für Ethik in der Medizin, Göttingen)

http://www.ethikkomitee.de/ (AG Ethikberatung der Akademie für Ethik in der Medizin)

http://www.stiftung-patientenschutz.de/ (ehemals Deutsche Hospiz Stiftung)

http://www.ethikrat.org (Deutscher Ethikrat)

http://www.ethikkommissionen.at (Forum Österreichischer Ethikkommissionen)

http://www.samw.ch (Schweizerische Akademie der Medizinischen Wissenschaften)

http://www.zentrale-ethikkommission.de (Zentrale Ethikkommission bei der Bundesärztekammer Berlin)

TEIL III Intensivpflege

Kapitel 6

Kommunikation mit kritisch Kranken und ihrem Umfeld

6.1 Phänomene wahrnehmen, einschätzen und beurteilen *124*

6.2 Kommunikation mit kritisch Kranken *127*

6.3 Kommunikation mit Angehörigen *129*

6.4 Kommunikation im Team *131*

6.5 Intensivtagebuch *133*

6.6 Leseservice *135*

6 Kommunikation mit kritisch Kranken und ihrem Umfeld

Hans-Joachim Hannich, Dirk Knück, Peter Nydahl, Lothar Ullrich, Stefan Wilpsbäumer

6.1 Phänomene wahrnehmen, einschätzen und beurteilen

Hans-Joachim Hannich, Lothar Ullrich, Stefan Wilpsbäumer

Die zentrale Aufgabe der Intensivmedizin ist die Überwachung und Behandlung von vital bedrohten Patienten: Monitoring, Diagnostik und Unterstützung der Organfunktionen stehen im Fokus des Handelns. Demgegenüber scheint die Notwendigkeit einer situationsgerechten Kommunikation mit dem kritisch Kranken oft als zweitrangig betrachtet zu werden.

Die Qualität der Behandlung wird jedoch in hohem Maß auch von kommunikativen Aspekten bestimmt. Der Blick auf die Belastungssituation des Intensivpatienten soll den Stellenwert einer gelungenen Beziehungsgestaltung zwischen Behandlungsteam und Patient für den Krankheitsverlauf verdeutlichen.

6.1.1 Situation des Patienten

Fallbeispiel

„... entweder plagte mich ein Albtraum oder ich war tot und in der Hölle. Ich nahm an, das Letztere traf zu. Natürlich musste ich in der Hölle sein. Solche Dinge konnte ich nur träumen: die Schlangen, die springenden Grashüpfer, die Röhren, die in meinem Körper steckten, die Neonlichter, das schwirrende Geräusch, das einen verrückt machte, die klaffende Wunde in meiner Brust – zum Teufel, lasst mich hier raus! Alles ist nur ein Irrtum!“

Diese Erlebnisschilderung der Intensivbehandlung aus der Sicht des Patienten spiegelt deutlich die massive Erschütterung seiner körperlich-seelischen Integrität wider. Als Folge des Zusammenbruchs der vitalen Funktionen beherrschen ihn Gefühle des Bedrohtseins bis hin zu paranoiden Verstimmungszuständen. Sie können mit z. T. sehr realitätsfernen Fantasien über das Körpergeschehen verbunden sein.

Angstzustände

Als psychische Reaktionen auf das Erleiden der schweren körperlichen Erkrankung sind v. a. diffuse, Verletzungs- und Todesängste zu verzeichnen (Hannich 1987). Bei den diffusen Ängsten handelt es sich um wenig ausdifferenzierte Angstzustände. Klapp (1983) sieht ihren Ursprung im Ausfall lebenswichtiger Funktionen und in dem dadurch bedingten Kontrollverlust. Hierdurch wird der Patient unvermittelt mit frühesten archaischen Ängsten konfrontiert *„aus einer Phase, in der es noch keine Worte gab“* (Klapp 1983).

Trennungsängste als Ausdruck der inneren Erschütterung werden häufig durch die engmaschige Betreuung auf der Intensivstation „in Schach gehalten“. Sie können aber bei räumlicher Distanz zu den Betreuenden aktiviert werden und in archaischen Ängsten kulminieren. Eine kritische Situation ist z. B. die Verlegung von der Intensivstation, die von Patienten durchaus als problematisch erlebt wird. Die Erfahrung, auf der Allgemeinstation „einer von vielen“ zu sein, kann Patienten derartig bedrohen, dass sie auf die Intensivstation rückverlegt werden müssen.

Situationsbedingte Störungen auf der Intensivstation

Die Belastungen des Patienten werden durch die situativen Bedingungen auf der Intensivstation verstärkt. Die meisten lebensrettenden Behandlungsbemühungen sind mit der Gefahr der Überstimulation an belastenden Reizen verbunden. Untersuchungen zum Geschehen am Behandlungsbett (Wendt u. a. 1983, Wensing u. a. 1989) zeigen, dass der Kranke einer ständigen Unruhe ausgesetzt ist (▶ Abb. 6.1).

Orientierungsstörungen

▶ **Schlafentzug.** Stete pflegerische und therapeutische Aktivitäten beschränken die meisten Ruhephasen des Patienten auf max. 1–3 Minuten. Die Überflutung des Patienten mit belastenden Reizen schafft Bedingungen des Schlafentzugs. Ungestörtes Ein- bzw. Durchschlafen ist nicht möglich, sodass der gewohnte Schlaf-Wach-Rhythmus und damit auch die Traumtätigkeit stark beeinträchtigt werden. Psychophysische Erschöpfung sowie Zustände der Desorientierung sind die Folge.

▶ **Verlust des Tag-Nacht-Rhythmus.** Die bei Intensivpatienten fast regelhaft auftretenden Orientierungsstörungen werden zusätzlich befördert durch den Verlust des Tag-Nacht-Rhythmus. Aufgrund übermäßiger Lichtbelästigung sowie fehlender Orientierungshilfen (wie Uhren und Kalender) verlieren Patienten die zeitliche Orientierung bzw. erleben eine pathologisch abgewandelte Zeitwahrnehmung (z. B. geschrumpfte oder gedehnte Zeitwahrnehmung).

Wahrnehmungsstörungen

Länger andauernde Immobilisation, fehlende adäquate Stimulation der Kontaktgrenze Haut sowie invasive therapeutische Maßnahmen können Wahrnehmungsstörungen hervorrufen. In ihrer Gesamtheit führen sie zum Verlust eines realistischen Körperbildes. Der Schwerkranke verliert die Fähigkeit, sich anhand erlebbarer Körpergrenzen in Raum und Zeit einzuordnen. Veränderungen im Körperbild in Form entgrenzter „zerfließender“ Körperwahrnehmungen sind die Regel. Siehe Kap. „Orientierung im eigenen Körper fördern“ (S. 145).

Abb. 6.1 Viele Intensivpatienten sind einer ständigen Unruhe ausgesetzt.

Der Anästhesist und ehemalige Intensivpatient Robinson beschreibt diese Erfahrung: *„Es ist entsetzlich, in zeitlich-räumlichen Randbezirken zu schweben“* (Robinson 1975).

Lernaufgabe

Legen Sie sich in einem großen Raum mit geöffneten Augen flach auf den Rücken. Bleiben Sie 20 Minuten lang völlig regungslos liegen. Achten Sie darauf, wie sich in dieser Zeit Ihre Körperwahrnehmung und visuelle Wahrnehmung verändern.

▸ **Sensorische Monotonie.** Die Verwischung zwischen Traum und Wirklichkeit wird zusätzlich durch sensorische Monotonie unterstützt. Aufgrund der konstanten Geräusche der zur Kontrolle und Therapie eingesetzten Geräte ergibt sich ein Dauerschallpegel von etwa 60 dB (A). Dieser relativ gleichförmige „Geräuschteppich“ liefert dem Patienten nur wenige Informationen, um die Situation gemäß früherer Erfahrungen zu strukturieren.

▸ **Lärm und Reizüberflutung.** Gleichzeitig entstehen Lärmspitzen am Krankenbett. Die Geräusche enthalten starke Impulse und liegen i. d. R. deutlich über 100 dB (A). Eine sehr eindrucksvolle Zusammenstellung zum Lärm auf der Intensivstation liefern Schrader u. Schrader (2000). Ausgehend von den Schalldruckpegeln von Umweltgeräuschen zeigen sie, dass allein das Herablassen eines Bettgitters dem Lärm eines Presslufthammers in 1 m Abstand entspricht. Das Dekonnektieren eines Gaswandanschlusses erzeugt den gleichen Lärm wie eine Autohupe, das Fallen einer Edelstahlschüssel ist vergleichbar mit einem Bohrhammer-Geräusch. Der gerätebedingte Lärm entspricht in etwa dem von lautem Straßenlärm. Zu beachten ist, dass die akustische Schmerzgrenze der Patienten von 80 dB (A) damit überschritten wird, zumal eine Vielzahl von ihnen aufgrund von Medikamenten unter einem krankhaft verfeinerten Gehör (Hyperakusie) leidet.

Der Schwerkranke wird von Reizen überflutet. Er hat kaum Möglichkeiten, die Situation als Ganzes zu überblicken und zu strukturieren. So kommt es zu einem Verfallensein an isolierte Eindrücke aus der Realität, die wahnhafte Deutung erfahren. Ein Intensivpatient glaubte z. B., sich auf einer Tierversuchsstation zu befinden, er missdeutete das Personal als Gorillas und den Röntgenapparat als Dinosaurier, der sich über ihn lege. Ein anderer wähnte sich bereits tot und nur noch als Organspender in Funktion gehalten.

Merke

Sensorische Monotonie und Überstimulation mit belastenden Reizen führen bei vielen Intensivpatienten zu Veränderungen der Gefühls- und Erlebnisinhalte mit bedrohlichem Charakter.

Kontrollverlust

Die Entgrenzung des Patienten manifestiert sich auch im Verlust jeglicher Privatheit. Das Behandlungsteam verfügt vollkommen über den Patienten. Der Verlust von erlebter Kontrolle und Einflussmöglichkeit geht einher mit erhöhten Stressreaktionen auf psychophysiologischer Ebene. Als Ausdruck erlebter Hilflosigkeit ist eine vermehrte Hypophysen-Nebennierenrinden-Aktivität zu beobachten (Wensing u. a. 1989). Die damit verbundene somatopsychische Aktivierung entspricht dem Gefühlszustand der Alarm- und Kampfbereitschaft bei gleichzeitigem Erleben von Hilflosigkeit.

Soziale Isolation

Zu den genannten Belastungsmomenten treten Bedingungen der sozialen Isolation hinzu. Die Kommunikation mit dem Patienten ist verkürzt auf formelhafte Handlungsaufforderungen und -ankündigungen (z. B. „Machen Sie die Augen auf“, Atmen Sie tief durch“, „Ich gebe Ihnen jetzt eine Spritze“, „Ich drehe Sie jetzt auf die Seite“ usw.) Der am Vollzug von Behandlungsroutinen orientierte Umgang mit dem Schwerkranken ist aus medizinisch-psychologischer Sicht auch als Schutzverhalten des Intensivpersonals zu werten. Es kann sich dadurch vor emotionalen Verwicklungen mit dem Patienten schützen und bewahrt seine Handlungsfähigkeit. Der dafür zu zahlende Preis ist eine Beziehungsentfremdung vom Schwerkranken, die ein ehemaliger Intensivpatient im Rückblick auf die Intensivstation mit den Worten kommentiert: *„Es wurde viel für mich getan, ich wurde aber nicht gemeint“*.

Die Auswirkungen der krankheits- und behandlungsbedingten Einflüsse auf Wahrnehmung, Erleben und Verhalten fasst ein Modell von Fröhlich u. Bienstein (1999) zusammen. Die auf den verschiedenen Ebenen sich manifestierenden Störungsbilder weisen auf eine Daseins- und Lebensform hin, die im Wesentlichen gekennzeichnet ist durch Rückzug, Einengung und Erstarrung (▸ Abb. 6.2).

Ziel der Kommunikation mit dem Patienten muss es nun sein, diese Blockade aufzuheben, indem man beginnt, dem Schwerkranken eine „Brücke zur Welt zu bauen.“ Es ist offensichtlich, dass eine solche Orientierung ohne angemessene zwischenmenschliche Kommunikation nicht realisierbar ist. Die Fähigkeit, die Kommunikation mit dem Patienten zu suchen und zu sichern, ist demnach eine Anforderung der Praxis, deren Erfüllung als Qualitätsmerkmal der Behandlung zu werten ist.

Merke

Medizinisch-pflegerisches Können und kommunikative Fähigkeiten im Umgang mit Patienten (und deren Angehörigen) gehören zusammen.

Kommunikative Kompetenz im Umgang mit kritisch Kranken basiert auf dem Wissen über grundlegende Formen zwischenmenschlichen Austauschs. Es ermöglicht die Identifizierung von Botschaften auf den verschiedenen Ebenen der Mitteilung und die angemessene Antwort darauf. Grundlegendes zur Kommunikation wird im Folgenden dargestellt.

6.1.2 Grundlegendes zur Kommunikation

Definition

Zwischenmenschliche Kommunikation ist nicht nur simpler Austausch von Nachrichten zwischen 2 oder mehreren Personen, sondern ein hochkomplexer psychologischer Prozess.

4-Ebenen-Modell der Kommunikation

Ein- und dieselbe Nachricht enthält stets viele Botschaften gleichzeitig. Der Kommunikationsforscher Schulz v. Thun (1981) hat hierzu das sog. 4-Ebenen-Modell entwickelt, das die verschiedenartigen Seiten einer Mitteilung beschreibt (▸ Abb. 6.3). Demnach besitzt jede Nachricht eines Senders 4 Aspekte:

- Sachaspekt
- Selbstoffenbarungsaspekt
- Beziehungsaspekt
- Appellaspekt

▸ **Sachaspekt.** Informationen über mitzuteilende Dinge werden über das Medium des (gesprochenen/geschriebenen) Wortes vermittelt. Der Empfänger entschlüsselt den Informationsgehalt mit der Frage: „Was sagt der Sender objektiv aus? Welche Sachinhalte bringt er zum Ausdruck?“

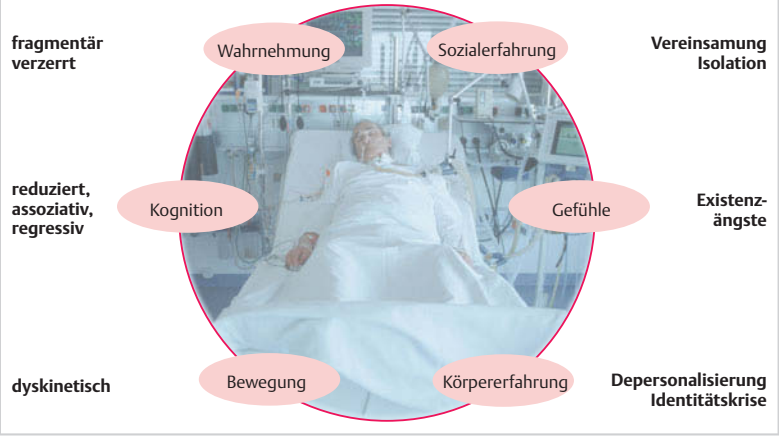


Abb. 6.2 Störungen in der Erlebniswelt des Intensivpatienten. (n. Fröhlich u. Bienstein 1999, mod. Hannich 2004)

▸ **Selbstoffenbarungsaspekt.** Mittels Mimik, Gestik und anderer Körpersignale (z. B. Muskeltonus, Atem) drückt der Sender Informationen über seine Befindlichkeit aus. Der Empfänger vollzieht die mit der Nachricht verbundenen Gefühle und Motive des anderen durch die Frage nach: „Was ist mit dem anderen los?"

▸ **Beziehungsaspekt.** Dieser Aspekt einer Nachricht rückt in den Vordergrund, wenn beim Kommunikationspartner folgende Fragen zum Tragen kommen: „Wie redet der andere von mir? Wen glaubt er vor sich zu haben?" Ausschlaggebend für den Beziehungsaspekt ist die Art und Weise, wie die Mitteilung vermittelt wird.

▸ **Appellaspekt.** Hier gibt der Sender dem Empfänger kund, was er mit der Nachricht bei seinem Gegenüber bewirken will. Ist dieser Aspekt leitend, hört der Empfänger mehr oder minder deutliche Aufforderungen des Senders an seine Person heraus, etwa in dem Sinne: „Was soll ich seiner Meinung nach tun, fühlen, denken?".

Merke

Jede Nachricht enthält einen Sach-, einen Selbstoffenbarungs-, einen Beziehungs- und einen Appellaspekt.

Verschiedene Ebenen einer Mitteilung

Die verschiedenen Ebenen einer Mitteilung lassen sich an einem einfachen Beispiel verdeutlichen: Der an den Pflegenden gerichtete Satz eines Patienten: „ *Es gibt niemanden hier, mit dem ich mal sprechen könnte*" beinhaltet folgende Informationen:

- Auf der Sachebene (Was sagt der Sprecher objektiv aus?): *Ich habe niemanden zum Reden.*
- Auf der Selbstoffenbarungsebene (Was sagt der Sprecher über sich aus? Was ist mit ihm los?): *Ich bin einsam.*
- Auf der Beziehungsebene (Wie sieht der Sprecher seine Beziehung zum Hörer? Als wen behandelt er ihn?): *Mit Ihnen könnte ich es mir vorstellen.*
- Auf der Appellebene (Was möchte der Sprecher beim Hörer erreichen?): *Nehmen Sie sich Zeit für mich!*

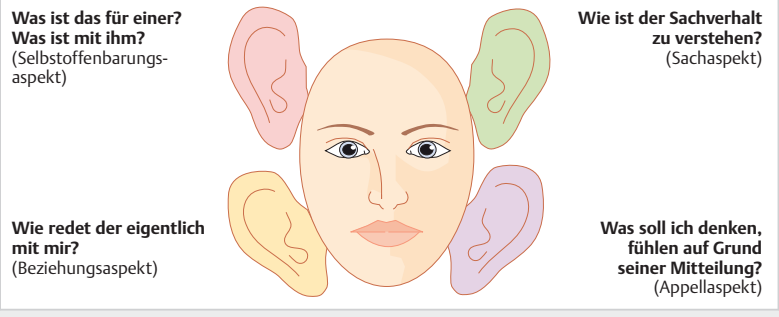


Abb. 6.3 Vier-Ebenenmodell der Kommunikation. Jede Nachricht eines Senders besitzt 4 Aspekte. (n. Schulz v. Thun 1981)

Entsprechend kann die Antwort der Pflegenden auf die Patientenmitteilung unter den verschiedenen Gesichtspunkten betrachtet werden. Der Satz „*Wir haben halt alle sehr viel zu tun*" teilt mit:

- Auf der Sachebene: Wir sind sehr beschäftigt.
- Auf der Selbstoffenbarungsebene: Ich bin durch die Arbeit sehr belastet.
- Auf der Beziehungsebene: Ich bin für Ihren Wunsch nicht zuständig.
- Auf der Appellebene: Wenden Sie sich an einen anderen Gesprächspartner!

Das Beispiel verdeutlicht, dass nicht nur das gesprochene Wort den Kommunikationsverlauf bestimmt. 75–80 % der Kommunikation teilen sich „zwischen den Zeilen" mit. Diese Zwischentöne können zu Missverständnissen und dazu führen, dass eine wohlgemeinte Erläuterung wie im Beispiel als wenig wohltuend und unterstützend empfunden wird.

Dagegen wirkt eine Antwort, die auf die Patientenaussage „ *Es gibt niemanden hier, mit dem ich mal sprechen könnte*" und auf die dahinter stehende Bedürfnislage eingeht, stabilisierend. Eine Reaktion auf die Äußerung wie „*Sie wünschen es sich sehr, dass jemand sich die Zeit zum Sprechen nähme*" teilt mit:

- Auf der Sachebene: *Sie haben den Wunsch nach mehr Austausch und Gespräch.*
- Auf der Selbstoffenbarungsebene: *Ich verstehe Ihr Problem.*
- Auf der Beziehungsebene: *Ich nehme Sie ernst.*
- Auf der Appellebene: *Sprechen Sie!*

Es wird dem Patienten vermittelt, dass sein Problem vom Gegenüber verstanden und akzeptiert wird. Dabei entsteht dieser Eindruck nicht nur über das gesprochene Wort, sondern über das Gesamt der Antwort mit ihren verbalen und nonverbalen Aspekten. Aber auch ein Schweigen in dieser Situation wäre eine Mitteilung. Es könnte bedeuten „*Ich will keinen Kontakt*" oder „*Ich weiß nicht, was ich dazu sagen soll.*" Ob eine Pflegeperson spricht oder schweigt, sie teilt etwas über sich und ihre Beziehung zum anderen mit. Es ist demnach unmöglich, sich nicht zu verhalten bzw. nicht auf den beschriebenen Ebenen zu kommunizieren.

Das Gleiche gilt für den Patienten. Da kritisch Kranke auf der Intensivstation meist in ihren verbalen Möglichkeiten eingeschränkt sind, kommt deren nonverbalen Botschaften über Mimik, Gestik und Bewegung besonderer Stellenwert zu.

Schmerzen oder Ängste des Patienten lassen sich z. B. nur indirekt über Veränderungen in der Körpersprache oder in vegetativen Signalen (z. B. in Erhöhung des Muskeltonus) deuten. Diese Zeichen sind im Gegensatz zum Satz *„Ich habe Schmerzen, ich habe Angst“* nicht eindeutig verstehbar, sodass der Patient auf die Geduld und das Einfühlungsvermögen seiner Betreuer angewiesen ist.

Beachtung der Körpersprache

Die Beachtung der Körpersprache und ihrer Zeichen wird umso bedeutsamer, je tiefgreifender die Störung des Patienten ist. Zieger (2002) weist am Beispiel Komatöser darauf hin, dass das Trauma bzw. die Versuche zu seiner Bewältigung im körperlichen Erscheinungsbild symbolisiert werden. Er verweist auf eine Studie von Ledoux (1992), deren Ergebnisse besagen, dass die „spastische“ Körperhaltung von Menschen nach schwerer Gewalteinwirkung „nicht allein als direkte „Pathologie“ der Hirnschädigung zu verstehen ist, sondern zugleich eine mehr oder weniger gelungene Abwehr- und/oder Kompensationsleistung symbolisiert. Das gesamte Bild ist dann als „Körper im Schmerz“, „Verkrüppelung“ und „Verkrampfung“ zu entschlüsseln“ (Zieger 2002).

Hilfreich für ein besseres Verständnis der körpersprachlichen Signale von Schwerstkranken sind Untersuchungen aus den Bereichen der Anthropologie und Verhaltensethologie. Sie belegen, dass es universelle Grundmuster zur körperlichen Kommunikation von Schmerz, Angst, Schreck, Lust/Unlust gibt. In allen Kulturen beruht die Schmerzmimik auf einem Herunterziehen der Mundwinkel und geht häufig mit Weinen einher. Sehr ähnlich äußert sich die Trauer, sodass Schiefenhövel (1985) Schmerz und Trauer als biopsychologisch miteinander verbunden sieht.

► **Weitung versus Engung.** Auf einer noch basaleren Ebene werden Empfindungen wie Lust/Unlust, Angst, Schrecken und Schmerz durch körperlichen Ausdruck auf den Grunddimensionen Weitung versus Engung, Dilatation versus Kontraktion „inszeniert“. Bei Weitung/Dilatation herrscht Entspannung, bei Engung/Kontraktion sind Angst und Schreck vorrangig. Diskrete körpersprachliche Zeichen für ein Sich-Öffnen/-Weiten bzw. Sich-Verschließen/-Einengen hat Zieger (2002) aufgrund seiner systematischen Beobachtungen auf einer Intensiv- und Frührehabilitationsstation zusammengetragen (► Tab. 6.1).

Das Wissen um den Bedeutungsgehalt sowohl sprachlicher als auch nichtsprachlicher Mitteilungen im Umgang mit kritisch Kranken erfordert ein Nachdenken darüber, wie ein dem Patienten und seiner Wahrnehmungs- und Erlebenswelt angemessenes Kommunikationsverhalten zu gestalten ist. Darauf wird im Folgenden näher eingegangen.

Tab. 6.1 Weitung versus Engung (Zieger 2002).

Zeichen für „sich öffnen“	Zeichen für „sich verschließen“
Augen öffnen	Augen schließen
blinzeln, fixieren, hinsehen, Blick zuwenden	wegsehen, Blick abwenden
Körper/Arme entspannen, Nachlassen der Beugespastik	Körper/Arme anspannen, Zunahme der Beugespastik
Mund öffnen, Lippen öffnen und bewegen, kauen, schmatzen, schlucken	Mund schließen, Lippen schmal machen und zusammenkneifen
Stirn glätten, Gesicht entspannen, erröten, lächeln	Stirn und Gesicht anspannen, erblassen, furchtgrinsen

6.2 Kommunikation mit kritisch Kranken

Die nachfolgenden Empfehlungen zum Umgang mit kritisch Kranken sind aus der Beschreibung der psychischen Situation von Intensivpatienten abgeleitet. Diese ist aus Sicht des Patienten v. a. durch die Erfahrung von Ausgeliefertsein, Hilflosigkeit und Ohnmacht geprägt. Kennzeichnend für das Erleben ist folgende Äußerung eines Patienten im Rückblick auf die Intensivstation: *„Ich wusste, dass ich krank war und man hat mich auf einem Bahnhof abgestellt. Alle Leute konnten mich sehen. Oh, das fand ich ganz furchtbar.“*

Die Belastungen der Situation können die individuellen Bewältigungsmöglichkeiten übersteigen, sodass es im schlimmsten Falle zu einem Zusammenbruch der Ich-Kontrolle kommen kann. Daraus können archaische Ängste und Fantasien entstehen, die sonst nur im Albtraum und im psychotischen Entgleisen aktiviert werden.

Merke

Ziel der Pflege ist es, den Patienten bei seinen Versuchen der Bedrohungsbewältigung und der Wiederherstellung der Ich-Stabilität zu unterstützen. Demzufolge hat die Kommunikation mit dem Patienten folgende wichtige Funktionen:

- Halt und Sicherung vermitteln.
- Orientierung und Struktur vermitteln.

Hierfür sind nach Geisler (1992) entsprechende Kommunikationsziele zu verwirklichen:

- Wiederherstellung des Selbstwertgefühls
- Angstreduktion
- Kontaktangebote bereitstellen
- Hoffnung geben

6.2.1 Ansprache des Patienten

Im Folgenden sind die wichtigsten Regeln, die bei der Ansprache des Patienten zu berücksichtigen sind, zusammengefasst. Mithilfe dieser Richtlinien kann der personale Bezug zum Schwerkranken gewahrt bleiben (Hannich 1994).

► **Sicht des Patienten wahrnehmen.** Die Situation ist stets auch aus der Sicht des Patienten und nicht nur aus medizinisch-pflegerischer Perspektive wahrzunehmen. Ihm ist deshalb mit einfühlender Haltung zu begegnen. Alles das, was für die Behandelnden gewohnt ist, erscheint dem Patienten fremd und damit bedrohlich.

Praxistipp

Bedrücken den Patienten erkennbar Ängste und Sorgen, sollte man diese akzeptierend und einfühlend ansprechen. Es sollte versucht werden, seine Nöte in eigene Worte zu fassen und sie ihm rückzumelden. Auf diese Weise öffnet man ein Ventil zum Spannungsabbau.

► **Kontakt aufnehmen.** Nach Einlieferung auf die Intensivstation ist mit dem Patienten Kontakt aufzunehmen. Häufig genügen einfache Sätze wie z. B.: „Die Operation ist gut verlaufen. Sie sind jetzt auf der Intensivstation. Wir sind ständig bei Ihnen.“

Nach Möglichkeit bleibt der Behandelnde bis zum Verstehen der Patientenmitteilung beim Kranken. Er darf den Kontakt – auch wenn es viel Geduld erfordert – nicht vorher abbrechen. Ist im Moment wenig Zeit, um sich ihm zu widmen, sagt man dieses dem Patienten. Es ist besser, ihn zu vertrösten als zu enttäuschen.

► **Persönliche Identität wahren.** Die persönliche Identität des Kranken ist zu wah-

ren. Er ist als Erwachsener zu behandeln. Er ist nicht „das Polytrauma“, sondern „Herr Meier“. Der Patient darf auch nicht unnötig nackt – für jeden sichtbar – im Bett liegengelassen werden.

Pflegende stellen sich mit Funktion und Namen vor. Das geschieht nicht nur, wenn ein Patient zum ersten Mal übernommen wird, sondern immer zu Beginn einer jeden Schicht. Nicht zu wissen, mit wem er es zu tun hat, verstärkt sein Gefühl der Anonymität und des Ausgeliefertseins.

► **Art der Ansprache beachten.** Eine rein auf den Vollzug von Handlungen beschränkte Ansprache der Pflegenden, die sich in formelhaften Mitteilungen an den Patienten wie „Ich sauge Sie jetzt ab“, „Ich messe Ihnen den Blutdruck“, „Ich gebe Ihnen jetzt eine Spritze“ äußert, fördert seine kommunikative Vereinsamung. Geringe Reaktionsfähigkeit bedeutet nicht Wahrnehmungs- und Empfindungslosigkeit:

- Der Patient muss angesprochen werden, auch wenn keine oder nur wenig Reaktion von ihm kommt (► Abb. 6.4).
- Gesprochen wird langsam und deutlich, in kurzen und einfachen Sätzen (nicht schreien: der Patient ist nicht taub).
- Medizinische Fachbegriffe sind so selten wie möglich zu gebrauchen (selbst das Wort „Tubus“ ist dem Patienten nicht geläufig; man kann „Beatmungsschlauch“ sagen).
- Der Patient muss zur Mitarbeit bei der Therapie angeleitet werden. Für seine Bemühungen der Mitarbeit beim Abhusten, bei Atemübungen und Mobilisation ist er lobend zu bestätigen.

► **Patienten handlungsbegleitend informieren.** Jede Verrichtung, die am Patienten ausgeführt wird, muss angekündigt und ggf. erklärt werden. Er muss darauf vorbereitet werden, was bei der Durchführung der Maßnahmen mit ihm geschehen wird. Die einzelnen Behandlungsschritte müssen handlungsbegleitend in Worte gefasst werden.

Abb. 6.4 Zugewandte Kommunikation baut dem Patienten eine Brücke zur Welt.

► **Orientierung erleichtern.** Durch folgende Pflegemaßnahmen kann der Patient in seiner Orientierung unterstützt werden:

- Der Patient wird wiederholt über Ort, Datum und Tageszeit sowie über das Geschehen um ihn herum informiert.
- Benötigt er eine Brille, Kontaktlinsen oder ein Hörgerät, sind ihm diese zu beschaffen (sie sind Voraussetzung für seine Orientierung und ermöglichen erst die Kommunikation mit ihm).
- Dem beatmeten Patienten muss erklärt werden, dass er wieder sprechen kann, sobald die Trachealkanüle oder der Beatmungsschlauch entfernt sind.

► **Nonverbale Zeichen verabreden.** Zur Sicherung der Zusammenarbeit zwischen Pflegenden und Patient sind mimische und gestische Zeichen zu verabreden:

- Die Fragen werden so gestellt, dass der Patient (sofern er wach und ansprechbar ist) mit Kopfnicken oder -schütteln antworten kann.
- Durch das Angebot von Kommunikationshilfen wie ABC-Reihen, Tafeln oder elektronischen Kommunikationsmitteln können dem Kranken Äußerungen zur eigenen Befindlichkeit ermöglicht werden.
- Die Pflegenden sollten auch in ihrer Körperhaltung, Mimik und Gestik dem Patienten zugewandt sein. Sie brauchen sich nicht zu scheuen, ihm in beruhigendem Ton zuzusprechen oder ihm tröstend über das Haar zu streichen.

Praxistipp

Die Einhaltung dieser Regeln bedeutet keinen zusätzlichen Arbeits- oder Zeitaufwand für die Pflegenden. Die gewohnten Maßnahmen der Behandlung und Pflege können weitgehend beibehalten werden, nur werden sie auf diese Weise anders durchgeführt. Die alltäglichen Handgriffe der Pflege können zum Aufbau eines zwischenmenschlichen Kontakts genutzt werden. Das „Wie“ der Nahrungsgabe oder das „Wie“ des Bettens können dem auch psychisch labilisierten Kranken Sicherheit und Geborgenheit vermitteln.

6.2.2 Elementare Konzepte der Beziehungsaufnahme

Bei Patienten, deren Wahrnehmungs- und Erlebensfähigkeiten durch eine Bewusstseinsstörung deutlich verändert sind, gewinnen elementare Formen der Beziehungsaufnahme an Bedeutung. Die verschiedenen Sinnesbereiche werden als Möglichkeiten der Informationsaufnahme und der Kommunikation genutzt. Dem Patienten werden bewusst positive Empfindungen vermittelt mit dem Ziel

- die Wahrnehmungsfähigkeit zu verbessern,
- Sicherheit, Struktur und Orientierung zu vermitteln,
- zwischenmenschlich in Beziehung zu treten,
- die Selbstwahrnehmung und die (Körper-)Identität zu unterstützen.

Neben dem Konzept der Basalen Stimulation (S. 138) als ein ganzheitlicher Pflegeansatz werden im Folgenden der Dialogaufbau nach Zieger und die nondirektive Musiktherapie vorgestellt.

Die wissenschaftliche Fundierung dieser Kommunikationsansätze liegt in den Neurowissenschaften, der Entwicklungspsychologie und der Behindertenpädagogik. Die Ergebnisse in diesen Forschungsbereichen sowie klinische Untersuchungen an Patienten zeigen übereinstimmend, dass mit den frühen Formen der Kommunikation ein Mehr an Möglichkeiten besteht, um dem Schwerkranken eine „Brücke zur Welt“ zu bauen (vgl. Aldridge et al. 1990, Zieger 1999, Plenk 2000).

Dialogaufbau nach Zieger

Ein Ansatz der basalen Beziehungsaufnahme ist der sog. Dialogaufbau von Zieger (1993, 1999). Diskrete Bewegungen des Patienten (z. B. ein Augenzwinkern oder eine angedeutete Bewegung) werden als seine ihm verbliebenen Möglichkeiten, mit anderen in Beziehung zu treten, verstanden. Auf diese unscheinbar erscheinenden Zeichen des Schwerkranken wird geantwortet, indem der Betreuer sie aufnimmt und versucht, ihnen zu folgen.

Veränderungen in der Atmung des Patienten können z. B. durch sog. „handgestützte Atemtherapie“ (vgl. Mindell 1988), ergänzt durch musikalische Mittel (z. B. Summen im Atemrhythmus des Patienten), mitgeteilt werden. Weiterhin wird im Dialogaufbau (ähnlich wie in der basalen Stimulation) die Fähigkeit des Patienten zur körpernahen Wahrnehmung über die Sinnesbereiche Geruch, Tastsinn, Haut, Geschmack und Gehör durch angemessene Angebote unterstützt.

Nondirektive Musiktherapie

Ein anderer Ansatz der Kommunikation mit Bewusstseinsveränderten ist die nondirektive Musiktherapie (Gustorff 1990). Da es sich bei Musik um eine übergreifende, präverbale und analoge Form der „Sprache“ handelt, erreicht sie den Patienten leichter als die Ansprache über das Wort. Diese übersteigt oftmals die Verständniskapazitäten des Patienten.

Auch bei der Musiktherapie sucht der Behandler die zwischenmenschliche Beziehung, indem er sich auf die noch vorhandenen Eigenrhythmen des Patienten einstellt. Er nimmt diese auf und gestaltet sie mit der eigenen Stimme aus, z. B. indem er Veränderungen im Atemrhythmus des Patienten durch analoges Heben und Senken seiner Stimme Ton verleiht. Der Patient merkt, dass er nicht behandelt wird, sondern dass *mit ihm gemeinsam* gehandelt wird. Über die Erfahrung musikalischer Struktur soll ihm eine Möglichkeit gegeben werden, zumindest zeitweise der Einsamkeit und Verwirrung zu entkommen. Eine Intensivpatientin beschreibt ihre Erfahrungen mit diesem therapeutischen Ansatz durch folgende eindrückliche Worte: *„Ich empfand die Musiktherapie wie ein Licht am Ende eines Tunnels. Es gab mir Hoffnung und ich wollte unbedingt zu ihm hin."*

6.3 Kommunikation mit Angehörigen

Die Anwesenheit von Angehörigen auf der Intensivstation ist oft wichtig, um mit dem Patienten in Kontakt zu treten. Ihre Informationen zu seiner Person tragen dazu bei, den Kranken aus seiner objekthaften Anonymität herauszuholen. Individuelle Pflege und Therapie werden dadurch erst möglich. Nicht zuletzt benötigt der Patient seine Nächsten um sich herum, um im Kontakt mit ihnen an seine Lebensgeschichte wieder anzuknüpfen und damit seine Individualität von Neuem zu entdecken.

Die Gegenwart von Angehörigen auf der Intensivstation stößt oftmals auf Schwierigkeiten – nicht nur aus organisatorischen und räumlichen Gründen, sondern auch, weil sie selbst Betroffene der Situation sind. Sie befinden sich aufgrund der lebensbedrohlichen Erkrankung ihres Familienmitgliedes in einer Ausnahmesituation, in der sie sich zunächst hilflos und für Außenstehende möglicherweise unangemessen verhalten. Gerade zu Beginn der Intensivbehandlung bedürfen sie besonders der Anleitung und Ansprache.

Einige Grundsätze sollten daher in der Kommunikation mit Angehörigen berücksichtigt werden, um sowohl die Pflegequalität zu verbessern als auch die Zufriedenheit von Angehörigen zu steigern (▶ Abb. 6.5).

▶ **„Angehörigenfreundliche Intensivstation".** Seit einigen Jahren wird in Deutschland zur Verbesserung der Angehörigenintegration von der Stiftung Pflege das Zertifikat „Angehörigenfreundliche Intensivstation" vergeben. Zentrales Anliegen dieser Zertifizierung ist es, die Rahmenbedingungen und die Besuchsmöglichkeiten für Angehörige von Intensivstationen zu verbessern. Folgende Grundsätze finden dort Berücksichtigung:

- Intensivpatienten haben das Recht,
  - für sie wichtige Menschen in der Nähe zu haben und ihre Unterstützung so oft wie nötig in Anspruch zu nehmen,
  - über ihre Situation aufgeklärt und in Entscheidungen mit einbezogen zu werden (falls sie dazu nicht in der Lage sind, hat ein Mensch ihres Vertrauens das Recht, alle Informationen über ihre gesundheitliche Situation zu erhalten),
  - dass die professionellen Betreuer ihren Angehörigen mit Respekt begegnen, sie als therapeutisch wichtig ansehen und mit ihnen eine Besuchsregelung vereinbaren.

Wichtige Komponenten der Angehörigenkommunikation
(mod. nach Curtis u. White 2008)

Komponenten der Angehörigenkommunikation, die mit Verbesserungen der Pflegequalität, der Angehörigenzufriedenheit und mit reduzierten psychischen Problemen bei den Angehörigen verbunden sind:

- Familienkonferenz innerhalb von 72 h nach Aufnahme.
- Passende Umgebung für das Gespräch mit den Angehörigen suchen.
- Konsistente Informationen geben.
- Redeanteile der Angehörigen erhöhen, die Redeanteile der Ärzte reduzieren.
- Empathische Statements abgeben, z. B.:
  „Es ist sicher schwer, einen geliebten Menschen auf einer Intensivstation liegen zu haben."
  „Es ist sicher schwer, stellvertretend für einen Angehörigen Entscheidungen treffen zu müssen."
  „Es macht Ihnen sicher Angst, evtl. einen geliebten Menschen verlieren zu können."
- Den Familienangehörigen zuhören.
- Emotionen der Familienangehörigen zulassen und ansprechen.
- Schwierigkeiten der Entscheidung für andere diskutieren.
- Erläutern, dass man den Patienten nicht aufgibt.
- Den Angehörigen versichern, dass der Patient nicht leiden wird.
- Zusage, dass Entscheidungen der Familie unterstützt werden.

Abb. 6.5 Komponenten der Angehörigenkommunikation. (Bone 2013)

6.3.1 Regeln zur Kommunikation

Zur Kommunikation mit ihnen können Regeln aufgestellt werden, die im Rahmen der Psychotraumatologie und Notfallpsychologie für den Umgang mit Menschen in der Krise entwickelt worden sind. Die wichtigsten lauten:

1. Angehörige bedürfen einer zugewandten Haltung.
2. Bei Wartezeiten werden Angehörige informiert.
3. Zu Beginn der Behandlung werden Angehörige über die Aufgaben einer Intensivstation sachlich informiert.
4. Angehörige werden in Behandlung und Pflege einbezogen.
5. Beteiligte Berufsgruppen treffen koordinierende Absprachen über den Aufklärungs- und Informationsstand der Angehörigen.
6. Die Aufklärung der Angehörigen orientiert sich an ihrem Informationsbedürfnis.
7. Die Aufklärung der Angehörigen verläuft in Stufen.
8. „Strukturierte Familienbesprechungen" werden durchgeführt.
9. Im Falle des Todes eines Patienten wird dem Hinterbliebenen Gelegenheit gegeben, seinen Gefühlen freien Lauf zu lassen.
10. Nach der ersten Trauerreaktion wird dem Angehörigen die Rückkehr in die normale Situation geebnet.

1. Zugewandte Haltung

Angehörige bedürfen einer zugewandten Haltung, die gerade zu Beginn der Intensivbehandlung maßgeblich ist. Sie zeigt sich in vielfältigen „kleinen" Zeichen der zwischenmenschlichen Kommunikation. Dazu gehört, dass man sich dem Angehörigen mit Funktion und Namen vorstellt. Dass diese Selbstverständlichkeit nicht selbstverständlich ist und der Erwähnung bedarf, zeigen Untersuchungen aus dem Bereich des Rettungswesens: In 86 % der Einsätze mit Angehörigenkontakt stellte sich das Rettungsteam nicht vor (Meyer u. Balck 1997).

Abb. 6.6 Sachliche Informationen und eine zugewandte Körperhaltung geben dem Angehörigen Halt und Orientierung.

2. Information bei Wartezeiten

Muss der Angehörige draußen vor der Tür warten, sollte er zwischenzeitlich (ungefähr alle 15–20 Min.) informiert werden, denn die Wartezeit verstärkt das Gefühl der Hilflosigkeit und des Ausgeliefertseins. Wiederholte Informationen schaffen hingegen Orientierung und geben Halt, das oftmals als quälend empfundene Warten zu überbrücken (▶ Abb. 6.6). Auch vermeiden sie, dass der Angehörige sich vom Behandlungsteam „vergessen" fühlt und das Vertrauen schwindet.

3. Sachliche Information über Intensivbehandlung

Sachliche Informationen zu Beginn der Behandlung über die Aufgaben einer Intensivstation helfen, dem Besucher ein realistisches Konzept über Möglichkeiten und Grenzen der Intensivbehandlung zu vermitteln.

Die meisten Besucher einer Intensivstation haben nur unklare Vorstellungen über die Station. Sie können im schlimmsten Falle assoziiert sein mit der Vorstellung von „Sterbestation" oder „Ort inhumaner Apparatemedizin". Andererseits können – etwa bedingt durch die Medien – unrealistische Erwartungen an die Intensivmedizin geknüpft sein, deren Enttäuschung zu einer anklagenden Vorwurfshaltung gegenüber dem Behandlungsteam führen kann.

▶ **Informationsbroschüren.** Ein realitätsgerechtes Bild von der Intensivstation kann durch Informationsbroschüren (▶ Abb. 6.7) vermittelt werden, die dem Angehörigen bei seinem ersten Aufenthalt auf der Station gegeben werden. In ihnen werden die Aufgaben der Intensivstation, Besuchsregeln sowie Möglichkeiten zur Mitarbeit an der Therapie dargestellt (s. auch Gibb 2010).

Die Broschüren müssen für den medizinischen Laien verständlich gestaltet sein, d. h.

Individuelle Betreuung	Für die Pflege und die individuelle Zuwendung ist es wichtig, den Patienten näher kennenzulernen. Die betreuende Pflegekraft wird sich deshalb auch nach den besonderen Lebensgewohnheiten des Patienten erkundigen - eine wichtige Hilfe, um einfühlsam zu betreuen und Geborgenheit zu vermitteln.
Ihre Hilfe	
Ihre Unterstützung	In Situationen, in denen der Patient in seinen Äußerungsmöglichkeiten eingeschränkt ist, sind wir besonders auf Ihre Unterstützung angewiesen.
Persönliches Umfeld	Haben Sie keine Scheu davor, Ihren Angehörigen zu berühren. Erzählen Sie etwas aus seinem persönlichen Umfeld. Dies kann ihm entscheidende Orientierungshilfen geben und Sicherheit vermitteln. Bringen Sie ihm auch einige persönliche Gebrauchsgegenstände mit. Die eigene Armbanduhr, sein Wecker, ein Foto von Familienmitgliedern oder das vertraute Parfüm gestalten sein Umfeld persönlicher.
Hilfe bei der Körperpflege	Auch Sie können aktiv bei der Pflege mitwirken, wenn es die Situation des Patienten zulässt - z. B. bei der täglichen Körperpflege. Sprechen Sie unser Pflegepersonal darauf an.

Abb. 6.7 Auszug aus der Informationsbroschüre für Angehörige der Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und operative Intensivmedizin des Universitätsklinikums Münster.

- sie sind in kurzen, einfachen Sätzen verfasst,
- erklären Fachausdrücke,
- geben Beispiele,
- sind bildlich gestaltet und
- fassen die wichtigsten Aussagen nochmals zusammen.

Merke

Keinesfalls darf ein solches Merkheft aber das Gespräch mit dem Arzt oder der Pflegeperson ersetzen.

4. Einbezug der Angehörigen

Der Einbezug der Angehörigen in Behandlung und Pflege verschafft Verhaltenssicherheit auf der Station. Sie können einen Beitrag zur Betreuung des Patienten leisten, indem sie im Rahmen einer ausführlichen Pflegeanamnese zu Gewohnheiten des Patienten wichtige Informationen mitteilen. Auch können sie bei der Durchführung von Pflegetätigkeiten behilflich sein. Gelingt hier eine sachgerechte Anleitung, ist nicht nur eine Entlastung der Pflegenden erreicht, sondern der familiäre Beistand ermöglicht oft auch erst eine effektive psychologische Unterstützung für den Patienten. Die Angehörigen fühlen sich einbezogen und können ihrem Nächsten in seiner Not zur Seite stehen. Die gemeinsam verbrachte Zeit erleichtert zudem das Abschiednehmen vom anderen, wenn die Hilfemöglichkeiten erschöpft sind.

Befragungen von Angehörigen haben ergeben, dass sie bei Therapiemaßnahmen wie z. B. Absaugen nicht notwendigerweise aus dem Zimmer geschickt werden müssen. Gerade, wenn sie am Patientenbett mit tätig sind, wirkt eine solche Aufforderung eher befremdlich.

5. Koordinierende und dokumentierte Absprachen

Die bisherigen Maßnahmen (Begrüßen, Vorstellen, Informieren, Einbeziehen) sind Bestandteil eines übergreifenden Konzeptes zur Führung von Angehörigen auf der Intensivstation. In einem solchen Konzept steht die wechselseitige Absprache der beteiligten Berufsgruppen über den Aufklärungs- und Informationsstand der Familie im Mittelpunkt. Es ist notwendig, deren Informationsstand zu dokumentieren und für die Mitarbeiter transparent zu machen. Damit wird die Unsicherheit, wie viel man dem anderen wohl mitteilen dürfe, vermieden.

Fehlt die koordinierende Absprache, wird der medizinische Laie oftmals durch unterschiedliche, wenn nicht gar widersprüchliche Aussagen von Ärzten zum Zustand des Patienten in Verwirrung gestürzt. Eine häufige Situation ist die, dass z. B. der angefragte Chirurg aus seiner Sicht das Befinden des Kranken als gebessert bezeichnet („Der Bauch ist gut"), während der Anästhesist in Kenntnis der Lungenparameter von einer Verschlechterung des Zustandes spricht.

Eine weitere Ursache für Verunsicherung ist, wenn die Pflegeperson die nicht vermeidbaren Nachfragen von Angehörigen („Schwester, Sie haben Erfahrung, was meinen Sie?") nur ausweichend beantwortet bzw. immer wieder an den Arzt verweist.

Merke

Die ungeschickte und unkoordinierte Aufklärung führt im schlimmsten Fall zu einer nachhaltigen Beziehungsstörung zwischen Angehörigen und Behandelnden, die vom unverhohlenen Misstrauen bis hin zum Androhen forensischer Konsequenzen reicht. Ein gemeinsames Wissen um den Aufklärungsstand des Besuchers vermittelt ihm dagegen die Gewissheit: „Alle ziehen an einem Strick."

6. Bedürfnisorientierte Aufklärung

In Bezug auf die Aufklärung ist weiterhin zu beachten, dass sie sich am Informationsbedürfnis des Besuchers orientiert (▶ Abb. 6.8). Der jeweilige Informationswunsch von Angehörigen ist individuell unterschiedlich: Einige zeigen einen ausgeprägten Wunsch nach Information, etwa zur Frage nach Überlebenschancen oder zu geplanten und durchgeführten Diagnose- und Therapiemaßnahmen. Andere wiederum reagieren mit Verleugnung, indem sie die lebensbedrohliche Situation ihres Angehörigen nicht zur Kenntnis nehmen wollen.

Bei beiden Varianten handelt es sich um Möglichkeiten der Situationsbewältigung – das eine Mal durch eine informationssuchende, das andere Mal durch eine informationsmeidende Haltung. Das Aufklärungsverhalten hat diesen Bewältigungsstilen Rechnung zu tragen, um die Anpassung an die veränderte Lebenssituation zu fördern.

7. Stufenweise Aufklärung

Da die Bewältigung der Situation ein in Stufen ablaufender Prozess ist, darf die Aufklärung von Angehörigen nicht als einmaliges Geschehen begriffen werden. Das Konzept der Stufenaufklärung, wie aus anderen Bereichen der Medizin bekannt, ist hier zu vertreten.

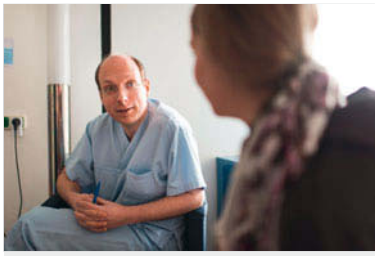


Abb. 6.8 Die Information und Aufklärung der Angehörigen orientiert sich immer am individuellen Informationsbedürfnis der Betroffenen.

Merke

Stufenaufklärung vollzieht sich, indem sich das Informationsverhalten analog zum sich verändernden Informationsbedürfnis des Angehörigen verhält.

Delegiert z. B. ein Besucher die Verantwortung für den Patienten gänzlich an das Behandlungsteam („Sie wissen schon, was zu tun ist"), zeigt er ein informationsmeidendes Bewältigungsverhalten. Diesem Bedürfnis entspricht eine verstehend-akzeptierende Haltung ohne umfängliche Aufklärung. Dabei sollte allerdings das Angebot immer wieder bekräftigt werden, dass bei Bedarf die Möglichkeit des Nachfragens besteht.

Im Verlauf der Behandlung kann derselbe Angehörige in eine Phase eintreten, in der er konkrete Information und offene Gespräche zur Situation des Patienten wünscht. Die „Dosis" der Informationsgabe ist demgemäß zu erhöhen.

8. „Strukturierte Familienbesprechungen"

Bei Angehörigen, deren Familienmitglied auf der Intensivstation verstirbt, ist es wichtig, sie im Prozess der Auseinandersetzung mit dieser Situation zu begleiten. Hierzu dienen „strukturierte Familienbesprechungen" (Wasser et al. 2001), die – gemäß Janssen und Graf (2007) – nach den VALUE-Regeln ablaufen:

- **Value:** Fragen und Einlassungen von Familienangehörigen wertschätzen und anerkennen.
- **Acknowledge:** Emotionen anerkennen.
- **Listen:** Zuhören.
- **Understand:** Fragen zur Person des Patienten stellen, um sich ein besseres Bild von ihm machen zu können.
- **Elicit:** Angehörige zu Fragen ermuntern.

Hilfreich ist zudem, den Angehörigen eine Informationsbroschüre über Trauer und Trauerarbeit mitzugeben. Ein Beispiel dafür ist auf der Homepage des New England Journal of Medicine abrufbar (http://content.nejm.org/cgi/content/abstract/356/5/469; Stand 12.08.2014).

Es hat sich gezeigt, dass ein solches Vorgehen den Angehörigen versterbender Patienten das Abschiednehmen von ihrem Lieben deutlich erleichtert.

9. Trauer zulassen

Nach dem Eintritt des Todes sollte dem Hinterbliebenen Gelegenheit gegeben werden, den Gefühlen freien Lauf zu lassen. Dazu ist es hilfreich, den Betroffenen vom Ort des Geschehens weg in einen geschützten Raum zu führen, in dem er seine ersten Trauerreaktionen ohne das Gefühl der Peinlichkeit und Scham ausdrücken kann. In amerikanischen Kliniken sind eigens dafür sog. „grief-rooms" (Trauerräume) eingerichtet worden.

Wichtig ist v. a., dass der Angehörige nicht allein gelassen wird. Er sollte von einer einfühlsamen und verständnisvollen Person begleitet werden, die sich nicht scheut, ihn tröstend in den Arm zu nehmen, schweigend zuzuhören oder mitfühlend die Hand zu halten. Der Trauernde muss fühlen, dass seine Reaktionen als angemessen für die Situation akzeptiert werden.

10. Rückkehr in die normale Situation ebnen

Nach der ersten Trauerreaktion sollte dem Angehörigen die Rückkehr in die normale Situation geebnet werden. Wenn er es wünscht, sollte er den Toten nochmals sehen dürfen. Ansonsten ist nachzufragen, welche anderen Familienmitglieder herbeizurufen seien. Auch sollte dem Angehörigen die Möglichkeit gegeben werden, am gleichen oder am nächsten Tag nochmals mit dem Arzt zu sprechen.

Diese Angebote zielen auf eine kurzfristige Überbrückung des krisenhaften Einbruchs durch den Tod des Patienten hin. Dazu gehört auch die Frage, wie der Besucher nun nach Hause kommt. Es kommt gar nicht selten vor, dass Angehörige nach Mitteilung einer „Hiobs-Botschaft" orientierungslos und verwirrt durch die Gänge des Krankenhauses irren.

6.4 Kommunikation im Team

Das Behandlungsteam ist im Alltag einer Intensivstation einer Vielzahl von Belastungen ausgesetzt. Dabei werden die Kommunikationsprobleme des interprofessionellen Teams als besonders ausgeprägt empfunden (Herrschbach 1991). Mit den psychosozialen Spannungen gehen oftmals negative Folgen für die Arbeits- und Betreuungsqualität einher. Zu diesen zählen

- Beeinträchtigung der Arbeitsabläufe durch Informationsmangel und fehlende Absprache,
- „Schwelbrände" im Team mit latenter Opposition und Machtkämpfen,
- Arbeitsunlust bis zu „innerer Kündigung", vermehrte Krankmeldungen, Burn-out und
- erhöhte Personalfluktuation.

Eine Verbesserung des Arbeitsklimas ist demnach anzustreben. Maßnahmen, um

diese qualitätssenkenden Faktoren zu vermeiden, betreffen die Bereiche
- der Organisationskultur und
- der Organisationsstruktur der Station.

6.4.1 Organisationskultur

Die Art der Organisationskultur ist erkennbar an der Verwirklichung von Werten, Regeln und Ritualen, in der Art der Beziehungsgestaltung, in der Sprache usw. Sie schafft die „geistige Wirklichkeit" der Station. Für die Entwicklung einer förderlichen Organisationskultur ist zu empfehlen:
- Gleichwertigkeit und Vernetzung
- Identifikation
- kommunikative Kompetenz der Leitung

► **Gleichwertigkeit und Vernetzung.** Gute Teamarbeit geht von der prinzipiellen Gleichwertigkeit der Teammitglieder und damit der am Therapieprozess Beteiligten aus. Jedes Teammitglied liefert mit seinen Möglichkeiten und Kompetenzen einen wertvollen Beitrag zum Gelingen des Ganzen. Therapeutische Aktivitäten werden aus diesem Blickwinkel nicht isoliert, sondern als untereinander vernetzt betrachtet. Erst das Zusammenwirken sämtlicher Bemühungen unter Berücksichtigung der Person des Patienten bestimmt den Behandlungserfolg. Mit anderen Worten bedeutet das etwa: Eine gute Medizin ist nur mit guter Pflege möglich, eine gute Pflege nur mit einer guten Medizin.

► **Identifikation.** Indem dem Einzelnen vermittelt wird, dass er für das Ganze wichtig ist, wird Identifikation mit der Organisation hergestellt. Diese wiederum ist Grundlage für den Erhalt der Leistungsmotivation und damit primär für den Erfolg und die Effektivität der Station verantwortlich.

► **Kommunikative Kompetenz der Leitung.** Die Verwirklichung der Organisationskultur ist Aufgabe der Führung. Sie muss aufgrund ihres Auftretens dem Mitarbeiter glaubwürdiges Vorbild sein. Voraussetzung ist, dass sie über kommunikative Kompetenz, Bereitschaft zur Übernahme von Verantwortung sowie die Fähigkeit zu innovativem Denken verfügt. Dagegen ist die auf reiner Amtsautorität basierende Mitarbeiterführung aus kommunikationspsychologischer Sicht der Ausdruck von Ohnmacht. Hier führen Autoritäten, die von den Mitarbeitern psychologisch bereits abgewählt worden sind.

6.4.2 Organisationsstruktur

Die Ebene der Organisationsstruktur stellt den Rahmen bereit, in dem der (Frei-) Raum zum wechselseitigen kommunikativen Austausch möglich wird.

► **Teambesprechungen.** Zum kommunikativen Austausch dienen regelmäßige Teambesprechungen (► Abb. 6.9), über die Mitarbeiter in Entscheidungsprozesse einbezogen werden. Planungen, die ihren Arbeitsbereich betreffen, werden in Absprache mit ihnen vorgenommen, Entscheidungen darüber über einen „informierten Konsensus" hergestellt.

► **Fokus-Gruppen.** Verantwortlichkeiten können auf sog. Fokus-Gruppen verteilt werden, die Lösungsvorschläge zu anstehenden Fragen der Arbeitsorganisation und -durchführung entwickeln. Erarbeitete Lösungen werden im Team diskutiert und nach gemeinsamer Abstimmung umgesetzt.

Aufgabe des Leiters ist es, die Gruppenprozesse im Sinne eines kooperativen Arbeitsbündnisses zu steuern. Zur Entwicklung und Wahrung des „Wir-Gefühls" muss er folgende Merkmale der Arbeitsgruppe akzentuieren:
- Orientierung an der gemeinsamen Aufgabe
- Duldung unterschiedlicher Meinungen
- intensive Kommunikation der Gruppenmitglieder untereinander
- angemessene Leistungsanforderung mit konstruktiver Kritik
- grundsätzliche Offenheit gegenüber Außenstehenden

► **Teamsupervisionen.** Die in jeder Gruppe auftretende „Betriebsblindheit" kann am ehesten von einem neutralen Dritten aufgegriffen und bewusst gemacht werden, der nicht in die gruppeninterne Dynamik verquickt ist. In regelmäßigen zeitlichen Abständen sind deshalb Teamsupervisionen sinnvoll, in denen sich die Gruppe in ihrem Verhalten zueinander und zum Patienten „kontrollieren" lässt.

Abb. 6.9 Teambesprechung auf einer Intensivstation.

Vorurteile, „blinde Flecken" in der Selbstwahrnehmung sowie Projektionen eigener Bedürfnisse und Gefühle auf die anderen können bearbeitet werden. Gleichermaßen können Strategien zur Überwindung institutioneller Schwierigkeiten entwickelt und eingeübt werden.

► **Fallbesprechungen.** Ein sinnvolles Instrument zur Überwindung berufsbedingter Barrieren sind Fallbesprechungen, in denen Ärzte und Pflegende aus ihrer Sicht die Behandlung kritisch Kranker darlegen. Die Vermittlung der jeweils anderen Perspektive schafft Handlungstransparenz und Verständnis füreinander.

► **Balint-Gruppen.** Eine besonders hohe Stufe an kommunikativem Problembewusstsein ist dann erreicht, wenn sog. Balint-Gruppen in die Stationskultur implementiert werden können. Hierbei handelt es sich um Trainingsgruppen, in denen die unbewussten Kommunikationsprozesse zwischen dem Patienten und seinem Helfer bearbeitet werden. Ein geschulter Psychotherapeut begleitet die Gruppe. Er übernimmt eine führende und sichernde Aufgabe, vergleichbar einem Bergführer in einer Seilschaft. Wichtige Voraussetzungen für eine erfolgreiche Balint-Arbeit sind
- Freiwilligkeit der Teilnahme,
- Bereitschaft zur Selbstreflexion und
- zeitliche Kontinuität der Gruppe außerhalb der Stationshektik.

Obwohl häufig empfohlen, zeigt die Realität, dass die Einführung von Balint-Gruppen auf der Intensivstation wenig Erfolg versprechend ist. Die meisten Versuche in diese Richtung scheitern nach kurzer Zeit. Organisatorisch-zeitliche Hindernisgründe spielen dabei ebenso eine Rolle wie persönliche Widerstände der Gruppenteilnehmer, sich über Gebühr zu offenbaren.

► **Therapeutische Professionalität.** Die vorgestellten Angebote zum Gespräch stellen im weitesten Sinne eine Weiterbildungsmaßnahme dar. Durch die Verbesserung der sozialen Kompetenzen befähigen sie zu therapeutischer Professionalität. Bestimmte persönliche Voraussetzungen, die jedes Teammitglied mitbringt, wirken dabei unterstützend. Hierzu zählen Kontakt-, Entscheidungs- und Lernfähigkeit, ein gewisses Maß an Frustrationstoleranz sowie eine weitgehend positiv-bejahende Grundeinstellung.

Praxistipp

Bereits bei der Auswahl von Mitarbeitern sollten auch diese Gesichtspunkte berücksichtigt werden, um unnötigen Konfliktspannungen im Team vorbeugend zu begegnen.

6.5 Intensivtagebuch

Peter Nydahl, Dirk Knück

6.5.1 Hintergrund

Die Intensivmedizin und -therapie sichern in den meisten Fällen das Überleben kritisch kranker Patienten. Viele Intensivpatienten zeigen nach ihrer Entlassung allerdings erhebliche physische und psychische Probleme, die durch die Intensivtherapie erst verursacht worden sind. Allgemein entwickeln sich bei etwa 35 % aller beatmeten Patienten und bei bis zu 50 % aller Patienten, die eine Woche und länger auf einer Intensivstation bleiben, im späteren Verlauf funktionelle Defizite (Desai et al. 2011). Nach einem Jahr zeigt durchschnittlich ein Drittel ehemaliger Intensivpatienten eine neu entwickelte Depression, Angst oder eine posttraumatische Belastungsstörung (PTBS). Die Folgen wirken sich auch auf das Berufsleben aus. So nehmen etwa 50 % aller Überlebenden auch nach einem Jahr noch nicht am Berufsleben teil und etwa ein Drittel aller ehemaligen Intensivpatienten wird nie wieder in ihrem Beruf arbeiten.

Der Symptomenkomplex wird als **Post Intensive Care Syndrom** zusammengefasst. Ursachen hierfür können zum einen die Gabe von Schlaf- und Beruhigungsmitteln, muskelrelaxierende Medikamente oder Kortisone, Blutzuckerschwankungen und Immobilität sowie fehlende oder bruchstückhafte Erinnerung an die Behandlung sein. Patienten und auch ihre Angehörigen machen dabei Erfahrungen, die völlig neu für sie sind. Die Patienten haben Erinnerungen, von denen sie nicht wissen, ob der Inhalt dieser Erinnerungen tatsächlich stattgefunden hat oder nur geträumt wurde. Diese Unsicherheit und die Unwissenheit über die Vorgänge während ihres Intensivaufenthaltes können dazu führen, dass die Patienten später Schwierigkeiten haben, sich realistische Rehabilitationsziele zu setzen, weil sie nicht verstehen (können), was mit ihnen geschehen ist.

Auch Familien leiden darunter, wenn ein Angehöriger auf der Intensivstation liegt. Dieses Leiden besteht aber auch noch nach der Entlassung. Zwei bis sechs Monate nach der Entlassung des Patienten zeigt ein Drittel der Angehörigen eine PTBS oder Angststörungen, ein Viertel haben Depressionen und 5–46 % der Hinterbliebenen eine komplizierte Trauer (Davidson et al. 2012).

Zur Unterstützung des Genesungsprozesses für kritisch Kranke und ihre Angehörige kann ein Intensivtagebuch eingesetzt werden.

Definition

Das Intensivtagebuch ist ein Tagebuch, das von Pflegenden und Angehörigen und anderen während der Zeit der Bewusstseinsstörung eines Patienten auf der Intensivstation geschrieben wird. Der Patient kann das Tagebuch später lesen und verstehen, was passiert ist. Die Risiken psychosozialer Komplikationen können dadurch gesenkt werden.

► **Indikationen.** Nach Literaturrecherche wurde der Einsatz des Intensivtagebuches auf sedierte, beatmete Intensivpatienten mit einer Beatmungsdauer von mehr als 2 Tagen und voraussichtlicher Überlebenschance beschränkt. Vereinzelte Studien und die klinische Erfahrung zeigen heute, dass auch nicht beatmete Patienten (z. B. bei nicht beatmetem Delir, Patienten mit zerebralen Entzündungen) sowie Angehörige bei sterbenden Patienten von dem Tagebuch profitieren können. Das Intensivtagebuch kann bei allen Patienten mit Bewusstseinsstörungen eingesetzt werden. Bei Patienten mit bleibender Bewusstseinsstörung oder infauster Prognose profitieren v. a. die Angehörigen davon.

Als Indikationen gelten somit Intensivpatienten mit einer Bewusstseinsstörung ≥ 3 Tage. Eingeschränkt indiziert ist das Intensivtagebuch bei:

- fremdsprachigen Patienten (hier kann das Tagebuch den Angehörigen zur Verfügung gestellt werden) und
- Patienten, die kein Sprachverständnis mehr haben (z. B. schwere Demenz, schwere Aphasie).

► **Schreibstil.** In einem Tagebuch wird in einer für den Patienten verständlichen Sprache geschrieben. Der Schreibstil ist wertschätzend, ehrlich und beschreibend.

Ins Intensivtagebuch gehören nicht:

- Diagnosen oder Nebendiagnosen
- Teamkonflikte
- Therapieentscheidungen
- persönliche Probleme
- beleidigende Formulierungen
- juristisch fragwürdige Formulierungen

► **Inhalte.** Aus Sicht der Patienten kommt den Einträgen der Angehörigen die höchste Bedeutung zu. Einträge von Pflegenden helfen Patienten eher, die Schwere der Erkrankung zu realisieren (Egerod et al. 2011b). Die Einträge in einem Tagebuch beinhalten im Allgemeinen:

- Ersteintrag: eine Beschreibung der Geschehnisse, die zum Aufenthalt auf der Intensivstation geführt haben (diese Einträge sind i. d. R. länger als folgende Einträge),
- folgende Einträge: zum möglichen Erleben und Wahrnehmen, Kommunikation und Verhalten des Patienten, Krankheitsverlauf,
- Meilensteine wie ein erstes Auf-der-Bettkante-sitzen oder Vor-dem-Bettstehen, Spontanatmungsversuche, Extubation, Schluckversuche, Verlegung usw.

Hilfreich sind weiterhin Formulierungen als reflexive Fragen, die den Patienten anregen, über das Erlebte nachzudenken („Ich frage mich, wie Sie das Geräusch der Beatmung wahrnehmen?“), und sie hierdurch Fehlinterpretationen (rhythmisches Zischen der Beatmung war keine Dampfmaschine) korrigieren können.

► **Dosierung.** Es wird empfohlen, ab dem ersten Tag ein Tagebuch zu führen. Wird erst später begonnen, wenn sich z. B. bei einem kurzfristig geplanten Verlauf Komplikationen einstellen, können die vorherigen Tage auch nachträglich beschrieben werden. Damit aus Patientensicht der Verlauf nachvollziehbar gelesen und verstanden werden kann, ist zu Beginn, nach dem Ersteintrag, ein Eintrag pro Schicht, im weiteren Verlauf ein Eintrag pro Tag sinnvoll.

Ausgenommen von dieser Empfehlung sind die Einträge von Angehörigen. Hier ist die Empfehlung: So häufig wie möglich.

► **Dauer und Übergabe.** Ein Tagebuch wird solange geschrieben, bis der Patient von der Intensivstation verlegt wird oder dort verstorben ist. Bei Verlegungen in andere, weiterführende Einrichtungen kann das Tagebuch den Angehörigen oder dem Patienten mitgegeben werden. In Skandinavien ist es üblich, dem Patienten das Tagebuch einige Tage später zu übergeben und mit ihm gemeinsam zu lesen. Ein Besuch durch die Intensivpflegekraft auf der Abteilung ist für die Wirksamkeit eines Tagebuches nicht zwingend notwendig, jedoch soweit es möglich ist, wünschenswert.

► **Fotos.** Wenn von Patienten während des Intensivaufenthaltes Fotos gemacht werden, die auf Wunsch des Patienten später in das Tagebuch eingefügt werden,

ist dies aus Patientensicht sehr hilfreich, um die Geschichte zu rekonstruieren. In Skandinavien und England wird dies häufig gemacht und Patienten bewerten dies als außerordentlich hilfreich. Aus juristischer Sicht dürfen Fotos nur mit Einverständnis des Patienten (oder des Betreuers) gemacht werden. In Deutschland gibt es einige wenige Intensivstationen, die mit Fotos arbeiten und hierzu das Einverständnis der Angehörigen vorher einholen. Es wird empfohlen, das Vorgehen mit der Klinikleitung abzusprechen.

Wenn Fotos gemacht werden, müssen die Datenschutzbestimmungen berücksichtigt werden. Ebenso muss darauf geachtet werden, dass die Fotos den Patienten in einer würdevollen Situation ablichten. Sinnvoll sind außerdem Fotos, auf denen der Patient nicht alleine abgebildet wird, sonst denkt er, er wäre dort alleine gewesen. Wenn Einverständnisse vorliegen, sind Fotos nach der Aufnahme, im Verlauf, bei Meilensteinen und kurz vor der Entlassung empfehlenswert.

► **Form.** Das Intensivtagebuch ist an keine bestimmte Form gebunden. Prinzipiell kann es in DIN A4 oder DIN A5 und gebundener Form sein. Sinnvoll sind einführende Texte, ggf. Fotos vom Team oder der Station. Vorlagen und Beispiele sind unter www.intensivtagebuch.de (Stand: 13.08.2014) verfügbar.

► **Evidenz.** Mittlerweile liegt eine gute Evidenz für die Wirksamkeit des Intensivtagebuches vor. Intensivtagebücher reduzieren das Auftreten einer PTBS bei Patienten (Jones et al. 2010, Garrouste-Orgeas et al. 2011) und Angehörigen (Jones et al. 2012). Es kann wahrscheinlich auch Angst und Depressionen reduzieren (Knowles et al. 2009). Die Wirkung auf einzelne Aspekte der Lebensqualität ehemaliger Intensivpatienten konnte bis zu 3 Jahren nach dem Aufenthalt nachgewiesen werden (Bäckman et al. 2010). Tagebücher verbessern durch den ganzheitlichen und persönlichen Ansatz die Qualität der Pflege (Roulin et al. 2007, Gjengedal et al. 2010). Das Tagebuch wird von Patienten und Angehörigen als wertvoll und hilfreich bewertet, auch in Deutschland (Bäckman u. Walther 2001, Robson 2008, Nydahl et al. 2011, Egerod et al. 2011b). Einige Studien haben auch den Grad der Implementierung und die Ansicht von Pflegenden zum Tagebuch untersucht (Egerod et al. 2007, Åkerman et al. 2010, Gjengedal et al. 2010, Nydahl et al. 2010).

6.5.2 Beispiele für Tagebucheinträge

09.12.2014
Sehr geehrter Herr Müller,
Sie sind gestern zu uns auf die Intensivstation gekommen. Ihre Frau hat bemerkt, dass Sie nicht mehr richtig sprechen können, und auch die Kraft im linken Arm nachgelassen hat. Sie hat Sie in die Klinik gebracht, und man hat eine Blutung im Gehirn gefunden, die dann operiert worden ist. Nach der Operation sind Sie zu uns gekommen, damit wir Sie für ein paar Tage überwachen. Sie haben noch einen Schlauch im Hals, der Ihnen beim Atmen hilft. Auch sind Sie an viele Kabel und Schläuche angeschlossen und ich hoffe, dass Sie nicht allzu sehr erschrecken, wenn Sie aufwachen. Noch bekommen Sie ein Medikament, mit dem Sie schlafen können. Trotzdem Sie schlafen, bewegen wir Sie regelmäßig und übernehmen auch die Körperpflege für Sie. Wir sprechen mit Ihnen, und erklären alles, was wir tun. Können Sie sich an unsere Worte erinnern? Ich hoffe, dass Sie eine gute Nacht verbringen. Ich bin morgen früh wieder für Sie da.

10.12.2014
Guten Morgen Herr Müller,
ich erlebe Sie heute etwas wacher als gestern. Wir haben das Medikament, welches Sie zum Schlafen bekommen haben, gestoppt, sodass Sie nun wieder wach werden können. Manchmal geht es ganz schnell, dass man wach wird, bei anderen Patienten dauert es etwas länger. Hin und wieder öffnen Sie schon die Augen und ich weiß nicht, was Sie sehen können. Vielleicht nehmen Sie die Geräusche um Sie herum wahr oder Sie erkennen eine vertraute Stimme. Ihre Frau kommt jeden Morgen zu Besuch und freut sich über jeden kleinen Fortschritt, den sie sieht.

12.12.2014
Hallo Herr Müller,
Sie haben immer noch den Schlauch, der Ihnen beim Atmen hilft. Auch wenn Sie schon wieder selber atmen, brauchen Sie immer noch ein wenig Unterstützung vom Beatmungsgerät. Ich hoffe, dass Sie der Schlauch nicht allzu sehr stört. Oft wurde uns von ehemaligen Patienten berichtet, dass v. a. das Husten mit dem Schlauch im Hals sehr unangenehm ist. Wir versuchen Ihnen so gut es geht, dabei zu helfen.

Heute haben wir Sie das erste Mal seit Ihrer Operation in einen Lehnstuhl gesetzt. Sie haben aufmerksam aus dem Fenster geschaut und ich frage mich, was Sie dort gesehen haben? Haben Sie den Schnee betrachtet, der vor dem Fenster lag?

13.12.2014
Guten Morgen Herr Müller,
wahrscheinlich lässt die Wirkung des Schlafmittels, welches Sie in den Tagen nach der Operation bekommen haben, nach. Sie wirken auf mich sehr unruhig und ich glaube, Sie verstehen noch nicht genau, was um Sie herum passiert. Wahrscheinlich machen Ihnen die Kabel Angst und durch den Schlauch, der Ihnen beim Atmen hilft, können Sie auch nicht sprechen. Wir passen gut auf Sie auf und Sie müssen sich keine Sorgen machen.

14.12.2014
Guten Tag Herr Müller,
heute haben wir den Beatmungsschlauch entfernen können. Das ist ein großer Schritt für Sie. Nun müssen Sie fleißig trainieren und wir unterstützen Sie nach Kräften dabei. Sie sind auf dem richtigen Weg.

15.12.2014
Guten Morgen Herr Müller,
nach einer Woche auf der Intensivstation dürfen Sie heute auf die Bettenabteilung. Auch wenn Sie noch sehr müde sind, haben Sie große Fortschritte gemacht. Ihre Frau ist sehr stolz auf Sie und unterstützt Sie, wo sie kann. Bereits in 2 Tagen können Sie in die Rehabilitation und ich hoffe, dass Sie sich wieder ganz erholen. Wir wünschen Ihnen alles Gute.

6.5.3 Implementierung

Tagebücher werden in Skandinavien auf 40–76 % der Intensivstationen geführt (Egerod et al. 2011a). Trotz der Vorteile des Tagebuches gibt es einige Herausforderungen in der Umsetzung. In Frankreich berichten v. a. jüngere Pflegekräfte von einer Distanzproblematik, wenn sie sich während des Schreibens mit einem Patienten näher beschäftigen. Ältere Mitarbeiter haben dieses Problem nicht (Perier et al. 2013). Schwierigkeiten beim Schreiben bzgl. der Wortwahl und einer deutlichen Handschrift können ebenfalls auftreten (Egerod et al. 2007). In einer Umfrage in Deutschland wurden v. a. bürokratische Strukturen und Zeitmangel als größte Barrieren in der Umsetzung des Intensivtagebuches genannt (Knück u. Nydahl 2010). In einer Studie zur Zeiterfassung des Tagebuchschreibens wurde im deutschsprachigen Raum eine durchschnittliche Dauer von 9:30 min für den Ersteintrag und 5:30 min für folgende Einträge ermittelt (Nydahl et al. 2014).

Empfehlenswert für die Implementierung ist:

- Einverständnis der Klinikleitung und der Teamleitung einholen.
- Mögliche Barrieren im Vorfeld identifizieren und Lösungen entwickeln.

- Kerngruppe bilden (Dauer: ca. 1 h):
  - Aussehen und Inhalt des Tagebuchs festlegen.
  - Informationen für das Team festlegen.
  - Gegebenenfalls schreiben üben.
  - Verwaltungstechnische Fragen klären (wo liegen die Tagebücher usw.).
  - Ansprechpartner für weitere Fragen festlegen.
- Probelauf bei 1–2 Patienten durchführen.
- Gegebenenfalls überarbeiten.
- Implementierung umsetzen (auch Einarbeitungskatalog, QM usw.)
- Evaluation durchführen:
  - Patienten und Angehörige befragen.
  - Kennzahlen erfassen (Anzahl der Tagebücher pro Jahr, Übergabe usw.)

6.5.4 Weitere Möglichkeiten der Nachsorge

Neben dem Schreiben eines Intensivtagebuchs gibt es weitere Möglichkeiten, die Nachsorge von Intensivpatienten umzusetzen. Hier sind u. a. zu nennen (Egerod et al. 2013):

- Nachsorgeflyer, die auf häufige Probleme bereits im Vorfeld hinweisen;
- Broschüren über die „Zeit nach der Intensivstation", die bei der Sepsishilfe bestellt werden können;
- Nachsorgebesuche 1–2 Wochen nach Verlegung, bei denen Patienten besucht werden oder Patienten nochmal auf die Station kommen;
- PTBS-Screening;
- Selbsthilfegruppen für ehemalige Intensivpatienten, die von Intensivpflegenden begleitet werden.

6.6 Leseservice

6.6.1 Literatur

Aldridge A et al. Where am I? Music therapy applied to coma patients. J. of the Royal Soc. Of Med. 1990; 83: 2623

Bone HG, Ortmann J, Freyhoff J. Angehörige auf der Intensivstation. Intensivmedizin up2date 2013; 9: 37–49

Curtis JR, White DB. Practical guidance for evidence-based ICU family conferences. Chest 2008; 134: 835–843

Fröhlich A. Basale Stimulation – das Konzept. Düsseldorf: Selbstbestimmtes Leben; 1999

Geisler L. Arzt und Patient – Begegnung im Gespräch. 3. Aufl. Frankfurt: Pharma; 1992

Gibb P et al. Intensive Care: A guide for patients and relatives. Milton Keynes: ICUsteps; 2010; im Internet: http://www.icusteps.org/assets/files/IntensiveCareGuide.pdf; Stand: 13.08.2014

Gustorff D. Lieder ohne Worte. Musiktherapeutische Rundschau 1990; 11: 120

Hannich HJ. Medizinische Psychologie in der Intensivmedizin. Berlin: Springer; 1987

Hannich HJ. Psychosomatik. In: Lawin P. Praxis der Intensivbehandlung. Stuttgart: Thieme; 1994

Herrschbach P. Stress im Krankenhaus – Die Belastungen von Krankenpflegekräften und Ärzten/Ärztinnen. Psychother Psychosom Med Psychol 1991; 5: 176

Janssen U, Graf J. Das Unfassbare verstehen: Kommunikation mit Angehörigen von sterbenden Patienten auf der Intensivstation. Intensivmed 2007; 44: 325

Klapp BF. Psychosoziale Intensivmedizin. Berlin: Springer; 1983

Ledoux JE. Brain mechanisms of emotion and emotional learning. Current opinion in Neurobiology 1992; 2: 191

Meyer W, Balck F. Psychologische Betreuung von Angehörigen. In: Bengel J, Hrsg. Psychologie in Notfallmedizin und Rettungsdienst. Berlin: Springer; 1997

Mindell A. Schlüssel zum Erwachen. Freiburg i. Br.: Walter; 1988

Plenk M. Physiologische Reaktionen von Patienten im Wachkoma bei Musiktherapie als Nachweis für Wahrnehmung, Bewußtsein und Reaktionsvermögen [Inaug. Diss. Medizin]. Leipzig: Universität Leipzig; 2000

Robinson JS. The psychological effects of intensive care. I only wanted to know: Am I going to live? Am I going to die? Anaesthesist 1975; 24: 416

Schiefenhövel W et.al. Mimik und Emotion. Verhaltensbiologische Aspekte. In: Schubert V, Hrsg. Der Mensch und seine Gefühle. St.Ottilien: Eos; 1985

Schrader D, Schrader N. Lärm auf Intensivstationen und dessen Auswirkungen auf Patienten und Personal. Teil 1. intensiv 2000; 9,3: 96

Schulz v. Thun F. Miteinander Reden. Störungen und Klärungen – Allgemeine Psychologie der Kommunikation. Reinbek: Rororo; 1981

Stiftung Pflege. Angehörigen-freundliche Intensivstation. Im Internet: http://www.stiftung-pflege.info/page1/page101/page101.html; Stand: 12.08.2014

Tausch S et al. Kommunikation mit Intensivpatienten – (k)ein Problem!? Intensiv 2011; 19: 86–92

Wasser T. et al. Establishing reliability and validity of the critical care family satisfaction survey. Crit. Care Med. 2001; 29: 192

Wendt M. Die Intensivbehandlung und ihre Belastungsfaktoren. In: Hannich HJ et al., Hrsg. Psychosomatik der Intensivmedizin. Stuttgart: Thieme; 1983

Wensing R et al. Stressverarbeitung von Patienten auf der Intensivstation. Report Psychologie 1989; 3: 8

Zieger A. Dialogaufbau in der Frührehabilitation mit Komapatienten auf der Intensivstation. In: Neander KD et al., Hrsg. Handbuch der Intensivpflege. Landsberg: ecomed; 1993

Zieger A. Klinische Neurorehabilitation und Neuroethik. Wahrnehmungen, Erfahrungen, Erkenntnisse [Habil. Schrift]. Oldenburg: Universität Oldenburg; 1999

Zieger A. Neuropsychologie und Körpersemantik am Beispiel von Wachkoma-Patienten. In: Hannich HJ et al., Hrsg. Inkorporation-Verkörperung-Leiblichkeit. Lengerich: Pabst; 2002

Intensivtagebuch

Åkerman E, Granberg-Axéll A, Anders Ersson A, Bengt Fridlund B, Bergbom I. Use and practice of patient diaries in swedish intensive care units: A national survey. Nursing in Critical Care 2010; 15 (1): 26–33

Bäckman CG, Walther SM. Use of a personal diary written on the ICU during critical illness. Intensive Care Med 2001; 27 (2): 426–9

Bäckman CG, Orwelius L, Sjöberg F, Fredrikson M, Walther SM. Long-term effect of the ICU-diary concept on quality of life after critical illness. Acta Anaesthesiol Scand 2010; 54 (6): 736–43

Bergbom I, Svensson C, Berggren E, Kamsula M. Patients' and relatives' opinions and feelings about diaries kept by nurses in an intensive care unit: pilot study. Intensive Crit Care Nurs 1999; 15 (4): 185–91

Davidson JE, Jones C, Bienvenue OJ. Family response to critical illness: Postintensive care syndrome-family. Crit Care Med 2010; 40 (2): 618–24

Desai SV, Law TJ, Needham DM. Long-term complications of critical care. Crit Care Med 2011; (39) 2: 371–9

Egerod I, Schwartz-Nielsen KH, Hansen GM, Laerkner E. The extent and application of patient diaries in Danish ICUs in 2006. Nurs Crit Care 2007; 12 (3):159–67

Egerod I, Christensen D. Analysis of patient diaries in Danish ICUs: a narrative approach. Intensive Crit Care Nurs 2009; 25 (5): 268–77

Egerod I, Storli SL, Åkerman E. Intensive care patient diaries in Scandinavia: A comparative study of emergence and evolution. Nurs Inq 2011a; 18 (3): 235–46

Egerod I, Christensen D, Schwartz-Nielsen KH, Ågård AS. Constructing the illness

narrative: A grounded theory exploring patients' and relatives' use of intensive care diaries. Crit Care Med 2011b; 39 (9), 1922–8

Egerod I, Risom SS, Thomsen T, Storli SL, Eskerud RS, Holme AN, Samuelson KA. ICU-recovery in Scandinavia: A comparative study of intensive care follow-up in Denmark, Norway and Sweden. Intensive Crit Care Nurs 2013; 29 (2): 103–11

Engström A, Grip K, Hamrén M. Experiences of intensive care unit diaries: 'touching a tender wound'. Nurs Crit Care 2009; 14 (2): 61–7

Garrouste-Orgeas M, Coquet I, Perier A, Timsit JF, Pochard F, Lancrin F, Philippart F, Vesin A, Bruel C, Blel Y, Angeli S, Cousin N, Carlet J, Misset B. Impact of an intensive care unit diary on psychological distress in patients and relatives. Crit Care Med 2012; 40 (7): 2033–40

Gjengedal E, Storli SL, Norlemann Holme A, Eskerud RS. An act of caring – patient diaries in Norwegian intensive care units. Nursing in Critical Care 2010; 15 (4):176–84

Jones C, Bäckman C, Capuzzo M, Egerod I, Flaatten H, Granja C, Rylander C, Griffiths RD; RACHEL group. Intensive care diaries reduce new onset posttraumatic stress disorder following critical illness: a randomised, controlled trial. Crit Care 2010; 14(5): R168

Jones, C, Bäckman C, Griffith C. Intensive Care diaries reduce PTSD-related symptoms in relatives following critical illness. Am J Crit Care 2012: 21 (3): 172–176

Knowles RE, Tarrier N. Evaluation of the effect of prospective patient diaries on emotional well-being in intensive care unit survivors: a randomized controlled trial. Crit Care Med 2009; 37 (1): 184–91

Knück D, Nydahl P. Das Intensivtagebuch in Deutschland. Intensiv 2008; 5 (16): 249–55

Knück D, Nydahl P. Einführung des Intensivtagebuches: Erste Erfahrungen sind positiv. Pflegen Intensiv 2010; 3 (10): 36–40

Nydahl P, Knück D, Egerod I. The extend and application of patient diaries in German Intensive Care Units. Connect – The World of Critical Care Nursing 2010; 7 (2): 122–6

Nydahl P, Knück D, Bischoff K, Fritzsch A. Evaluationsstudie. Das Tagebuch war eine große Hilfe für mich. Pflegen Intensiv 2011; 1: 29–34

Nydahl P, Bäckman C, Bereuther J, Thelen M. Zeitaufwand für das Schreiben eines Intensivtagebuches. Pflegen Intensiv 2014, 38–42

Perier A, Revah-Levy A, Bruel C et al. Phenomenological analysis of health care worker perceptions of intensive care unit diaries. Crit Care 2013; 21; 17(1): R13

Robson W. An evaluation of patient diaries in intensive care. World of critical care nursing 2008; (6) 2: 34–37

Roulin MJ, Hurst S, Spirig R. Diaries written for ICU patients. Qual Health Res 2007; 17(7): 893–901

6.6.2 Internetadressen

http://www.intensivtagebuch.de
http://www.icu-diary.org
http://www.icusteps.org
http://www.sepsis-hilfe.org

Kapitel 7

Förderung des Bewusstseins, der Wahrnehmung und der Orientierung

7.1	Zum Einstieg	*138*
7.2	Bewusstsein	*138*
7.3	Situation des Intensivpatienten	*140*
7.4	Förderung des Bewusstseins und der Orientierung	*141*
7.5	Pflegeanamnese und individuelle Pflege	*146*
7.6	Integration von Angehörigen	*148*
7.7	Strukturieren des Tagesablaufs	*149*
7.8	Wenn nichts mehr geht	*152*
7.9	Leseservice	*152*

7 Förderung des Bewusstseins, der Wahrnehmung und der Orientierung

Gabriele Bartoszek, Peter Nydahl

7.1 Zum Einstieg

Fallbeispiel

Frau Sander lag seit 2 Wochen auf der Intensivstation. Sie war eine nette, humorvolle Dame Ende 60 und schien mit ihrer Erkrankung – Polyradikulitis, d. h. fast vollständige Lähmung bei erhaltenem Bewusstsein – gut umgehen zu können. Als ich einmal bei ihr eine EKG-Elektrode am Brustkorb neu befestigen musste und dabei von oben unter ihr Hemd griff, drehte sie ihren Kopf und tat so, als würde sie nach mir schnappen. Sie lachte, weil ich so erschrocken zur Seite sprang: „Peter, ich hab' doch nur Spaß gemacht!" Wir verstanden uns gut. Eines Nachts flüsterte sie mir zu: „Du, Peter, ich muss dir mal was sagen!" – „Was gibt's denn?" – „Ich seh' hier andauernd Elefanten durchs Zimmer laufen!" – „Elefanten?" – „Ja, und ich find' das so komisch …" – „Wo sehen Sie denn die Elefanten?" – „Da hinter dem Vorhang … Ich werd' doch nicht verrückt, oder?"

Ist Frau Sander „verwirrt", bewusstseinsgestört? Ist sie delirant? Oder hat sie nur etwas falsch wahrgenommen?

7.2 Bewusstsein

Definition

Bewusstsein ist der Ort des menschlichen Erlebens und Erkennens, auf den ein beabsichtigter, verstandesvermittelter Zugriff möglich ist (Georg u. Frowein 1999).

Der Begriff „Bewusstsein" wird gegenwärtig in 4 Bedeutungen diskutiert:

- als Gesamtheit verschiedener Sinneszustände wie Wahrnehmung, Erinnern, Denken;
- als Gesamtheit der mentalen Repräsentationen (Widerspiegelungen) einer objektiv existierenden Welt. Die Inhalte des Bewusstseins werden erzeugt und geformt durch menschliche Erkenntnisprozesse;
- als Gesamtheit der mentalen Inhalte, deren sich ein Subjekt (momentan) gewärtig ist. In diesem Sinn ist Bewusstsein auf etwas gerichtet, es besitzt Intentionalität (Gerichtetheit, Beabsichtigungsvermögen) und Vigilanz (Wachheit). Gegensatz: das Unbewusste;
- als rückbezügliches System, das sich seiner selbst gewärtig ist (im Gegensatz zu einem Computerprogramm).

Unser Bewusstsein wird durch die Informationen beeinflusst, die wir aus unserem Körper und der Umgebung erhalten. Fröhlich (2006) verweist diesbezüglich u. a. auf das wechselseitige Zusammenspiel von Wahrnehmung, Bewegung, Kommunikation und Orientierung.

Problematisch wird es, wenn ein oder gleich mehrere Faktoren sich verändern. Die Wahrnehmung vieler Intensivpatienten ist durch die Sedierung, die existenzielle Grenzerfahrung, Sorge oder auch durch das erzwungene Nichtstun, von Langeweile bis hin zur sensorischen Deprivation, verändert. Die Beweglichkeit kann aufgrund der Schmerzen, verschiedener Zu- und Ableitungen bis hin zur Immobilität behindert sein, die Wahrnehmung auf das direkte Umfeld beschränkt und die räumliche und v. a. zeitliche Orientierung ist auf Information von anderen angewiesen. Immobilität kann wiederum zu Wahrnehmungsveränderungen führen. Führen Sie dazu das folgende Experiment durch.

Lernaufgabe

Bitten Sie eine Person Ihrer Wahl, sich mit Ihnen zusammenzusetzen. Eine Person schließt die Augen, öffnet eine Hand mit der Handfläche nach oben und hält die Hand dann still. Die andere Person sucht sich einen beliebigen, kleinen Gegenstand und legt ihn in die Handfläche der anderen Person, die den Gegenstand in Größe, Form, Material, Gewicht, Temperatur beschreiben und daraus auf die Identität des Gegenstandes schließen soll. Nach einer Minute kann der Gegenstand von der sehenden Person in der Hand der nicht sehenden hin- und her bewegt werden. Werden die Informationen deutlicher? Nach einer weiteren Minute kann die nicht sehende Person ihre Hand aktiv bewegen und den Gegenstand begreifen. Wiederholen Sie dies mit anderen Gegenständen und wechseln Sie dann auch.

Sie werden anhand des Experimentes bemerkt haben: Einige der Ihnen angebotenen Informationen scheinen eindeutig, andere wiederum zweifelhaft. Unser Bewusstsein wird sich daran orientieren, was ihm am glaubwürdigsten erscheint. „Der Mensch schafft die Vorstellung von sich und seiner Umwelt selbst" (Pickenhain 1998), eine individuelle Interpretation und mentale Repräsentation, die für den Einzelnen **subjektiv** wahr ist und Gültigkeit besitzt.

7.2.1 Bewusstseinsveränderungen

Der Begriff „Bewusstseinsveränderungen" wird unterschiedlich definiert und beschreibt i. d. R. einen Symptomkomplex, der vielfältige unterschiedliche Ursachen haben kann. Es wird zwischen quantitativen und qualitativen Bewusstseinsveränderungen unterschieden:

- Quantitative Bewusstseinsveränderungen beschreiben das Ausmaß an Wachheit bzw. die Vigilanz.
- Qualitative Bewusstseinsveränderungen bezeichnen Bewusstseinstrübungen, -einengungen oder -verschiebungen (Grunst u. Sure 2010). Sie werden weiter in akute und chronische Veränderungen differenziert.

Quantitative Bewusstseinsveränderung

Quantitative Bewusstseinsstörungen werden unterschieden in

- Wachheit,
- Somnolenz (schläfrig, erweckbar),
- Sopor (nur auf starke Schmerzreize erweckbar) und
- Koma (nicht mehr erweckbar).

Die deutsche Leitlinie „Analgesie, Sedierung und Delirmanagement in der Intensivmedizin" (2009) empfiehlt, mindestens alle 8 Stunden eine aktuelle Einschätzung zur Erfassung von quantitativen Bewusstseinsveränderungen vorzunehmen. Dies ist mithilfe der Richmond Agitation and Sedation Scale (RASS) möglich, bei der ein Patient auf einer 10-stufigen Skala von -5 (nicht erweckbar) über 0 (aufmerksam-ruhig) bis +4 (sehr streitlustig) eingestuft wird.

Qualitative Bewusstseinsveränderungen

Chronische qualitative Bewusstseinsveränderungen

Die chronische, qualitative Bewusstseinsveränderung beschreibt eine irreversible, länger bestehende und ggf. fortschreitende Verschlechterung des Intellekts bzw. eine Veränderung der Persönlichkeit, die gekennzeichnet ist durch

- die verminderte Fähigkeit, Umgebungsreize zu interpretieren,
- die verminderte Fähigkeit, intellektuelle Denkprozesse auszuführen, sowie durch
- Gedächtnisstörungen, Orientierungsstörungen und Verhaltensstörungen.

Ursächliche oder beeinflussende Faktoren einer chronischen qualitativen Bewusstseinsstörung sind u. a. das Vorliegen einer Alzheimer-Demenz, eines Korsakoff-Syndroms, einer Multiinfarkt-Demenz, einer Apoplexie und eines Schädel-Hirn-Traumas (Georg u. Frowein 1999).

Akute qualitative Bewusstseinsstörungen

Eine akute qualitative Bewusstseinsstörung wird beschrieben als eine plötzlich einsetzende Ansammlung von allgemeinen vorübergehenden Veränderungen und Störungen bzw. Schwankungen des Bewusstseins. Hierzu gehören

- Störungen der Aufmerksamkeit und der kognitiven Leistungen,
- Störungen der psychomotorischen Aktivitäten und des Schlaf-Wach-Rhythmus sowie
- Schwankungen des Bewusstseinszustands.

► **Delir.** Eine Form der akuten, qualitativen Bewusstseinsstörung ist das Delir (lat. „delirare" = wahnsinnig sein oder „de lira ire" = aus dem Gleis oder der Spur geraten; Lindesay et al. 2009). Es tritt laut der Leitlinie „Analgesie, Sedierung und Delirmanagement in der Intensivmedizin" (2009) bei 80 % der beatmeten Intensivpatienten und 50 % der nicht beatmeten Intensivpatienten auf.

Zur **Diagnostik** des Delirs bietet sich die DSM-V-Klassifikation an. Dementsprechend manifestiert sich ein Delir, im Sinne einer Störung der Aufmerksamkeit, binnen weniger Stunden bis Tage als eine Verschlechterung der kognitiven Leistungsfähigkeit eines Patienten, die sich nicht ausreichend mit einer eventuell vorbestehenden Demenz erklären lässt. Ein Delir wird diagnostiziert, wenn die in ▸ Tab. 7.1 aufgezeigten Kriterien A–C gemeinsam vorliegen. Ist die Diagnose gestellt, erfolgt nach Möglichkeit eine ätiologische Zuordnung (Kriterium D).

Als **Leitsymptome** werden der akute Beginn und die Fluktuation im Tagesverlauf benannt. Delirante Patienten haben – oft tagsüber – auch klarere Phasen. Als mögliche ursächliche oder beeinflussende Faktoren eine Delirs werden u. a. benannt (NCGC 2010):

- Alter über 65 Jahre
- Hüftfrakturen
- vorbestehende, kognitive Störung
- Schwere der Erkrankung (Organinsuffizienz, Beatmung u. a.)

Weitere Ursachen können Exsikkose, Blutdruck- oder Blutzuckerabfälle, Sepsis (Drenhaus-Wagner u. Gnamm 2011), intraoperative Faktoren (Haslbeck 2001), Alkohol- oder Medikamentenabhängigkeit (Georg u. Frowein 1999) sein.

Delirien werden weiter differenziert nach

- hyperaktiv,
- hypoaktiv und
- gemischt.

Im hyperaktiven Delir sind Patienten unruhig, gefährden sich oder andere selbst. Im hypoaktiven Delir wirken Patienten teilnahmslos und desinteressiert, haben aber intensive Halluzinationen. Im gemischten Delir wechseln sich beide Phasen ab.

Merke

Etwa ⅔ aller Delirien werden übersehen. Ein Delir, das nicht erkannt und behandelt wird, dauert länger und beinhaltet ein deutlich erhöhtes Risiko für einen längeren Aufenthalt, bleibende kognitive Schäden, Komplikationen und Institutionalisierung (NCGC 2010). Die deutsche und englische Leitlinie empfehlen daher, alle Intensivpatienten mindestens alle 8 h auf ein Delir hin zu untersuchen.

Instrumente hierzu sind der CAM-ICU (Confusion Assessment Method for the Intensive Care Unit) oder ICDSC (Intensive Care Delirium Screening Checklist). Für die Subform des Alkoholdelirs gibt es andere Instrumente (z. B. Alkoholentzugsskala).

7.2.2 Bewusstlosigkeit

„Bewusstsein meint in der Medizin, speziell in der Anästhesie und Intensivmedizin, oftmals einfach ‚wach sein', ‚ansprechbar sein' und intellektuell angemessen reagierend. Bewusstlosigkeit ist der Mangel dieser Fähigkeit. Es ist eine reine Defizitbeschreibung" (Salomon 1994). Wenn ein Patient sinngemäß antwortet, so gilt er als orientiert. Antwortet er nicht sinngemäß, so wirkt er desorientiert, antwortet er gar nicht, erscheint er bewusstlos.

Tab. 7.1 Delir-Kriterien nach DSM-V (mod. n. American Psychiatric Association, 2013).

Kriterium	Beschreibung
A	Aufmerksamkeits- und Konzentrationsstörung: reduzierte Fähigkeit, sich zu konzentrieren, die Aufmerksamkeit auf etwas zu richten, sich in der Umgebung zu orientieren
B	Störung entwickelt sich rasch in Stunden oder Tagen, repräsentiert eine Veränderung zum Zustand vor der Erkrankung und fluktuiert im Tagesverlauf
C	Zusätzliche kognitive Störung (Gedächtnis, Orientierung, Sprache, Wahrnehmung)
D	Die Störungen A und C können nicht durch andere neurokognitive Ursachen (Demenz, Schlaganfall u. a.) oder ein Koma erklärt werden
E	Störung ist eine direkte Folge einer körperlichen Störung bzw. Eingriffs, einer Intoxikation bzw. Entzugs oder aufgrund einer multiplen Ätiologie

Definition

Bewusstlosigkeit ist das Fehlen jedes bewussten psychischen Geschehens mit aufgehobener Kontakt- und erheblich eingeschränkter Reaktionsfähigkeit bei erhaltener körperlicher (somatischer) Funktion; kurz andauernde Bewusstlosigkeit: Ohnmacht; länger andauernde Bewusstlosigkeit: Koma (Georg u. Frowein 1999).

Bewusstlose Patienten sind lebensgefährlich bedroht und benötigen eine rasche Diagnostik zur Abklärung und Therapie der Ursache sowie eine intensivmedizinische Pflege und Überwachung.

Übliche Methoden zur Beurteilung der Bewusstlosigkeit sind die Ansprache, Aufforderungen, z. B. im Rahmen der Glasgow-Koma-Skala (S. 609), Schmerzreize, eine neurologische Statuserhebung (S. 522) oder auch ein Neuromonitoring. Siehe hierzu auch Kap. „Erkrankungen des Nervensystems“ (S. 522).

Diese Methoden zur Bewusstseinsdiagnostik eignen sich ausgezeichnet zur Feststellung eines defizitären Bewusstseinszustandes, Benommenheit, Somnolenz, Sopor, Koma. Aus unseren praktischen Erfahrungen und aus ethischen Gründen sehen wir uns aber gezwungen, den Begriff „Bewusstlosigkeit“ zu hinterfragen. Was hier gemessen wird, ist die Fähigkeit des Patienten, auf äußere Reize zu antworten, d. h. mit der Außenwelt zu kommunizieren. Von der Kommunikationsfähigkeit wird zurück geschlossen auf den Zustand des Bewusstseins. *„Unsere Erfahrungen zeigen jedoch: Bewusstlosigkeit in der Intensivmedizin ist ein Zustand des Patienten, in dem wir nicht erkennen können, ob er uns wahrnimmt oder was er mitbekommt. […] Was sich in dem Menschen abspielt, den wir als bewusstlos bezeichnen, wissen wir nicht“* (Salomon 1994). Spätere Interviews mit Patienten, die während ihres Intensivaufenthaltes als bewusstlos galten, können mitunter deutlich zeigen, dass sie etwas wahrgenommen, empfunden und erlebt haben. Die Wahrnehmungen wurden als bruchstückhaft, verzerrt und verschwommen beschrieben, die Gefühle waren oftmals lebensbedrohliche Angstzustände, gekoppelt mit einem nebulösem Erleben (Hannich u. Dirkes 1996).

Fallbeispiel

Ein herztransplantierter Mann, 52 Jahre, komatös auch noch 2 Wochen nach der Operation. Die Werte der Glasgow-Koma-Skala bewegten sich zwischen 3 und 5. Hirnorganisch waren keine Schädigungen feststellbar. Das EEG zeigte generalisierte Theta-Aktivitäten. Nachdem alle Therapiemöglichkeiten ausgeschöpft waren, begann die Musiktherapeutin einmal täglich für 20 Minuten im Atemrhythmus des Patienten zu singen. In der 3. Sitzung, nicht davor und nicht danach, zeigte der Patient die ersten hämodynamischen Reaktionen. Später öffnete er die Augen. Im weiteren Verlauf konnte der Mensch rehabilitiert werden und aus seiner Zeit des Komas berichten. Nach der Operation fand er sich auf einem mittelalterlichen Schlachtfeld wieder, auf dem umher marodierende Ritter alles abschlachteten, was sich bewegte und sich lebendig zeigte. Die rote Blutdruckmanschette erlebte er als Feuerlöscher, die Hämofiltration als Bombe. Aufforderungen wie „Öffnen Sie mal die Augen“ erlebte der Mann als außerordentliche Bedrohung. Die einzige Möglichkeit, um überleben zu können, bestand für ihn darin, sich tot zu stellen. Die Musiktherapeutin hingegen betrachtete er als ein Mädchen, das auf einer Schalmei nur für ihn sang und ihn am Leben haben wollte. Sie war der Grund, aus der Isolation herauszukommen (Gustorff 1996).

Merke

Die Diagnose „Bewusstlosigkeit“ schließt ein elementares Wahrnehmen, Empfinden und Erleben nicht aus!

7.2.3 Künstliche Bewusstlosigkeit

Auch eine künstliche Bewusstlosigkeit während einer Narkose im Operationssaal oder der Sedierung auf der Intensivstation schließen ein gewisses Erleben nicht völlig aus. Während einer künstlichen Bewusstlosigkeit kann es – abhängig von der Art der Sedierung – zu einem unbewussten Erleben kommen (Linstedt 2013). Die Patienten sind zwar bewusstlos, aber unbewusst erlebnisfähig, d. h., sie können sich nach dem Aufwachen an nichts bewusst erinnern, oftmals aber Unbewusstes in erlebten Träumen oder mittels Assoziationen wiedergeben, in denen ein deutlicher Zusammenhang zu dem Aufenthalt festzustellen ist: bspw. wird das Legen einer Bülau-Drainage in einem archaischen Traum zu der Verletzung mit einem Speer verarbeitet. Zum großen Teil resultieren diese Erfahrungen in Albträumen, unter denen die Patienten noch Jahre nach dem Aufenthalt zu leiden haben.

Bei einer Sedierung mit Benzodiazepinen, Opiaten und Ketamin ist diese unbewusste Erlebnisfähigkeit nicht völlig ausgeschlossen. Das *bewusste* Erleben einer Operation mit Narkose liegt heute bei 1–2 Fällen pro 1000 Narkosen (Schneider 2003).

Lernaufgabe

Reflektieren Sie den alltäglichen Umgang mit bewusstlosen Patienten, v. a. Äußerungen des Personals in der Gegenwart des Patienten. Welche Konsequenzen kann dies für das Erleben und die Genesung des Patienten haben?

7.3 Situation des Intensivpatienten

Der Großteil der Intensivpatienten fühlt sich während des Aufenthaltes sicher und verstanden (Nydahl u. Bartoszek 2013) und dies scheint auch das vorrangige Bedürfnis dieser Patienten zu sein (Hupcey 2000). Das technische Equipment, die Geräuschkulisse und der hohe Personalschlüssel können das Gefühl vermitteln, dass alles Menschenmögliche getan wird, um das eigene Leben zu retten. So machen Intensivpatienten sowohl positive wie negative Erfahrungen. Häufige Probleme sind Schlafmangel (Pinkert 2004), Schmerzen und Angst (Besendorfer 2004) bzw. Besorgnis (Stein-Parbury u. McKinley 2000), eine verminderte Kommunikationsfähigkeit sowie reduzierte kognitive Leistungen (Karlsson 2012).

7.3.1 Nach dem Wachwerden

In der ersten Phase nach dem Wachwerden bzw. der Erkrankung brauchen sie v. a. Informationen über ihre aktuelle Situation, sie wollen sich orientieren und haben verwirrende Wahrnehmungen. In einer 2. Phase brauchen sie Informationen über das, was geschehen ist und sie versuchen, die Informationen zusammenzufügen. Diese beiden Phasen treffen auf beatmete wie auch auf nicht beatmete Patienten zu, unterscheiden sich aber in der Intensität (Hupcey u. Zimmermann 2000). Ca. ein Drittel der Intensivpatienten be-

richtet selbst von einer Verunsicherung, in der sie Traum und Wirklichkeit nicht unterscheiden konnten. Interessant ist, dass dieses Phänomen mit der Liegedauer auf der Intensivstation zunimmt (Nydahl u. Bartoszek 2013).

Lernaufgabe

Legen Sie sich auf Ihrer Station in ein freies Bett oder im Unterrichtsraum auf eine Wolldecke auf den Boden. Suchen Sie sich eine bequeme Lage. Wählen Sie sich einen Punkt an der Decke aus und fixieren Sie diesen für die nächsten 10 Minuten. Blinzeln Sie ruhig, damit die Augen nicht trocken werden, aber halten Sie Ihren Blick auf den Fixpunkt gerichtet.

7.3.2 Folgen der Immobilität

Intensivpatienten können aufgrund der Immobilität erhebliche Koordinations- und Körperbildstörungen sowie Wahrnehmungsstörungen entwickeln (Zegelin 2013). Das ständige „an die Decke starren" kann dazu führen, dass der Sehnerv sich an diesen gleich bleibenden Zustand gewöhnt und dem Gehirn etwas vortäuscht, was nicht da ist, es wird von dem Betroffenen aber als wirklich und mitunter bedrohlich erlebt: Spinnen an der Decke, wackelnde Lampen, eine drehende Decke und dort, wo die Schatten sind, plötzlich das Gesicht von Tante Gertrud. Die Körpergrenzen werden undeutlich bis verschwommen wahrgenommen und auch die Körperkoordination fällt zusehends schwerer: die Zahnbürste wird erst an die Wange geführt, dann in den Mund.

Auch wenn sich der Patient dabei nicht sicher ist, ob diese Sinneserfahrungen real sind, so kann es doch sein, dass sie ihn ängstigen. Und Sie selbst müssen ja nicht glauben, dass da etwas an der Decke *ist*, aber glauben Sie dem Patienten, dass er da etwas *wahrnimmt*. Für den Patienten sind diese Erfahrungen real. Sie werden aus Ihrem Arbeitsfeld sicherlich Patienten kennengelernt haben, die „verwirrt" waren; hier einige Beispiele von Patienten aus unserer eigenen Praxis:

- „Als ich aufwachte, sah ich überall diese puscheligen Kaninchen. Die waren so weich und hoppelten überall herum."
- „Ich dachte, ich würde auf einer Treppe liegen und hatte immer solche Angst, die Treppe herunterzufallen."
- „Oben an der Lampe war eine Ratte!"
- „Die Klimaanlage kam aus der Decke raus und versuchte mich aufzusaugen."
- „Dann machte es bei den Leuten plopp – plopp und denen sind Hörner gewachsen. Da stand der leibhaftige Teufel an meinem Bett!"

7.3.3 Folgen des Delirs

Delirante Patienten erleben es mitunter bewusst, dass sie delirant werden oder sind. Äußerungen wie die von Frau Sander „Ich werd' doch nicht verrückt?" sind dann Ausdruck einer tiefgehenden Befürchtung.

Granberg u. a. (1998) erfuhren durch Interviews deliranter Patienten, dass Erfahrungen wie emotionales Chaos, extreme Instabilität, Verletzlichkeit, Angst und hohe innere Spannung häufig vorkommen. Eine Erhöhung oder auch Abmilderung dieser Spannung und der Angst kann selbst durch Routinetätigkeiten veranlasst werden. Intensive Furcht führt zu unrealen Erlebnissen, die wiederum die Furcht erhöhen – ein Kreislauf, aus dem nur schwer auszubrechen ist. Siehe hierzu auch Kap. „Kommunikation mit kritisch Kranken und ihrem Umfeld" (S. 124).

Zusätzliche Faktoren sind die extremen Erlebnisse des Unfalls oder der Operation, der Eingriff in die Einheit Körper-Geist, die fremdbestimmende Beatmung und Kreislaufregulation. Wie können diese Patienten damit umgehen? Frau Sander sagte dazu: „Peter, ich muss hier ja tütteln (umgangssprachlich: tütteln = verwirrt sein, Anm. der Autoren) … ich hab ja nichts anderes zu tun." Solche Patienten können nicht aufstehen und nervös auf- und abgehen. Sie können nicht die Freundin anrufen und stundenlang davon erzählen, sie können sich nicht bei jemandem einkuscheln oder sich betrinken: sie müssen ihre Anspannung und Furcht, sich selbst einfach aushalten. Wir vermuten daher, dass die Flucht in Traumwelten zwar durchaus ängstigend, aus Sicht des Patienten aber auch sinnvoll sein kann, wenn ihm keine anderen Bewältigungsstrategien angeboten werden.

7.3.4 Bewältigungsstrategien

Selbst nicht kontrollierbare, aber bewusst erlebte Verhaltensformen der Flucht oder Aggression können helfen, das Überleben des Organismus zu sichern, wie aus der Psychotraumatologie bekannt ist. Hannich (1997) zeigt nachfolgende Bewältigungsstrategien bei Notfallpatienten auf: „Das Verhalten kann schwanken zwischen überstarken motorischen Erregungszuständen (z. B. grobmotorisches Zittern) bis hin zu explosiven Ausdrucksformen (z. B. panisches kopfloses Verhalten, wenn möglich Flucht) auf der einen Seite und Hemmungs- und Lähmungserscheinungen (bis zum katatonen Stupor, zur Blindheit oder Taubheit und zur Bewusstlosigkeit) auf der anderen." Aus dieser Sicht kann selbst das Leben im Koma als eine Bewältigungsstrategie verstanden werden.

Merke

Aus Sicht des Patienten ist sein Verhalten sinnvoll.

7.4 Förderung des Bewusstseins und der Orientierung

Frau Sander hat Elefanten gesehen. „Ich glaube Ihnen, dass Sie Elefanten sehen!" Sie lag in einem Vierbettzimmer und gelegentlich werden die einzelnen Betten durch lange, graublaue Vorhänge von einander getrennt (▶ Abb. 7.1). Hinter ihrem Fußende war gerade ein Vorhang zu sehen und dahinter befand sich ein weiteres Bett. Ich beugte mich zu der Patientin und versuchte, aus ihrer Perspektive ihre Umgebung zu erfassen. Mir fiel auf, dass eine Kollegin am Nachbarbett arbeitete. „Mir fällt da etwas ein, ich glaube, ich weiß jetzt, wo die Elefanten herkommen", meinte ich.

Der Platz zwischen den einzelnen Betten ist relativ eng bemessen und wenn eine Pflegekraft um ein Bett herumgehen will, so muss sie um das Fußende herumgehen und manchmal mit einem Arm den Vorhang aufbauschen, um an ihm vorbei zu gelangen (▶ Abb. 7.2). Von der anderen Seite des Vorhangs betrachtet könnte dies wie die rhythmische Bewegung eines Elefanten wirken. Ich erklärte und demonstrierte der Patientin den Elefanten, ging hinter dem Vorhang vorbei und schaute sie, am anderen Ende angelangt, auch wieder an. Sie lächelte und konnte sich über die Situation amüsieren.

Abb. 7.1 Aus der Perspektive einer bettlägrigen Patientin: Läuft da ein Elefant durchs Zimmer? (P. Nydahl)

Abb. 7.2 Diese Perspektive hinter dem Vorhang kann die Patientin nicht einnehmen. (P. Nydahl)

7.4.1 Soziale Orientierung vermitteln

Delirante Patienten brauchen unsere Unterstützung, um sich selbst wieder orientieren zu können. Äußerungen wie „Hier sind keine Elefanten im Raum!“ können mitunter als respektlos, ungläubig oder verletzend erlebt werden. Sie als Pflegende müssen ja nicht glauben, was der Patient sagt, aber glauben Sie ihm, dass er etwas wahrnimmt und für wirklich hält.

Gefühle und Bedürfnisse spiegeln

Vermitteln Sie eine wertschätzende, soziale Orientierung, indem Sie dem Patienten zeigen, dass Sie verstehen, was in ihm vorgeht. Spiegeln Sie die Gefühle und Bedürfnisse:

- „Sie sind ganz unruhig.“
- „Sie haben Angst.“
- „Sie fühlen sich getrieben.“

Durch die Verbalisierung seiner Gefühle wird der Patient sich verstanden fühlen und kann sich selbst dadurch auch entlasten, die innere Spannung, in die er abzugleiten droht, lässt nach. Gerade, wenn die Patienten durch die Beatmung nicht sprechen können, kann das Aussprechen eines belastenden Gefühls mildernd erlebt werden. Zudem bewirkt eine wertschätzende, akzeptierende Beziehung in dem Patienten eine Selbst-Sicherheit, die das Gefühl des sich Verlierens reduziert. Indem er nicht nur Anweisungen befolgen muss, sondern seine Äußerungen auch wahrgenommen werden und er etwas in seiner Umgebung bewirken kann, sich mit anderen auf gleicher Ebene verständigen kann, ist er in der Lage, seine Persönlichkeit in einem sozialen Kontext zu stabilisieren: Ich fühle mich verstanden, ich verliere mich nicht mehr, ich bleibe ich. Diese Selbstaktualisierung gilt auch für Patienten im Koma. Der Patient aus dem obigen Fallbeispiel fühlte sich erst verstanden, als seine Äußerungen wahrgenommen und beantwortet wurden – auf einer für ihn verständlichen Kommunikationsebene. Bei diesen Menschen ist es wichtig, ihre Äußerungen zu verbalisieren und in den pflegerischen Aktivitäten zu „beantworten“.

Nonverbale Kommunikationssignale senden

Beachten Sie dabei auch Ihre nonverbalen Kommunikationssignale, die Sie dem Patienten im Gespräch vermitteln. Eine angemessene Nähe oder Distanz drückt Respekt aus, eine Berührung auf der Haut am Unterarm (außen) des Patienten kann Anteilnahme vermitteln, eine Hand halten vielleicht sogar Trost – dies gilt aber nicht für jeden Patienten. Manchmal ist eine Berührung auf dem Hemd oder gar keine Berührung angemessen.

Eigene Körperposition gestalten

Ebenso kann Ihre eigene Körperposition neben dem Patienten Wichtiges vermitteln. Je nach Beziehungsqualität und Erleben kann unser Auftreten ganz unterschiedlich und damit auch individuell gestaltet werden:

- Einem Patienten, der sich unsicher fühlt, können wir mit aller Krankenhausautorität von oben gegenübertreten und damit Sicherheit vermitteln (▶ Abb. 7.3a),
- Bei einem Patienten, der sich überfordert und ohnmächtig fühlt, wäre dies genau das Falsche, da er eher Selbstkontrolle braucht (▶ Abb. 7.3b),
- Bei einer ausgewogenen Beziehung kann eine Begegnung auf gleicher Ebene das Richtige sein (▶ Abb. 7.3c).

Vertrauen und Zuversicht vermitteln

Vertrauen und Zuversicht in Pflegende und das eigene Vertrauen in Selbstkontrolle sind für delirante Patienten hilfreich und scheinen das Risiko unrealer Erlebnisse reduzieren zu können (Granberg u. a. 1999), ebenso das Erkennen und Verbalisieren von Bedürfnissen (Karlsson 2012).

Vertrauen entsteht v. a. dadurch, dass wir auf einen Patienten Rücksicht nehmen, indem wir vorsichtig auf seine Äußerungen eingehen: Während einer Umlagerung zeigt der Patient eine Schmerzmimik, also wird der Patient erst einmal wieder zurückgelegt und ein anderer Weg gesucht; während einer Mobilisierung krallt sich der Patient plötzlich an uns fest und dann wird innegehalten, damit der Patient die Situation aktiv begreifen kann.

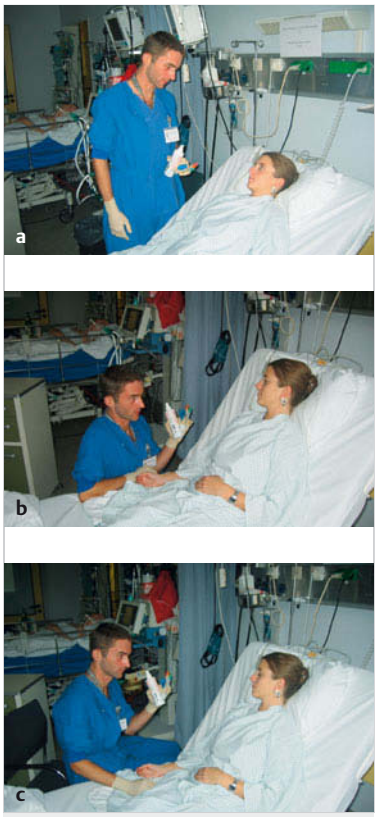


Abb. 7.3 Verschiedene Positionen vermitteln verschiedene Botschaften. Achten und nutzen Sie verschiedene Blickwinkel. (P. Nydahl)
a von oben,
b von unten,
c gleiche Ebene.

Es sind oft kleine Zeichen, die Vertrauenswürdigkeit signalisieren. Das Gesicht des Patienten wird nicht sofort zügig gewaschen, sondern der warme, feuchte Waschlappen wird zunächst für einen kurzen Moment an die Wange des Patienten gehalten, damit dieser spüren kann, was jetzt geschehen wird. Pflegende reagieren auf die Signale des Patienten, damit dieser es wahrnehmen kann, dass er gehört, beobachtet, gespürt wurde. Dies wirkt vertrauenswürdig.

Fallbeispiel

Ein deliranter Patient, bettlägerig, nestelig, aggressiv, zog sich wiederholt seine Magensonde. Ich hatte die Aufgabe, ihm eine neue Sonde zu legen. Nach der verbalen Information, die ihm nicht von Bedeutung schien, richtete ich sein Kopfteil auf und erklärte es ihm nochmal: „Herr Müller, ich muss Ihnen eine neue Magensonde legen. Die führe ich gleich in Ihre Nase ein.“ Eine Berührung

an der Nase. „Dann geht dieser dünne Schlauch durch die Speiseröhre bis in den Magen. Darüber erhalten Sie später Suppen und Getränke." Wieder eine Berührung, diesmal am Bauch. Er wirkte aufmerksam und ich nahm die Sonde in die Hand. Wieder eine Berührung an der Nase, das erste Vorschieben der Sonde um einige Zentimeter. Er kräuselte die Stirn und schien zurückzuweichen. Ich hielt inne, zog die Sonde ein Stück zurück und erklärte: „Es tut mir leid, dass es Ihnen so unangenehm ist." Kurze Pause, ein- und ausatmen. „Es wird gleich einfacher, wenn Sie schlucken ... Können wir?" Er nickte. Ich schob die Sonde weiter, passierte unter seinem Schlucken den Rachen. Dann würgte er und hob die Hand. Ich hielt wieder inne und wartete, bis er sich beruhigte. Seine Hand schob sich weiter hoch und ich bot ihm an, diese Hand auf meinen Arm zu legen, um mich ggf. zu unterbrechen. Wieder konnten wir gemeinsam weitermachen und die Sonde bis in den Magen schieben. Er vertraute selbst in seiner Verwirrtheit, denn ihm wurde zugehört (Fröhlich u. Nydahl 2004).

Selbstbestimmung fördern

Wir ermöglichen dem Patienten ein Mindestmaß an Kontrolle über die jeweilige Aktivität. Gerade, wenn die Aktivität unangenehm werden kann, so ist hier Kontrolle wichtig. Oder anders formuliert: In dem Maße, in dem wir auf andere Menschen und unsere Umgebung einwirken können, können wir sie auch kontrollieren und ihr vertrauen. Unsere Aufgabe ist es also, uns so zu verhalten, dass der Patient seine eigene Selbstbestimmung erfahren kann. Ich wirke auf andere, mein Stöhnen wird gehört, mein Schwitzen gespürt, meine Bewegungen wahrgenommen und unterstützt. Ich befinde mich in einer vertrauenswürdigen Situation.

Ich habe Dich gehört! ist eine sehr wichtige Botschaft. Es wird nicht noch schneller gearbeitet, sondern inne gehalten, um dem Patienten zu zeigen, dass er gehört, beobachtet, wahrgenommen wurde und die Situation dann anders gestaltet. Wenn die Signale des Patienten verstanden und berücksichtigt werden, so erlangt dieser dadurch auch die Kontrolle über die Situation. Beim Legen einer Ernährungssonde kann diese kurz ein paar Zentimeter zurückgezogen werden, ein, zwei Mal geatmet werden, um dann weiter geschoben zu werden. Bei einer schmerzhaften Umlagerung kann der Patient wieder etwas zurückgedreht werden, und dann langsamer oder mit anderen Bewegungen umgelagert werden – eine ausreichende Analgesierung ist dabei selbstverständlich. Selbst bewusstseinsveränderte Patienten können dadurch Sicherheit erleben.

Strukturiert und vorhersehbar arbeiten

Eine andere, gute Möglichkeit der Kontrolle durch den Patienten ist unser gut strukturiertes, vorhersehbares Arbeiten. Wenn im Alltag Tätigkeiten einen gleichen Ablauf haben, so können selbst verwirrte Patienten diese Abläufe wiedererkennen und wissen, was als Nächstes geschehen wird. In diesem Sinne ist auch die ritualisierte Form der Kontaktaufnahme und -beendigung sinnvoll: die **Initialberührung**.

Praxistipp

Die Initialberührung ist sinnvoll bei Patienten, die ihr Umfeld nicht eindeutig wahrnehmen und gestresst wirken. Zuerst wird der Patient mit Namen angesprochen (Fernsinn), dann an einem für ihn angemessen wirkenden Körperbereich eindeutig berührt (Nahsinn) und über die Tätigkeit informiert (▶ Abb. 7.4). Nach der Tätigkeit wird der Patient über den Abschluss informiert, die Pflegehand berührt wieder an dem gleichen Bereich wie zu Beginn. Im Erwachsenenbereich eignen sich neben individuellen, sozialen und kulturellen Besonderheiten zur Initialberührung Bereiche, in denen der Patient selbst Kontakt aufnehmen kann oder allgemein eine Hand oder Schulter zur Berührung. Die Initialberührung soll dokumentiert werden und kann mithilfe eines Zettels deutlich sichtbar in Patientennähe gemacht werden.

Merke

Soziale Orientierung wird ermöglicht durch aktives Zuhören und vertrauenswürdiges Arbeiten

Abb. 7.4 Sich vorbereiten: die Initialberührung.

Fallbeispiel

Lauxtermann (2003) konnte im Rahmen einer Facharbeit zur Basalen Stimulation auf einer kardiochirurgischen Intensivstation die Verweildauer von 9 deliranten Patienten um insgesamt 15 Tage im Vergleich zu einer Kontrollgruppe reduzieren, indem er aus Sicht des Patienten vertrauenswürdig arbeitete und zusätzlich den Patienten die Möglichkeit gab, sich in ihrer Umwelt zu orientieren:

Fallbeispiel

„Herr M. ist sehr unruhig, schreit, fuchtelt mit den Armen, ruft immer wieder „Hilde, Hilde" und will aufstehen, was in seinem momentanen Zustand nach einer Bypass-Operation mit Risiko verbunden ist. Ich schließe zunächst die Tür, halte einen Moment inne, spreche ihn dann an: „Kann ich Ihnen helfen, Herr M.? Was macht Sie so wütend?" „Ich will nach unten", sagt Herr M. Ich gehe weiter darauf ein und frage ihn, ob ich ihm helfen darf. „Ja, bitte helfen Sie mir. Die haben mich die ganze Nacht gefesselt, mich belogen und geschimpft. Ich will doch nur nach unten in meine Küche." „Ich werde Ihnen behilflich sein, damit Sie aufstehen können, um nach dem Rechten zu sehen, in Ordnung?" „Bitte, bitte helfen sie mir?" Mit langsamen Bewegungen mobilisiere ich Herrn M. mit aufgestellten Beinen und einer vestibulären Anregung. Ihn selbst binde ich mit in die Pflege ein, und er übt mit einem Handtuch Druck auf sein Sternum aus, damit die Schmerzen beim Aufrichten geringer sind. Auf der Bettkante setze ich mich neben ihn, dabei wirkt er schon viel ruhiger. „Gehen wir gleich nach unten?" „Natürlich", sage ich zu ihm „und wir werden da gleich einmal nach dem Rechten schauen. Darf ich Ihnen noch eine Rückenmassage anbieten?" Unter der Atemstimulierenden Einreibung wird Herr M. immer ruhiger. Danach mobilisiere ich ihn unter kinästhetischen Bewegungen in einen Rollsessel und fahre mit ihm über die Station. Dabei schaut er sich genau das rege Treiben der Intensivstation an und sagt nach einer Weile zu mir: „Ich bin ja doch im Krankenhaus. Hätte das fast vergessen." Zurück im Zimmer bekommt er noch die aktuelle Zeitung zum Lesen und er möchte etwas Radio Niedersachen hören. Dabei ist er ruhig und orientiert. Nach 45 Minuten lege ich ihn unter aktiver Beteiligung wieder ins Bett und er schläft 3 Stunden durch. In der folgenden Nachmittags- und Nachtschicht wurde keine Verwirrtheit mehr registriert." (Lauxtermann 2003)

7.4.2 Orientierung in der Umwelt fördern

Nur wenn ein Patient unsicher in seiner Einschätzung der Wirklichkeit wirkt, ist es zulässig, ihm *unsere* Wirklichkeit gegenüberzustellen und dann gemeinsam die richtige Wirklichkeit zu finden: „Ich glaube Ihnen, dass Sie Elefanten sehen, ich sehe hier keine. Lassen Sie uns mal nachsehen …“ Diese unsicheren Patienten geben oftmals Hinweise, woran sie ihre Wirklichkeit festmachen. Im Gespräch sehen sie in eine bestimmte Richtung, sie lauschen bei bestimmten Geräuschen oder Stimmen oder spüren in sich hinein. Sie nehmen ihre Umwelt unsicher wahr und machen ihre Wirklichkeit an etwas vermeintlich Eindeutigem fest. Fragen Sie nach und lassen Sie den Patienten sich selbst von dieser Information überzeugen.

Fallbeispiel

Ein unruhiger, wacher Patient wollte andauernd aufstehen mit den Worten: „Ich muss meine Schuhe reinholen.“ Er lag in einem Doppelzimmer, neben ihm ein zurzeit freier Beatmungsplatz, auf dem ein Beatmungsgerät auf „bereit“ gestellt war. In der Einstellung gab das Beatmungsgerät ein kontinuierliches Klicken von sich, das der unruhige Patient als Regentropfen interpretierte, und zwar als genau die Regentropfen, die er einmal gehört hatte, als seine Schuhe vor der Tür gestanden hatten und nass geworden waren. Durch dieses Geräusch wurde die Erinnerung an die vergangene Situation wachgerufen und zu einer für ihn unsicheren, aber dennoch überzeugenden Wirklichkeit: Er wollte seine Schuhe hereinholen. Im Gespräch mit ihm hielt er immer wieder inne und schien zu horchen und bestätigte seine Aussage. Es war einfach, ebenfalls zu lauschen und das Geräusch der Beatmung zu identifizieren. „Ich glaube Ihnen, dass Sie ein Geräusch hören und meinen, es würde regnen. Ich glaube aber auch, dass Sie da vielleicht etwas verwechseln … Hören Sie bitte mal zu!“ Die Beatmung wurde ganz ausgestellt und der Patient hob erstaunt die Augenbrauen.

Auch hier wird wieder deutlich, dass Wahrnehmung, Bewegung und Orientierung einander beeinflussen. Delirante Patienten auf Intensivstationen haben aufgrund der Schwere ihrer Erkrankung Probleme, sich ausreichend orientierend zu bewegen und evtl. Missverständnisse selbst auszuräumen. Geben Sie dem Patienten also Gelegenheit, die Situation mit allen Sinnen zu begreifen, einzusehen und zu verstehen. Hier ist eine Ideenliste, was alles umsetzbar ist – aber natürlich gibt es hierbei keine Sicherheit: Was bei einem Patienten gut helfen kann, kann beim nächsten desorientierend wirken:

- Mobilisieren Sie den Patienten und lassen Sie ihn – auch im übertragenen Sinne – einen anderen Blickwinkel einnehmen – dies auch gerade nachts, wenn man vor Unruhe nicht schlafen kann.
- Der Raum kann erkundet werden.
- Andere Mitpatienten werden per Handschlag begrüßt und angesprochen, damit der Patient die Stimmen zuordnen kann.
- Auch ein Beatmungsschlauch und eine Beatmungsmaschine können gesehen, gehört, ertastet werden.
- Der Nachttisch mit seinen Schubladen (Was kann ich da verändern?) wird entdeckt.
- Elektrische Geräte können an- und ausgestellt werden, z. B. Radio, Perfusor, elektrisches Licht.
- Was verbirgt sich hinter dem Vorhang, dem Schrank, dort, wo nachts die Schatten sind?
- Gehen Sie mit dem Patienten über die Station, begrüßen Sie Mitarbeiter, erkunden Sie Räume.
- Lassen Sie den Patienten sein Bett selbst machen, damit er es als seines (an-)erkennt.
- Ein Kalender kann umgeblättert oder abgerissen werden.
- Uhren können gestellt oder aufgezogen werden.
- Licht kann an- und ausgestellt werden, auch eine Taschenlampe kann genutzt werden.
- Der Bademantel kann vor dem Schlafengehen weggelegt werden.
- Eine initiale Berührung kann angeboten werden.
- Die Aktivitäts- und Ruhezeiten werden strukturiert.

► **Menschen im Koma.** Die Orientierung für Menschen im Koma bedarf einer besonderen Beobachtung: Auf welche Umweltinformationen scheint er besonders innerhalb seiner reduzierten Möglichkeiten zu reagieren? Diese kleinsten Äußerungen können Hinweise darauf geben, was von ihm als bedeutungsvoll wahrgenommen wird. Dies können Spürinformationen sein wie eine Berührung oder bekannte Gegenstände, aber auch vertraute Geräusche, Musik oder die Stimmen der Angehörigen; selbst Düfte können manchmal eine interessante Anregung für den Patienten sein.

Desorientierung vermeiden

„Bertha! Berthaaaaa! Bertha, komm doch mal … Können Sie nicht mal nach Bertha schauen, die ist hier irgendwo.“

Sollten Sie solche oder ähnliche Ausrufe eines deliranten Patienten hören, dann beobachten Sie ihn gut. Er wird etwas wahrnehmen, was ihn an „Bertha“ erinnert. Welche Sinnesinformationen erhält der Patient, was ist ihm von Bedeutung und was scheint ihn zu stören? Eine laute Geräuschkulisse macht es schwer, deutlich zu hören, und dann kann eine vermeintlich bekannte Stimme einer weiblichen Person schnell als die Stimme von „Bertha“ wahrgenommen werden.

Negative Reize vermeiden

Vermeiden Sie negative Reize, die den Patienten noch mehr verwirren. Dazu gehören

- Annäherungen und Berührungen usw. ohne Ankündigung,
- Annäherung außerhalb des Gesichtsfeldes des Patienten (z. B. von hinten),
- flüchtige, oberflächliche Berührungen,
- Berührungen in sensiblen Bereichen (Gesicht, Bauch, Genital u. a.) ohne vorbereitende Berührung in akzeptablen Bereichen,
- häufiger Bezugspersonenwechsel,
- mit mehreren Personen am Patienten arbeiten (z. B. einer wäscht, einer trocknet ab),
- schnelle, hektische Bewegungen im Gesichtsfeld des Patienten,
- laute Geräuschkulisse, häufige Alarme, dudelndes Radio,
- negative Äußerungen über den Patienten in seiner Gegenwart,
- Gespräche über andere Patienten in Gegenwart des Patienten,
- nicht Tragen von Brille, Hörgerät,
- schattige Ecken mit Vorhängen, die sich bewegen können.
- fehlende Nachtbeleuchtung,
- soziale Isolation,
- nicht ausreichende Schmerzmedikation und Dehydration.

Das Schließen bzw. Offenhalten der Zimmertür kann nicht eindeutig beurteilt werden. Manche Patienten erleben es – gerade nachts – als sehr hilfreich und orientierend, wenn sie die Gegenwart eines anderen Menschen hören, auch, wenn es nur Schritte, Rascheln und leise Gespräche sind. Andere Menschen werden genau dadurch beunruhigt und ziehen die leise Atmosphäre bei geschlossener Tür vor. Probieren Sie verschiedene Möglichkeiten aus und reagieren Sie entsprechend. Lärm sollte in der Nacht in jedem Fall vermieden werden, denn Schlafentzug führt zur Verwirrtheit.

Die Umgebung des Patienten können wir nur in Maßen beeinflussen, wir können keine Schränke umstellen o. ä. Wenn ein Patient sich aber durch das, was er sieht, nachhaltig beunruhigt fühlt und es ihn zu verwirren droht, so können diese

visuell störenden Zonen evtl. abgedeckt werden, indem ein Tuch gespannt oder ein Paravent aufgestellt wird; ein Bett kann in seiner Position verändert oder auch gedreht werden. Schließlich können auch orientierende „Sicherheitszonen" – Nischen – gebaut werden, die ihm in einem großen, unüberschaubaren Zimmer einen sicheren Raum gewährleisten.

7.4.3 Sinngebende Aktivitäten unterstützen

Gerade bei deliranten Patienten spielt die sinnhafte und sinngebende Aktivität in einer eben solchen Umgebung eine wichtige Rolle. Wie fühlt sich z. B. eine Zahnbürste an? Ist es ein langer Plastikstiel, der einem Stift ähnelt und mit dem man schreiben kann, oder vermitteln die Borsten, der Duft der Zahnpasta, eine Bewegung des typischen Zähneputzens, vielleicht sogar die Umgebung eines Badezimmers einen deutlicheren Sinnzusammenhang? Hier geht es darum, mit möglichst allen Sinnen die Bedeutung von Aktivitäten zu vermitteln und Patienten selbst entdecken zu lassen, worum es geht, ihn seinem Leben aktiv einen Sinn zu geben. „Erst das Erleben einer gewissen Gestaltungsmöglichkeit, d. h. einer eigenen Aktivität, macht diese Welt zur eigenen Welt" (Bienstein u. Fröhlich 2012): Das Kopfteil des Bettes wird nicht verstellt, der Patient macht es selbst und merkt dadurch, dass er nicht auf einem schaukelnden Schiff ist. Mundpflege wird akzeptabler, wenn man mit dem eigenen Finger den Mund auswischt.

Wir haben hier sehr gute Erfahrungen damit sammeln können, Patienten durch geführte, unterstützende Bewegungen in dem Begreifen zu unterstützen. Wenn eine Zahnbürste von außen in den Mund geführt wird, wird dies schnell als Übergriff erlebt und der Biss, das Zusammenpressen der Lippen ist verständlich. Wenn aber eine Zahnbürste begriffen, in die Hand gelegt und diese Hand zum Mund geführt wird, um dort die Zahnbürste – wie gewohnt – selbst, bzw. mit Unterstützung hin- und herzubewegen, ist das Erkennen der Bedeutung viel eher möglich. Dies gilt v. a. für folgende Tätigkeiten:

- Waschen: Wasser fühlen, Waschbecken oder -schüssel, Waschlappen tasten.
- Rasieren: Rasierschaum fühlen, elektrischen Rasierer anfassen.
- Mundpflege: Zähne putzen, Prothesen reinigen.
- Körperpflege: Haare kämmen oder bürsten. Armbanduhr, Schmuck fühlen.
- Trinken: Becher/Tasse umfassen.
- Essen: Besteck umgreifen (evtl. mit Zellstoff umwickeln oder Griffhilfe nutzen).

Das kenne ich, da kann ich mitmachen! Gerade durch das Erkennen einer bekannten Bewegung und dem Erleben eigener Aktivität kann eine Orientierung – oder für Komapatienten: das Wecken eines Interesses – ermöglicht werden. Zum Konzept der geführten Interaktion siehe auch Affolter-Konzept (S. 410).

Lernaufgabe

Lassen Sie sich zunächst passiv etwas zu trinken geben, wobei eine andere Person bestimmt, wie viel und wie schnell Sie trinken müssen.

Probieren Sie auch den Unterschied zwischen Führung (die andere Person bestimmt) und Unterstützung (die andere Person soll anhand Ihres Muskeltonus spüren, wann und wie schnell getrunken wird) aus. Wechseln Sie die Rollen und diskutieren Sie Ihr Erleben, finden Sie Gemeinsamkeiten und Unterschiede heraus und diskutieren Sie, was bei welchem Patienten das Richtige sein kann.

7.4.4 Orientierung im eigenen Körper fördern

Lange Liegedauer, Weichlagerung, die Grunderkrankung oder auch die Nebenwirkungen von Medikamenten können dazu führen, dass der Intensivpatient sich selbst und seinen Körper undeutlich spürt. Schnelle, oberflächliche Berührungen, der Mangel an Eigenbewegung und wenig angenehme körperliche Spürinformationen führen zur Habituation, der Gewöhnung an eine gleich bleibende Reizsituation, in der die Wahrnehmung immer undifferenzierter wird. Der Körper – im Alltag der Ausgangspunkt unserer Identität – wird schwammig, konturenlos, verloren erlebt.

Lernaufgabe

Legen Sie sich bitte auf eine Decke auf den Boden in Rückenposition, die Arme neben den Körper, die Beine nebeneinander. Spüren Sie durch ihren Körper systematisch von Kopf bis Fuß und stellen Sie sich vor, Sie könnten mit einem Stift Ihre Körpergrenzen nachzeichnen. Erstellen Sie vor Ihrem geistigen Auge ein Bild Ihrer Körpergrenzen. Zeichnen Sie bitte dieses Bild auf ein DIN-A4-Blatt. Legen Sie sich wieder hin und bleiben Sie dann für 20 Min. völlig unbeweglich liegen. Wiederholen Sie das innere Spüren und Zeichnen der Körpergrenzen und stellen Sie wieder eine reale Zeichnung her. Sollten Sie diese Lernaufgabe in einer Gruppe erfahren, so machen Sie bitte mit Ihren vielen Bildern eine Ausstellung und sehen Sie sich auch die anderen Zeichnungen an. Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede können Sie erkennen (▶ Abb. 7.5)?

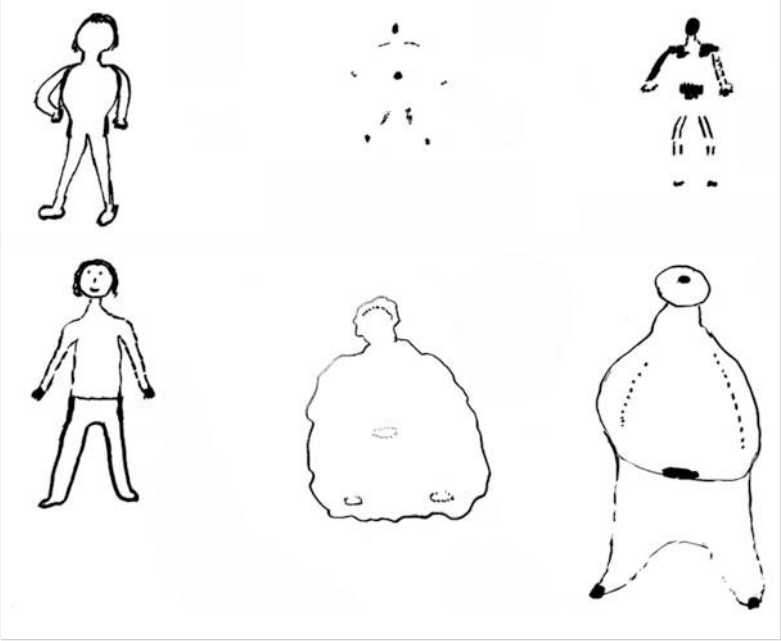


Abb. 7.5 Zeichnungen von Kursteilnehmern: Links: Zu Beginn der Lernaufgabe. Mitte: Nach 30-minütigem Liegen auf Superweichmatratzen. Rechts: Nach 30-minütigem Liegen auf Wolldecken.

Deutliche Spürinformationen vermitteln

Patienten, die sich selbst nicht ausreichend bewegen können, brauchen deutliche Spürinformationen, um die körperliche Identität wieder aktualisieren zu können. *Mein Leib ist ein Ganzes, hat klare Konturen, fühlt sich in einer ganz bestimmten Weise an und ist beweglich.* Hierzu gibt es viele Möglichkeiten, die gleichermaßen für bewusstseinsveränderte oder auch bewusstlose Patienten gelten können:

- Deutliche, großflächige Berührungen, die sich der Körperform des Patienten anpassen, durchführen.
- Körperbegrenzende Lagerungen mit zusammengerollten Decken am Körper anbieten.
- Luftgefüllte Matratzen gelegentlich entlüften, sodass der Patient hart liegt.
- Patient mit Röntgenschürzen, Gelkissen, Erbsenkissen, Kugeldecken o. ä. zudecken.
- Patient ins Laken fest einwickeln.
- Bettdecke nicht locker auflegen, sondern nahe an den Körper anmodellieren.
- Beim Wegnehmen der Bettdecke diese fest am Körper nachmodellierend abstreifen/abrollen.
- Körpergrenzen mit zusammengerollten Bettdecken oder Stillkissen erfahrbar machen.
- Patienten so lagern, dass er sich selbst berührt (Hände und Unterarme auf den Thorax legen, evtl. Fußknöchel abgepolstert übereinander schlagen).
- Etwaige Fixierungen weglassen.
- Häufig die Positionen wechseln.
- Häufige Mobilisierung gewährleisten.
- Atemstimulierende Einreibung anbieten.
- Basal stimulierende, d. h. den Körper nachmodellierende Waschungen durchführen.
- Körpererfahrungen durch Eincremen, Abfrottieren oder Abklopfen mit abschließendem Ausstreichen ermöglichen.
- Gegebenenfalls das Tragen von Kleidung und Schuhen ermöglichen.
- Patient vor einer Umlagerung vestibulär anregen (den Kopf 1–3-mal behutsam hin und her bewegen und schließlich in die Richtung der Umlagerung drehen: Dort geht es hin!).
- Patient zum Dialogaufbau vestibulär anregen (den Kopf synchron zur Atmung des Patienten hin- und herbewegen).
- Patient vibratorisch anregen, d. h., den Körper des Patienten durch ein Massagegerät erfahrbar machen, oberflächig an den Muskeln, systematisch an den Knochen (Cave: Hirndruck, Varizen!).

Fallbeispiel

Ein junger Mann mit Enzephalitis sollte von der Beatmung abtrainiert werden. In der Aufwachphase hyperventilierte er an der Beatmung, öffnete gelegentlich die Augen, sah durch einen hindurch und schien stark zu fantasieren. Er wurde motorisch unruhig und schien wie in einem Albtraum gefangen zu sein. Auf Ansprache reagierte er nicht. Ich berührte ihn an seiner Hand, drückte diese fest und wartete ab, ob er aufmerksam werden würde. Dies war nicht eindeutig, aber als ich seinen Körper mit festen Berührungen von oben nach unten nachmodellierte, schien sich sein Blick zu verändern. Anschließend ließ ich die Luft aus seiner Wechseldruckmatratze und deckte ihn mit einer großen Röntgenschürze zu, der Thorax blieb dabei frei. Er schien nach innen zu lauschen und beruhigte sich, die Atmung wurde langsamer und normofrequent. Nach ca. einer Stunde begann seine Unruhe abermals, ich stellte den vorherigen Zustand wieder her und er beruhigte sich erneut. So entwickelte sich ein Wechselspiel: Sobald er Unruhe entwickelte und sich zu verlieren drohte, veränderte ich die Situation. Im Laufe der Nacht atmete er insgesamt immer ruhiger.

Hier wird deutlich, dass die o. g. Möglichkeiten auch zur Habituation – Gewöhnung – führen können. Wenn ein Patient hart gelagert oder mit einer Röntgenschürze zugedeckt wird, kann dies nie ein Allheilmittel sein, sondern immer nur ein Angebot für eine gewisse Zeit. Sobald der Patient signalisiert, dass er sich daran gewöhnt hat, muss dies beantwortet und die Situation angemessen verändert werden. In der Praxis meint das nur wenig zeitlichen Mehraufwand, da meist kleine Veränderungen ausreichen.

Merke

Nur, wenn ich mich in meinem Körper sicher fühle, kann ich mich auch sicher bewegen!

7.5 Pflegeanamnese und individuelle Pflege

Jeder Mensch ist einzigartig. Wir entwickeln uns in unserer Umwelt und mit den Jahren gewöhnen wir uns an bestimmte Umstände, entwickeln eigene Gewohnheiten. Diese Gewohnheiten und Vorlieben helfen uns, unser Leben zu gestalten, jeder mag etwas anderes essen und trinken, mag andere Musik oder hat andere Aufstehgewohnheiten. Wie verwirrend und desorientierend kann es sein, wenn jemand einem anderen Menschen seine eigenen Gewohnheiten aufdrängt!

Lernaufgabe

Notieren Sie auf einem Blatt Ihre morgendlichen Aufstehgewohnheiten. Gehen Sie von einem normalen Frühdienst aus und schreiben Sie auf, was Sie wann in welcher Reihenfolge machen, vom ersten Klingeln des Weckers bis zum Verlassen der Haustür. Wie viel Zeit brauchen Sie insgesamt? Stehen Sie sofort auf oder bleiben Sie noch 5 Minuten liegen? Gehen Sie zunächst ins Badezimmer oder in die Küche? Wann putzen Sie sich die Zähne? Waschen oder duschen Sie sich? In welcher Reihenfolge tun Sie dies? Nehmen Sie ein kleines Frühstück zu sich?

Notieren Sie Ihre Gewohnheiten. Ihre Lehrperson kann dann alle Blätter einsammeln, mischen und an die Gruppe neu verteilen, damit Sie am nächsten Morgen die Aufstehgewohnheiten eines anderen Menschen erleben. Diskutieren Sie danach Ihre Erfahrungen und auch die Konsequenzen für die Pflege!

Gerade bei deliranten Patienten brauchen wir Informationen über ihn selbst, seine Gewohnheiten und seine Umgebung. Pflegende übernehmen die meisten Patienten nach der Operation beatmet und sediert und wissen vieles über den Körper, aber nichts über den Menschen. Das Wissen um die Geschichte und Lebensgewohnheiten ändert häufig das Bewusstsein der Pflegenden und damit auch ihre Pflege. Es wird keine Routinemaßnahme durchgeführt, sondern individuelle Pflege angeboten. Vor diesem Hintergrund wird die Pflegeanamnese erhoben. Nicht nur der körperliche und psychische Zustand werden beobachtet, sondern auch die verbliebenen Fähigkeiten, Gewohnheiten sowie Zu- und Abneigungen.

Dieses Wissen kann als Grundlage für Angebote aus vertrauten Aktivitäten dienen. Das Angebot, etwas Bekanntes zu spüren, bedeutet für den Patienten, dass er nichts Neues lernen, sondern auf Gewohntem aufbauen kann! Bekannte Gerüche oder vertraute Berührungen werden selbst bei Hirnschädigungen eher als solche erkannt als neue Informationen, die Wahrnehmungsfähigkeit kann dadurch schneller rehabilitiert werden. Es ist ein-

facher, etwas Gewohntes wieder zu erlernen als etwas Ungewohntes neu zu lernen.

Gleichzeitig fördern die Anamnese und deren Informationen die Beziehungsqualität zwischen Patienten und Pflegenden. Der Patient bekommt mehr Persönlichkeit und wird dann nicht mehr austauschbar, gerade, wenn er sehr zurückgezogen und schwerstkrank lebt. Wir haben es oft erlebt, dass z. B. die Information über den ausgeübten Beruf des kaum noch ansprechbaren Menschen die Pflegenden in ihrer Art, mit dem Patienten umzugehen, verändert; durch mehr Informationen wird der einzelne Mensch erlebbarer.

7.5.1 Persönlichen Fragebogen verwenden

Es wurde ein „Persönlicher Fragebogen zur Pflegeanamnese“ entwickelt, den die Patienten präoperativ selbst ausfüllen. Ziel des Fragebogens ist es, die Pflegenden ausreichend und schnell über die Patienten zu informieren und diese gleichzeitig auf den Intensivaufenthalt vorzubereiten.

Die Patienten erhalten diesen Fragebogen einige Tage vor der Operation, wenn zu erwarten ist, dass sie nach der Operation auf die Intensivstation verlegt werden. Sie füllen diesen Bogen selbst aus und setzen sich durch die Beantwortung der Fragen mit ihrem Aufenthalt auf der Intensivstation auseinander. Bei Patienten, die notfallmäßig auf die Intensivstation verlegt werden, entfällt natürlich diese Art der Vorbereitung. In diesen Fällen werden die nächsten Angehörigen gebeten, den Bogen auszufüllen.

Der Bogen (ein gefalteter DIN-A3-Bogen mit 4 Seiten) enthält neben einem einführenden Text Fragen zum Ankreuzen und/oder Ausfüllen. Die Fragen sind in verschiedene Bereiche gegliedert, die jeweiligen Fragen enthalten differenzierte Ankreuzmöglichkeiten.

Beispiel

Wie möchten Sie von uns angesprochen werden?
- mit Nachnamen:
- mit Vornamen:
- mit Titel:
- mit Spitznamen:
- …

In den letzten Jahren wurde dieser Bogen überarbeitet und wir fragen nicht mehr so sehr handlungsorientiert („Wie waschen Sie sich?“), sondern eher beziehungsorientiert („Was ist Ihnen beim Waschen wichtig?“), weil die Situation im Krankenhaus eben nicht der häuslichen Umgebung entspricht und wir uns mehr an der Person und nicht an der Tätigkeit orientieren. Mögliche Fragestellungen können sein:
- Erwartungen an die Pflege
- Bereiche der Kontaktaufnahme
- Bezugspflege
- Pflege durch weibliche oder männliche Pflegende
- Gestaltung von Besuchen, individuelle Absprache von Besuchszeiten
- Integration von Angehörigen in die Pflege
- Gestaltung von Aktivität und Ruhe
- Schwerpunkte der Morgentoilette
- Rechts-/Linkshänder
- allgemeine Sinnesbeeinträchtigungen
- Stressverhalten und Umgang mit Stress
- Vermittlung von Sicherheit und Wohlbefinden
- Vorerfahrungen im Krankenhaus
- Gestaltung von unangenehmen Tätigkeiten
- Bewältigungsstrategien und Motivation

Durch die einzelnen Fragestellungen werden die Patienten dazu angeregt, sich mit sich selbst auseinanderzusetzen. Die offene und vertrauenerweckende Struktur des Fragebogens ermöglicht es den Patienten auch über unliebsame Themen wie Krankheit nachzudenken und diese für die Zeit nach der Operation zu akzeptieren. Sie werden dazu angeregt, ihr Verhalten in Grenzsituationen zu reflektieren und schon vor der Operation die Situation emotional vorzubereiten.

7.5.2 Persönliche Gegenstände integrieren

Integrieren Sie in Ihre Pflege Gegenstände, die dem Patienten von Bedeutung sind. Wenn ich meinen Rasierer wiedererkenne, weiß ich viel eher, um was es jetzt geht, als wenn mir ein fremdes Rasierequipment angeboten wird. Ebenso hilfreich kann es für den deliranten Patienten sein, wenn er in der fremden Umgebung etwas Sicheres dabei hat, einen Talisman oder Glücksbringer. Und wie viele Patienten stellen als Erstes ihren eigenen Reisewecker auf den Nachttisch, um stets zu wissen, wie spät es ist.

Menschen im Koma und Wachkoma haben z. T. ausschließlich auf sehr individuelle Angebote reagiert: das aufgenommene Hundegebell oder das Anlassen eines Automotors, die Stimmen der Familie, der Duft von Currywurst oder geräuchertem Aal, das Tragen von Arbeitskleidung, das Benutzen eines Handys mit Vibrationsalarm und Klingel, das Mit-ins-Bett-legen von Lebensgefährten. All diese Erfahrungen kamen durch eine kreative Zusammenarbeit von Pflegenden und Angehörigen zustande und haben dennoch keine Erfolgsgarantie.

Abb. 7.6 Persönliche Gegenstände, wie hier die Bettwäsche, bieten Sicherheit in der fremden Umgebung einer Intensivstation.

Allgemeine Möglichkeiten sind:
- eigener Pyjama oder eigenes Nachthemd
- Bademantel, Unterwäsche, Socken
- Ringe, Uhren, Schmuck
- religiöse Symbole, Talisman
- Lieblingskopfkissen /-decke
- Bilder, Fotos, Fotoalbum
- Bettwäsche oder nur Kopfkissenbezug (▶ Abb. 7.6)
- persönliches Geschirr (Becher, Teller, Besteck)
- Hygieneartikel (Zahnputzzeug, Prothesenbecher, Duschgel, Bürste oder Kamm, Rasierwasser, Schminke, Creme, Lotion, evtl. Handtücher)
- eigene Nachttischlampe
- persönliches Radio, CD-Player mit Musik usw.

7.5.3 Bedeutung für die Pflegeplanung

Im Idealfall sollte eine pflegerische Bezugsperson die Einschätzung der Ausgangssituation und die Gestaltung der Angebote festlegen. Diese sollte sich für die gesamte Pflegeplanung des Patienten verantwortlich zeigen und darauf achten, dass unter Berücksichtigung der aktuellen Situation die vereinbarten Absprachen beibehalten werden. Auch die Festlegung von Prioritäten für einen Patienten durch das Team hilft, die Maßnahmen und Ziele festzulegen und zu überprüfen. In diesem Hinblick ist es wichtig herauszuarbeiten, welches das wichtigste Ziel für den Betroffenen darstellt, damit hier eine Kontinui-

tät und Verlässlichkeit im gesamten Team entstehen kann.

Insbesondere in der Intensivpflege ist es von hoher Bedeutung, die Pflegeplanung zeitnah zu aktualisieren, da sich die Situation des Patienten in kürzester Zeit verändern kann. Trotz geplanter Pflege müssen wir uns immer neu im „Hier und Jetzt" orientieren, um die Begegnung zu gestalten.

Es hat sich bewährt, bereits im Rahmen der Pflegeplanung Aktivitäts- und Ruhezeiten einzuplanen und diese an Ritualen zu verdeutlichen, z. B. die Beleuchtung bzw. die akustischen Außenreize zu dämpfen.

Die Pflegeplanung zu basal stimulierenden Angeboten sollte in die vorliegende stationsübliche Dokumentation integriert werden, zusätzliche Dokumentationsblätter werden oftmals außer Acht gelassen oder abgelehnt.

7.5.4 Grenzen biografischer Angebote

Oftmals reagieren verwirrte und v. a. bewusstlose Menschen erst auf Angebote, zu denen sie einen persönlichen Bezug herstellen können. Biografische Angebote haben einen deutlichen Bezug zu der Geschichte eines Menschen und knüpfen an einen Aspekt seiner bisherigen Aktivitäten an: Ein gerne gehörtes Lied, das eigene Rasierwasser, die Gegenwart der Angehörigen wie auch elementar das Spüren und Bewegen der eigenen Körpers sind Beispiele für die Aktivitäten und Gewohnheiten eines einzelnen Menschen. Wir haben allerdings erfahren müssen, dass diese biografischen Angebote niemals Selbstzweck sein dürfen und dass sie durchaus auch verwirren können: Ein von der Mutter getragenes Hemd kann dem Kind durchaus Trost spenden, wenn das Hemd auf oder neben dem Kopfkissen liegt, zugleich riecht es aber seine Mutter, obwohl diese nicht zu sehen ist. Manche Patienten werden durch biografische Angebote verwirrt: Das kenne ich von zu Hause, aber dies ist hier nicht mein zu Hause.

Fallbeispiel

Dieses Problem hat eine Kollegin von uns sehr schön reflektiert: Sie betreute einen älteren Herren, der nach einer längeren Sedierung nicht wieder aufzuwachen schien. Sie sprach ihn zunächst mit Nachnamen an, ohne dass der Patient darauf zu reagieren schien. Dann erfuhr sie von Angehörigen, dass der Patient von allen mit Vornamen angesprochen wurde. Dies probierte sie aus und bemerkte ein Augenblinzeln und schließlich ein Augenöffnen. Dadurch ermutigt, beschloss sie, für diesen Patienten – seines Zeichens Fernfahrer – abends einige Autogeräusche von der Straße aufzunehmen, um ihm diese am nächsten Tag vorzuspielen.

Am folgenden Tag bemerkte die Kollegin, dass der Patient wacher geworden war und sich orientierend umsah und sie zwar nicht wieder erkennend, aber doch interessiert anblickte. Ihr erschien das Vorspielen der Straßengeräusche nunmehr unangemessen, denn diese hätten den erwachenden Patienten wahrscheinlich eher verwirrt („was soll ein LKW im Krankenhaus?"). Auch die Ansprache mit seinem Vornamen wirkte zu distanzlos, schließlich war sie nicht seine Freundin. Er reagierte durchaus auf seinen Nachnamen.

Dieses Beispiel zeigt, dass wir biografische Angebote wohl überlegt anbieten müssen: Wenn ein Patient noch nicht zu seiner Person orientiert ist, so wirken Angebote, die eine biografische Bedeutung haben, durchaus persönlichkeitsorientierend. Wenn ein Patient aber zur Person und evtl. zur Situation orientiert ist, so müssen die biografischen Angebote in ihrer Bedeutung angemessen sein.

7.6 Integration von Angehörigen

Patienten im Wachkoma weisen einen deutlich erhöhten Stoffwechsel im Gehirn nach, wenn sie die Stimmen von Angehörigen hören (Klein 2000). Verwirrte Patienten berichten, dass eine fürsorgliche Beziehung zu den Angehörigen die Furcht reduzieren kann, was das Auftreten und die Dauer von unrealen Erlebnissen zu verringern hilft (Granberg u. a. 1999). Es ist verständlich, dass die Gegenwart einer bekannten Person Vertrauen, Trost und Zuversicht bewirken kann und in diesem Sinne kommt die Integration von Angehörigen einem therapeutischen Faktor nahe (▶ Abb. 7.7). Die Patienten sind ruhiger, sie fühlen sich verstanden, können – wenn sie nicht mehr beatmet sind – von ihren Erlebnissen berichten und die innere, sie unruhig machende Spannung abbauen.

Abb. 7.7 Die Gegenwart der Angehörigen ist für verwirrte Patienten oft beruhigend und gibt Orientierung.

Oftmals werden dadurch aber auch Konflikte ausgelöst: Die Patienten wollen mit nach Hause oder sie erzählen den Angehörigen von ihren bedrohlichen Erlebnissen und geben uns Pflegenden dabei eine ganz andere Rolle, z. B. die eines Gefängniswärters: *„... und mit dem da ist nicht zu spaßen. Das ist ein ganz Scharfer"* (Patientenzitat).

7.6.1 Information der Angehörigen

In solchen Fällen sollten Angehörige nicht unvorbereitet in das Patientenzimmer treten und den Patienten besuchen. Sie brauchen eine gute, verständliche (!) und wiederholte Information über das Verhalten des Patienten, wodurch sie den Patienten verstehen und das Erlebte relativieren können. Vor allem aber brauchen sie die Hoffnung, dass sein Zustand nur von kurzer Dauer ist und er wieder „normal" wird. Informieren Sie die Angehörigen, dass sie jederzeit erneut etwas fragen dürfen, den Besuch auch vorzeitig abbrechen können oder auch das Recht haben, gar nicht zu kommen, um sich zu erholen. Wenn ein Angehöriger den Patienten das erste Mal in einem veränderten Zustand erlebt, so begleiten Sie ihn mit zum Patienten und bleiben Sie die ersten Minuten dabei, bis der Angehörige signalisiert, dass er sich in der Situation zurechtfindet und führen Sie ebenso Nachgespräche. Bei Komapatienten sollte die Integration in die Pflege wie auch eine psychologische Unterstützung frühzeitig angebahnt werden (NCGC 2010). Siehe hierzu auch Kap. „Kommunikation mit Angehörigen" (S. 129).

7.6.2 Wobei integrieren?

Können Angehörige in die Pflege integriert werden? Es ist selbstverständlich, dass nicht jeder Angehörige gleichermaßen in die Betreuung eines verwirrten Patienten integriert werden kann. Allgemein wollen dies Patienten auch gar nicht. In einer Umfrage haben wir entdecken müssen, dass nur 12 % von chirurgischen Intensivpatienten eine Integration von Angehörigen in die Pflege gut gefunden hätten (Nydahl u. Bartoszek 2013) und dies sicherlich aus den verschiedensten Gründen: Man will so nicht gesehen werden, lieber seine Ruhe haben, die Beziehung stimmt nicht oder man will die Angehörigen nicht belasten, ihnen Sorge bereiten oder traut ihnen das nicht zu.

Allerdings gilt es zu bedenken, dass wir hierbei ganz unspezifisch gefragt haben („Hätten Sie es gut gefunden, wenn wir einen Ihrer Angehörigen in die Pflege einbezogen hätten?"). Mit einer anderen Fragestellung, die namentlich „Intensivpflege" ausklammert, aber allgemeine Tätigkeiten wie Lagern, Mundpflege usw. nennt, ist die Akzeptanz höher, weil die Integration evtl. konkreter beschrieben wurde. Werden hingegen Angehörige selbst gefragt, ob sie bei der Pflege helfen würden, so ist die Bereitschaft mit 85 % sehr hoch (Hammond 1995). Daraus ergibt sich der Widerspruch, dass wir zwar wissen, dass die Integration heilsam für die Patienten sein kann, sie dies aber zum großen Teil nicht wünschen.

Wir müssen uns an dieser Stelle fragen, worin Angehörige tatsächlich integriert werden sollen. Wenn eine Ehefrau ihrem Mann den Mund pflegt oder ihn gar wäscht, dann pflegt sie ihn zwar, macht ihn aber dadurch auch zum Pflegefall! Ein deliranter Patient wird die Hilfeleistung nicht als lediglich vorübergehend abschätzen können und sich dann entsprechend gegen sein vermeintliches Schicksal wehren. Außerdem kann bei misstrauischen Patienten die Zusammenarbeit zwischen Pflegenden und Angehörigen zu einem Vertrauensbruch zwischen Patient und Angehörigen führen.

Bei verwirrten Patienten kann die Integration in die Pflege – ganz anders als z. B. bei komatösen Patienten – also nicht durch vordergründige Grundpflege geschehen. Die Integration von Angehörigen in die Pflege deliranter Patienten muss immer individuell und sorgfältig geschehen und wiederholt reflektiert werden. Dennoch wissen wir, dass die Angehörigen den Patienten guttun. Bei Menschen im Koma scheint die Integration hingegen sehr hilfreich, wenn auch vorübergehend zu sein: Durch die Integration lernen die Angehörigen, wieder eine Beziehung zu dem Patienten aufzubauen. Komapatienten können dies mitunter wahrnehmen und reagieren entsprechend. Sobald die Patienten aber deutlich wacher werden, lehnen auch sie die Pflege – abhängig von ihrem Zustand – ab.

7.6.3 Möglichkeiten der Integration

Eine Möglichkeit, Angehörige zu integrieren, kann darin bestehen, uns an ihrem für sie üblichen (Beziehungs-)Alltag zu orientieren. Zu Hause reicht man dem anderen mal einen Löffel, hilft ihr in die Jacke oder auch mal beim Aufstehen. Gemeinsame Mahlzeiten erhöhen den Appetit, die Hand halten kann normal sein oder auch aufeinander Acht geben: Es sind normale Tätigkeiten.

Möglichkeiten der Situationsgestaltung für Angehörige deliranter Patienten sind u. a.

- da sein (in Augenhöhe neben dem Bett oder auf dem Bett sitzen, vielleicht sogar im Bett liegen),
- Acht geben (für diese Zeit etwaige Fixierungen lösen),
- Mahlzeiten gemeinsam einnehmen (nicht Nahrung verabreichen, es sei denn auf Wunsch des Patienten),
- gemeinsam aufstehen (Kabel halten, Bewegung unterstützen),
- anziehen (in die Oberbekleidung helfen),
- zuhören (Sorge teilen, Ängste berichten),
- Intensivtagebuch schreiben.

Aus Sicht deliranter Patienten kommt es hierbei auf die *Gegenwart*, nicht auf die *Tätigkeit* an. Diese Gegenwart allein wirkt tröstend und orientierend. Dies kann praktisch auch bedeuten, dass Angehörige am Bett sitzen und ein Buch lesen, etwas stricken oder auch mal ein Nickerchen machen. Sie sind da.

Praxistipp

Aus Sicht des Patienten sind diejenigen Menschen, mit denen er zusammenwohnt, kein Besuch (Metzing 2013). Es versteht sich von selbst, etwaige Besuchsregelungen großzügig zu gestalten – schließlich entlasten die Angehörigen uns Pflegende!

7.7 Strukturieren des Tagesablaufs

Fallbeispiel

Eine Kollegin machte eine interessante Erfahrung mit einer apraktischen Patientin nach Hirninfarkt, die bei ihrer Körperhygiene große Schwierigkeiten hatte, die Aktivitäten in einen sinnvollen Zusammenhang zu bringen: Sie bürstete sich mit der Zahnbürste die Haare, wusch sich die Hände in der Toilettenschüssel, rührte die Margarine in den Kaffee und benötigte für alle alltäglichen Verrichtungen kleinschrittige Anleitung und Aufsicht. Dann wurde die Gestaltung des Tagesbeginns verändert und an den Gewohnheiten der Patientin orientiert. So war sie es gewohnt, gleich nach dem Wecken im Bett zu frühstücken und sich dann erst zu waschen. Nur dieses wenige, veränderte Vorgehen ermöglichte ihr, das Frühstück *alleine* zuzubereiten (sie ließ sich auf eigenen Wunsch sogar die Margarine in Butter umtauschen) und sich ohne Anleitung ihre Toilettenartikel zu richten, sich alleine zu waschen und anzuziehen.

7.7.1 Desorientierung durch fremdbestimmte Rituale vermeiden

Das obige Beispiel zeigt sehr deutlich, wie die Nutzung biografischer Angaben helfen kann, sich in bestimmten Tätigkeiten zu orientieren. Das kenne ich, das meint mich, da kann ich mitmachen!

Umgekehrt kann aber auch allein die Veränderung des Tagesablaufs sehr desorientierend wirken. So zeigte die Auswertung der Lernaufgabe zum morgendlichen Aufstehen (S. 146), dass es selbst für Gesunde schwierig ist, sich auf einen anderen, fremdbestimmten Tagesablauf zu konzentrieren. Die Probanden brauchten länger als gewöhnlich, fühlten sich nicht ausgeschlafen und insgesamt weniger wohl. Wenn es die Gewohnheit ist, sich vor dem Kaffeetrinken morgens die Zähne zu putzen und dies plötzlich anders herum gemacht wird, so schmeckt der Kaffee nicht, und umgekehrt ist es genauso. Die Nutzung gewisser Rituale in der Pflege verwirrter Patienten hat daher einen hohen Stellenwert und kann viele Potenziale mobilisieren.

Fragen Sie also den Patienten (oder die Angehörigen) wie er üblicherweise den Tag morgens beginnt, in welcher Reihenfolge er was tut und gehen Sie nicht von sich aus.

Die meisten Pflegenden „verschwinden" morgens im Patientenzimmer, pflegen den Patienten und kommen später wieder heraus. Jeder wird etwas gemacht haben und unterschiedliche Schwerpunkte dabei berücksichtigt haben (▶ Tab. 7.2). Viele (orientierte) Patienten haben dafür Verständnis oder bestimmen dabei auch mit. Delirante Patienten aber werden oftmals nicht gefragt, es wird an ihnen gehandelt und eine unterschiedliche Strukturierung des Tagesablaufes wirkt zusätzlich verwirrend. Am einfachsten ist dies, wenn Sie wichtige Tagesaktivitäten in ihrer Gewichtung dokumentieren oder einen entsprechenden Zettel in der Nähe des Patienten bzw. seiner Dokumentation befestigen.

7.7.2 Biografischen Tagesrhythmus beachten

Wir versuchen also, den Patienten in der Entwicklung eines eigenen Rhythmus' zu unterstützen. Wann ist er gewohnt aufzustehen? Wann und wie im Tagesablauf pflegt er sich normalerweise? Welche Rei-

Tab. 7.2 Fremdbestimmte morgendliche Rituale (Herr M. wird über 3 Tage morgens durch verschiedene Pflegende „individuell“ gepflegt).

Montag, Sr. Sabine	Dienstag, Pfl. Stefan	Mittwoch, Sr. Monika
Licht an	Patienten wecken	Licht an
Patienten wecken	Licht an	Patienten wecken
Blut abnehmen, Medikamente	Nutzung der Urinflasche	Ganzkörperwaschung
Mundpflege	Rasur	(Rasur nicht nötig)
Rasur	Ganzkörperwaschung	Nutzung der Urinflasche
Ganzkörperwaschung	Mundpflege	Mobilisierung Stuhl – Frühstück
Mobilisierung in den Toilettenstuhl – Wasser lassen	Blut abnehmen, Medikamente	Blut abnehmen, Medikamente
Mobilisierung Stuhl – Frühstück	Mobilisierung Stuhl – Frühstück	Mundpflege

henfolge bevorzugt er, was ist ihm dabei wichtig? Die meisten Menschen stehen morgens auf und waschen oder duschen sich anschließend, aber nicht alle! Manche machen morgens nur eine Katzenwäsche und duschen oder baden abends. Im Krankheitserleben kann dieser Rhythmus ebenso wieder ganz anders erlebt werden und gerade dann kann langes Ausschlafen wichtig sein. Die Orientierung am biografischen Rhythmus kann in der Pflege wichtig sein, gerade, wenn wir mit Menschen arbeiten, die einen scheinbar unterschiedlichen Rhythmus als wir selbst haben: Ist dieser Patient eher ein Nachtmensch oder ist er es eher gewohnt, mitten in der Nacht aufzustehen? Gibt es weitere Rhythmen für ihn, die ihm wichtig sind?

Biografische Angaben können eine Hilfe sein, um den Patienten zu verstehen, sie besitzen aber keine allgemeine Gültigkeit. Ziel unserer Aktivität ist es, den Patienten in der Entwicklung eines eigenen Rhythmus' zu unterstützen und ihm nicht einen – wenn auch biografisch orientierten – Rhythmus vorzugeben. Gerade in fremder Umgebung passen wir gewöhnlich unseren eigenen Rhythmus der Umgebung an (z. B. im Urlaub), und dazu brauchen wir einige Tage. Patienten erleben dies im Krankenhaus häufig genauso, viele wollen dies auch, aber sie selbst bestimmen die Dauer dieser Entwicklung!

7.7.3 Aktivität und Ruhe abwechseln

Genauso sind Überforderungen zu vermeiden, um den Patienten keinem Stress auszusetzen. Der Abbruch einer Ganzkörperwaschung kann auch rehabilitierend sein!

Pflegerische Aktivitäten sollten also so strukturiert werden, dass sie sich dem Rhythmus von Aktivität und Ruhe des Patienten anpassen. Dies ist im Stationsalltag eine schwierige Aufgabe und nicht immer unter allen Umständen möglich. Gerade die klare Tagesstruktur im Arbeitsablauf gewährt vielen Pflegenden eine Sicherheit, die sie brauchen, um die viele Arbeit zu bewältigen. Eine Veränderung des Ablaufs – Herr M. wird nicht wie alle um 7 Uhr, sondern erst gegen 11 Uhr gewaschen – beschwört somit erhebliche Widerstände im Team herauf: „Wie sollen wir das schaffen?“ oder „Wenn jeder erst dann gewaschen werden will?“ usw. Diese Einwände sind normal und weisen auf das Bedürfnis nach klaren Arbeitsstrukturen hin. Betonen Sie also die Einzigartigkeit Ihres Vorhabens –*nur* Herr M. wird um 11 Uhr gewaschen. Wir erleben es heute v. a. als eigene Entlastung, wenn nicht alle Patienten gleichzeitig „fertig gemacht“ werden müssen, sondern der eine oder andere eben später betreut werden kann und wir in der Zeit andere Dinge erledigen können. Es ist schwierig umzudenken, aber langfristig entlastet es.

Der Patient soll Gelegenheit haben, einen eigenen Rhythmus von Aktivität und Ruhe zu entwickeln. Wenn er wach und aktiv ist, kann er viel effektiver lernen und sich entwickeln, als wenn er dazu wiederholt geweckt wird. Dadurch können Überforderungen vermieden werden. Die Grenze, was nun überfordernd wirkt, liegt bei jedem Menschen woanders, wie folgendes Beispiel zeigt.

Fallbeispiel

Ich half einem Patienten nach Schlaganfall bei der Morgentoilette. Er war relativ wach, motorisch allerdings noch sehr eingeschränkt und so unterstützte ich ihn in vielen Tätigkeiten. Sobald er an seine Grenze gekommen schien, seine Aufmerksamkeit nachließ, schloss ich die Tätigkeit ab und gönnte ihm eine Pause. Das Rasieren, die Waschung, das Frühstück, die Mundpflege zogen sich in Intervallen über 3 Stunden hin. In den Pausen bearbeitete ich andere Dinge und fuhr mit der Morgentoilette bei ihm erst fort, wenn er wieder wach wurde. Irgendwann war der Patient genervt und fragte, wie lange das noch dauern würde. Ich war sehr erstaunt, denn mein Arbeitsrhythmus bestand in einem kontinuierlichen Vormich-hin-arbeiten mit kurzen Pausen.

Sein Rhythmus bestand offensichtlich darin, erst „etwas wegzuarbeiten“, um dann eine lange Pause zu machen. Ich hatte ihm meinen Rhythmus einfach aufgezwängt, es war zwar gut gemeint, aber eben nicht sein Rhythmus. Das Einfachste wäre gewesen, ihn zu fragen.

Mitunter kann es für den Patienten wichtiger sein, eine Aktivität erst abzuschließen, um sich dann zu erholen. Man will etwas geschafft haben und kann sich dann auch erst ausruhen. Dies ist für viele, aber nicht für alle Aktivitäten wichtig. Anderes kann auch noch später getan werden. Welche Aktivitäten sind für den Patienten in sich geschlossene und somit sinnvolle Aktivitäten? Welche können unterbrochen und später weitergeführt werden?

7.7.4 Angenehme und unangenehme Tätigkeiten trennen

Achten Sie bei Ihren Tätigkeiten darauf, wie diese auf den Patienten wirken und sich aus seiner Sicht strukturieren lassen. Wenn der Patient lernt, dass er nach der GKW stets abgesaugt wird und dabei Schmerzen empfindet, so wird er sich kaum entspannen, selbst wenn Sie ihn nunmehr entspannend, basal stimulierend waschen. Sollten mehrere Tätigkeiten mal angenehm, mal unangenehm, nacheinander in einer größeren Tätigkeit verbunden werden, so kann dies dazu führen, dass der Patient gar nicht mehr weiß, wann er sich jetzt entspannen kann (▶ Tab. 7.3).

Die Struktur ist an den pflegerischen Handlungen funktional orientiert, bewirkt einen vergleichbaren Ablauf, kann aber zur Folge haben, dass der Patient sich nie richtig entspannen kann, weil er lernt, dass jede Pflegetätigkeit eine potenziell unangenehme Erfahrung bedeuten kann.

Versuchen Sie daher vermehrt, unangenehme und angenehme Tätigkeiten zeitlich von einander zu trennen, um Ihre Pflege klarer und damit auch effektiver wirken zu lassen (▶ Tab. 7.4).

Tab. 7.3 Ausschnitt aus der normalen Strukturierung am Beispiel des Tagesablaufes eines Patienten im Weaning.

Uhrzeit	Tätigkeit	mögliche Wirkung*
6:30	Begrüßung messen/Monitoring	+ Ø
6:35	Mundpflege absaugen	+/– –
6:47	Material vorbereiten Ganzwaschung	Ø +
6:59	Augen-, Nasen-, Ohrenpflege Lagerung	– +/–
7:24	ASE	+
7:32	Medikamente	Ø

* [Wirkung + = positiv, entspannend; Ø = ohne Kontakt, d. h. ohne direkte Wirkung; +/– = Wirkung abhängig von der Gestaltung der Aktivität; – = negative, unangenehme Wirkung]

Tab. 7.4 Eine Strukturierung nach *möglicher Wirkung* – d. h. patientenorientiert*.

Uhrzeit	Struktur	Tätigkeit	mögliche Wirkung
6:30	Aktivität beginnt	Begrüßung	+
	Ruhe	messen /Monitoring	
6:35		Material vorbereiten	
	positive Erfahrungen	Ganzwaschung	+
7:00		Lagerung	+
		ASE	+
7:17	Ruhephase	Medikamente	
	unangenehme Erfahrungen	Mundpflege	+/–
7:37		absaugen	–
		Augen-, Nasen-, Ohrenpflege	–

* [Wirkung + = positiv, entspannend; Ø = ohne Kontakt, d. h. ohne direkte Wirkung; +/– = Wirkung abhängig von der Gestaltung der Aktivität; – = negative, unangenehme Wirkung]

Die zweite Strukturierung dauert 5 Min. länger, weil die Umlagerung mit 10 statt mit 5 Min. berechnet wurde. Gerade bei bauchchirurgischen Patienten dauert eine Umlagerung, die schmerzfrei und als eine Erfahrung von „Sich-im-Raum-bewegen" gestaltet wird, erfahrungsgemäß länger. Die zweite Struktur hat den Vorteil, dass der Patient deutliche Phasen der Entspannung und damit die Möglichkeit zur Regeneration und Rehabilitation hat. Ob jetzt zunächst mit positiven oder negativen Erfahrungen begonnen wird, hängt vom Erleben des Patienten ab. Manche mögen erst das Unangenehme bewältigt haben, andere wollen aber nicht mit unangenehmen Erfahrungen den Tag beginnen.

Bei deliranten Patienten, bei denen mühsam ein Vertrauensverhältnis aufgebaut wurde, kann es durchaus ratsam sein, für die unangenehme Situation eine andere Pflegeperson zu bitten, diese durchzuführen, damit das Vertrauensverhältnis nicht gestört wird. Aber dies ist immer im Einzelfall zu entscheiden.

Unangenehme und schmerzhafte Tätigkeiten gehören im Krankenhaus fast zwangsläufig zum Aufenthalt, die Frage ist hier, wie wir diese strukturieren und organisieren, sodass sie nachhaltig für den Patienten eine Orientierung darstellen können (Nydahl u. Bartoszek 2013).

7.7.5 Schlaf fördern und Einschlafrituale nutzen

Merke

Schlafentzug führt zur Desorientierung und der Mangel an Schlaf ist eines der zentralen Probleme von Intensivpatienten. Eine wiederholte Unterbrechung der REM-Phasen verlängert zusätzlich die Rehabilitation!

Ausreichend natürlicher Schlaf ist wichtig für den Patienten. So kann es mitunter für Pflegende sinnvoller sein, „nichts" oder weniger zu tun, als den Patienten wiederholt zu wecken.

Häufig gibt es das Problem, dass Intensivpatienten nicht schlafen können. Das ständige Brummen und Summen, das helle Licht, die vielen Aktivitäten, die auch nachts durchgeführt werden, geben nur wenige Möglichkeiten, zwischen Tag und Nacht zu unterscheiden. Wie fühlt sich die Nacht an? Wie kann ein Patient erfahren, dass es jetzt abends oder nachts ist?

Nutzen Sie Einschlafrituale und fragen Sie den Patienten, was er braucht, um gut einschlafen zu können:

- Wann geht er üblicherweise schlafen?
- In welcher Position im Bett schläft er ein?
- Ist er es gewohnt, nachts aufzustehen?
- Wie lange schläft er?
- Braucht er bestimmte Kleidung, z. B. Socken, warme, leichte Kleidung?
- Liegt er zur Tür hin?
- Ist es wichtig, dass das Bett mit einer Seite an einer Wand steht?
- Ist der Raum komplett abgedunkelt oder gibt es eine kleine Nachtbeleuchtung?
- Soll die Tür geschlossen oder angelehnt werden?
- Gibt es bestimmte Geräusche, die beruhigend oder störend wirken?
- Welche Rituale hat er vor dem Einschlafen, z. B. Zähne putzen, Hände waschen, lesen, Radio hören, kleiner Imbiss, beten usw.?

Diese Hinweise können eine gute Hilfe sein, um Patienten das Ein- und Durchschlafen zu erleichtern. Bei Patienten, die wiederholt nur schlecht schlafen, ist zu überlegen, inwieweit das Umfeld zu verändern ist, d. h. der Patient evtl. in ein anderes Zimmer geschoben wird, weil ein Mitpatient für Unruhe sorgt o. ä.

Lernaufgabe

Diskutieren Sie in kleinen Gruppen Phasen in Ihrem eigenen Leben, in denen Sie aufgrund einer Krise (z. B. Beziehungsabbruch und Trennung) Schlafstörungen entwickelt haben – was hat Ihnen dabei geholfen? Inwieweit ist dies auf die Situation von verwirrten Intensivpatienten zu übertragen?

Wenn man aus Sorge nicht schlafen kann, will man sich bewegen oder auch darüber sprechen. Schmerzen, Durst, Unruhe, Sorge oder auch ein Entzug (z. B. von Opiaten postoperativ) sind eine häufige Ursachen für Schlafmangel. In diesen Fällen ist es hilfreich, doch noch mal richtig aufzuwachen, sich auf die Bettkante zu setzen oder auch umherzugehen, um dann besser schlafen zu können; eine entsprechende Schmerzmedikation ist selbstverständlich.

Weitere Hilfen können sein:

- Mobilisierung auf die Bettkante mit beruhigendem Fußbad (S. 399)
- atemstimulierende Einreibung (ASE) (S. 186) zur Unterstützung des Ein- und Durchschlafens (Schürenberg 1993)

- beruhigende Einreibungen mit Lotion an den Händen/Unterarmen oder Unterschenkeln
- Abschirmung durch Paravents usw.
- kleine Nachtbeleuchtung
- Geräuschreduzierung (veränderte Einstellung der Alarme, frühzeitiges Wechseln von Perfusoren usw.)

7.8 Wenn nichts mehr geht

Es ist nicht einfach, komatöse oder verwirrte Patienten zu betreuen. Jeder Patient ist in seinem Zustand anders und was bei dem einen hilft, kann bei dem nächsten noch verwirrender wirken. Zusätzlich werden Pflegende von deliranten Patienten oftmals beschimpft, angespuckt oder gebissen; das Schicksal eines Komapatienten kann durchaus nahe gehen. Man kommt schnell an seine Grenzen. Daher gilt:

- Wenn Sie genervt sind, ist das okay!
- Achten Sie auf eigene Grenzen!
- Sie müssen nicht durchhalten (evtl. ist es sinnvoller, einen Patienten während einer Schicht abzugeben).
- Sprechen Sie mit Kollegen über die Situation.
- Versuchen Sie, die Situation aus Sicht des Patienten zu sehen und sein Verhalten zu erklären.

Praxistipp

Supervision wie auch ein Gespräch mit dem Klinikseelsorger können hier eine gute Hilfe sein, helfen aber nur langfristig, nicht in der aktuellen Situation.

Entspannen Sie sich: Sie müssen niemanden heilen oder retten, auch wenn in diesem Kapitel entsprechende Möglichkeiten suggeriert werden. Das Wesentliche macht der Patient selbst: „Pflege **macht** nicht gesund, Pflege **hilft** beim Gesundwerden“ (Bienstein u. Fröhlich 2012).

7.9 Leseservice

7.9.1 Literatur

American Psychiatric Association. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition. Arlington, VA: American Psychiatric Association, 2013

Bergbom I, Askwall A. The nearest and dearest: a lifeline for ICU patients. Intensive Crit Care Nurs 2000; 16: 384

Besendorfer A. Das Erleben von Patienten auf Intensivstationen. In: Abt-Zegelin A, Hrsg. Fokus: Intensivpflege. Hannover: Schlütersche; 2004

Bienstein C, Fröhlich A. Basale Stimulation in der Pflege – die Grundlagen. Bern: Huber; 2012

Bosch CFM. Vertrautheit. Wiesbaden: Ullstein Medical; 1996

Drenhaus-Wagner R, Gnamm E. Verwirrtheit. In: Köther I, Gnamm E, Hrsg. Altenpflege in Ausbildung und Praxis, 3. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2011

Fröhlich A, Nydahl P. Basale Stimulation in der Pflege. In: Kellnhauser et al., Hrsg. Thiemes Pflege. 12. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2012

Georg J, Frowein M. Pflege Lexikon. Bern: Verlag Hans Huber, 2001

Glaus-Hartmann M. Verwirrung. In: Käppeli S. Pflegekonzepte Bd. 3. Bern: Huber; 2000

Gold K, Schlegel Y, Stein K. Pflege konkret Neurologie Psychiatrie. 5. Auflage. Urban & Fischer Verlag/Elsevier GmbH 2014

Granberg A et al. Patients‘ experience of being critically ill or severely injured and cared for in an intensive care unit in relation to the ICU syndrome. Part I. Intensive Crit Care Nurs. 1998; 6: 294

Granberg A et al. Acute confusion and unreal experiences in intensive care patients in relation to the ICU syndrome. Part II. Intensive Crit Care Nurs 1999; 1: 19

Gustorff D. Musiktherapie als Orientierungshilfe bei bewusstseinsgestörten Patienten. intensiv 1996; 4: 59

Hammond F. Involving families in care within the intensive care environment: a descriptive survey. Intensive Crit Care Nurs 1995; 11: 256

Hannich H. Psychologie der Notfallsituation. In: Bengel J. Psychologie in Notfall und Rettungsdienst. Heidelberg: Springer; vollst. neu. bearb. Auflage 2004

Hannich H, Dirkes B. Ist Erleben im Koma möglich? intensiv 1996; 4: 4

Haslbeck J. Nach dem Spiel ist vor dem Spiel – Eine Analyse des Begriffes der akuten postoperativen Verwirrtheit von kardiochirurgischen Patienten. Unveröffentl. BScN-Arbeit im Studiengang Pflegewissenschaft. Witten Herdecke 2001

Hupcey JE Feeling safe: the psychosocial needs of ICU patients. Nurs Scholarsh 2000; 32: 361

Hupcey JE, Zimmerman HE. The need to know: experiences of critically ill patients. Am J Crit Care 2000; 9: 192

Karlsson V, Lindahl B, Bergbom I. Patients' statements and experiences concerning receiving mechanical ventilation: A prospective video-recorded study. Nurs Inq. 2012; 19: 247

Klein M. Schmerzempfinden und erhaltenes Bewußtsein im apallischen Syndrom? intensiv 2000; 8: 63

Lauxtermann F. Die wahre Geschichte von den Zeitdieben in der Pflege. In: Nydahl P, Bartoszek G. Basale Stimulation – Neue Wege in der Pflege Schwerstkranker. Urban&Fischer, München 2003

Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) und der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI) (2009): Analgesie, Sedierung und Delirmanagement in der Intensivmedizin. Im Internet: http://www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/001–012.html; Stand: 17.03.2014

Lindesay J, MacDonald A, Rockwood K: Akute Verwirrtheit – Delir im Alter. Praxishandbuch für Pflegende und Mediziner. Bern: Huber; 2009

Linstedt U. Wahrnehmungsfähigkeit unter Narkose und bei Langzeitsedierung. In: Nydahl P, Bartoszek G. Basale Stimulation – Neue Wege in der Pflege Schwerstkranker. 6. Aufl. München: Elsevier; 2013

Metzing S. Ohne Familie geht’s nicht. In: Nydahl P, Bartoszek G. Basale Stimulation – Neue Wege in der Pflege Schwerstkranker. 6. Aufl. München: Elsevier; 2013

National Clinical Guideline Center (NCGC): Delirium: diagnosis, prevention and management. Clinical Guideline 103. Commissioned by the National Institute for Health and Clinical Excellence. July 2010. Im Internet: http://www.nice.org.uk/nicemedia/live/13 060/49 908/49 908.pdf; Stand: 03.04.2014

Nydahl P, Bartoszek G. Basale Stimulation – Neue Wege in der Pflege Schwerstkranker. 6. Aufl. München: Elsevier; 2013

Osterbrink J et al. Inzidenz und Prävalenz postoperativer akuter Verwirrtheit kardiochirurgischer Patienten nach Bypassoperationen sowie Herzklappenersatz. Pflege 2002; 15: 178

Pickenhain L. Basale Stimulation – Neurowissenschaftliche Grundlagen. Bundesverband f. körper- und mehrfachbehinderte Menschen, 2000

Pinkert C. Das subjektive Erleben von Schlafstörungen bei Patienten und Patientinnen auf der Intensivstation. In: Abt-Zegelin A, Hrsg. Fokus: Intensivpflege. Hannover: Schlütersche; 2004

Salomon F. Bewusstsein und Bewusstlosigkeit aus der anästhesiologischen und intensivmedizinischen Sicht. In: Bienstein C, Fröhlich A. Bewusstlos. Düsseldorf: Selbstbestimmtes Leben; 1994

Saß H, Wittchen H, Zaudig M, Houben I (2003) Diagnostisches und Statistisches Manual Psychischer Störungen – Textrevision – DSM-IV-TR. Göttingen: Hogrefe; 2003

Schneider G. Intraoperative Awareness. Anaesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 2003; 38: 75
Schürenberg A. Die Atemstimulierende Einreibung als einschlafförderndes Mittel in der Klinik. Pflege 1993; 6: 135
Stein-Parbury J, McKinley S. Patients' experiences of being in an intensive care unit: a select literature review. Am J Crit Care 2000; 1: 20
Zegelin, A. Festgenagelt sein. Der Prozess des Bettlägerigwerdens. 2. Aufl. Bern: Huber; 2013

7.9.2 Weiterführende Literatur

Bienstein C, Fröhlich A. Basale Stimulation in der Pflege – die Grundlagen. 7. Aufl. Bern: Huber; 2012
Buchholz T et al. Begegnungen. Bern: Huber; 2000
Feil N, de Klerk-Rubin V. Validation. Ein Weg zum Verständnis verwirrter alter Menschen. 10 Aufl. München: Reinhardt; 2013

7.9.3 Internetadressen

http://www.basale-stimulation.de
http://www.icudelirium.org
http://www.fruehmobilisierung.de
http://www.intensivtagebuch.de
http://www.validation.de

Kapitel 8

Atmung, Atemtherapie, Beatmung

8.1 Anatomische, physiologische und pathophysiologische Grundlagen *156*

8.2 Klinische und apparative Überwachung der Atmung *171*

8.3 Förderung der Atmung und Atemtherapie *181*

8.4 Invasive Beatmung *207*

8.5 Nicht invasive Beatmung (NIV) *225*

8.6 Leseservice *228*

8 Atmung, Atemtherapie, Beatmung

Andrea Baermann, Kurt Grey, Ursula Hein, Norbert Schwabbauer, Lothar Ullrich, Ralf Vonier, Stefan Wilpsbäumer

8.1 Anatomische, physiologische und pathophysiologische Grundlagen

Ursula Hein

Um die Funktion der Lungen als Organ der Sauerstoffaufnahme und Kohlendioxidabgabe zu verstehen, verfolgt man am besten im Geiste einige Sauerstoff- und Kohlendioxidmoleküle auf ihrem Weg durch Atemwege und Blut zu oder von den Geweben. Die Grundlagen der Ventilation verraten uns etwas über den Gastransport in den Atemwegen, die Perfusion erklärt die Blutversorgung der Lunge, das Verhältnis von Ventilation und Perfusion sowie die Diffusion erläutern den Übergang der Gase zwischen Blut und Gasphase. Schließlich beschäftigt sich der Gastransport im Blut mit der Ver- bzw. Entsorgung der Gewebe.

8.1.1 Anatomie und Physiologie

Obere und untere Atemwege

Die Atemwege bestehen aus Nase (Atemgaskonditionierung), Rachenraum, Kehlkopf, Luftröhre und Bronchialbaum und haben ihre engste Stelle an der Glottis. Die Luftröhre ist beim Erwachsenen 10–12 cm lang und hat einen Durchmesser von 20–25 mm. Sie wird durch hufeisenförmige Knorpelspangen offen gehalten, deren dorsale Wand, die Pars membranacea, dem Ösophagus anliegt. In Höhe des 5. Brustwirbelkörpers teilt sich die Trachea unter Ausbildung der Karina in 2 Hauptbronchien, deren rechter etwas steiler abgeht als der linke, weswegen sich aspirierte Fremdkörper am ehesten dort wieder finden. Der rechte Oberlappenbronchus zweigt kurz hinter der Karina ab und bietet so bei der Platzierung von rechtsliegenden Doppellumentuben gelegentlich Schwierigkeiten. Nach weiteren 9 Verzweigungen in Stamm-, Lappen- und Segmentbronchien werden schließlich die nicht mehr Knorpel bewehrten Bronchiolen erreicht, die über die Bronchioli respiratorii in die Alveolen münden.

Die Gesamtoberfläche der Alveolen beträgt ca. 100 m^2. Nur die kleinsten Bronchiolen und die Alveolen dienen dem Gasaustausch. Der Rest der Atemwege (anatomischer Totraum) ist mit der Verteilung, Anwärmung und Anfeuchtung der Atemluft beauftragt. Die linke Lunge besteht aus Ober- und Unterlappen mit 9 Segmenten, die rechte aus Ober-, Mittel- und Unterlappen mit 10 Segmenten. Die Lunge ist mit der Pleura visceralis überzogen, die durch Adhäsionskräfte der Pleura parietalis, dem Überzug der Thoraxwand, anliegt. Die zilienbestückten Epithelzellen des Respirationstraktes sorgen mit einer ständigen, tracheawärts gerichteten Bewegung für den Abtransport kleiner Fremdkörper. Ca. 100 ml Bronchialsekret pro Tag lassen kleine Partikel oder Mikroorganismen haften und sorgen für ihre Entfernung. Tabakrauch, Dehydratation, Pharmaka wie Thiopental oder β-Blocker beeinträchtigen die mukoziliäre Clearance.

Surfactant

In den Alveolen und Bronchiolen sorgt das Surfactant (Surface active Agent), ein Gemisch aus Lipiden, Proteinen und Kohlenhydraten, für die Senkung der Oberflächenspannung und hat damit eine ähnliche Wirkung wie Seife in Wasser. Es erleichtert die Entfaltung der Lungen in der Inspiration bzw. verhindert ihren Kollaps in der Exspiration. Außerdem hat das Surfactant immunologische Funktionen und reguliert den Flüssigkeitsaustausch zwischen Alveole und Kapillaren. Gebildet wird Surfactant in Alveolarepithelzellen vom Typ II.

Atemmuskulatur

Bei normaler Ruheatmung erfolgt die Ausatmung passiv, während die Einatmung durch das Zwerchfell (⅔ des Atemzugvolumens), die Mm. scaleni, pectorales, sternocleidomastoidei und intercartilaginei bewerkstelligt wird. Bei forcierter Inspiration helfen auch die Mm. intercostales externi mit. Die Wirkung der Inspirationsmuskulatur wird durch das Aufstützen der Arme verstärkt (häufig bei Asthmatikern sichtbar). Eine forcierte Exspiration wird durch die Bauchwandmuskeln sowie die Mm. intercostales interni unterstützt.

Aus der Atemruhelage kann ein Gesunder einen Druck von ca. 112 mmHg erzeugen (Valsalva-Manöver) bzw. einen Sog von ca. 75 mmHg; beim Husten nach tiefer Inspiration sind Drücke bis 150 mmHg möglich. Das Zwerchfell wird durch den Nervus phrenicus innerviert, der aus der Wurzel C 4 abgeht. Seine Funktion kann durch Plexusblockaden, Kälteschaden bei extrakorporaler Zirkulation, Tumorinfiltration oder Critical Illness Polyneuropathy beeinträchtigt werden.

8.1.2 Atemregulation

Der Zeitgeber der Atmung liegt in der Medulla oblongata. Von hier aus werden über die Spinalnerven und die Nervi phrenici regelmäßig Aktionspotenziale an die thorakale Muskulatur und die Zwerchfelle geleitet. Chemorezeptoren im Gehirn und den Glomera carotica kontrollieren den pH-Wert, den p_aCO_2 und den p_aO_2 und liefern mit ihren Informationen Messwerte für die Atemregulation (Regelkreis). Insbesondere eine Erhöhung des p_aCO_2 steigert Atemfrequenz und -zugvolumen.

Beim Gesunden hat ein akut auftretender p_aCO_2 über 70 mmHg wieder lähmende Wirkung auf das Atemzentrum, ebenso wie Hyperoxie, Hypokapnie und Alkalose. Bei chronischer Partialinsuffizienz adaptiert sich das Atemzentrum an hohe CO_2-Partialdrücke und reguliert sie auf höherem Niveau. Dehnungsrezeptoren im Lungenparenchym sorgen nach einer forcierten Exspiration für eine verstärkte Inspiration und leiten bei Überdehnung der Lunge die Exspiration ein (Hering-Breuer-Reflex). Rezeptoren in der Trachealwand lösen bei Fremdkörperberührung den Hustenreflex aus. Ein Ausfall des Hirnstamms führt zum Fehlen jeglichen unwillkürlichen Atemantriebes („Undines Fluch"). Die Patienten müssen im Schlaf beatmet werden.

► **Atemmuster.** Das Atemmuster kann sich bei verschiedenen Gegebenheiten verändern, so tritt z. B. bei metabolischer Azidose eine vertiefte Atmung (Kußmaul-Atmung), bei Störung des bulbären Atemzentrums (Vergiftungen, Apoplex) eine Cheyne-Stokes-Atmung, bei erhöhtem intrakraniellen Druck eine Biot-Atmung oder bei sterbenden Patienten die Schnappatmung auf. Siehe ► Tab. 8.8.

8.1.3 Flüssigkeitshaushalt der Lunge

Der transmembranöse Flüssigkeitstransport hängt außer von der Membranpermeabilität von hydrostatischem und onkotischem Druck ab. Physiologischerweise wird der Flüssigkeitsstrom aus der Kapillare ins Interstitium über das Lymphgefäßsystem abgeleitet; erst wenn dieses überlastet ist, kommt es zum interstitiellen Ödem. Der extravaskuläre Wassergehalt der Lunge beträgt normalerweise 4–7 ml/kgKG. Er ist mit dem PiCCO-System messbar, ebenso wie das intrathorakale Blutvolumen.

8.1.4 Ventilation

Lungenmechanik

Definition

Unter Lungenmechanik versteht man die Analyse und Darstellung der Druck-Volumen- und Druck-Stromstärke-Beziehungen.

Die treibende Kraft für die Ventilation sind die Druckunterschiede zwischen Alveole und Außenluft. Bei Spontanatmung wird der Alveolardruck in der Inspiration durch Vergrößerung des Thoraxvolumens mittels Muskelkraft kleiner als der atmosphärische Druck und es strömt Luft in die Alveole; bei Beatmung erfolgt eine Druckerhöhung am Tubus mit demselben Effekt. Der Unterschied besteht im intrathorakalen Druck: Er ist bei Spontanatmung abwechselnd positiv-negativ, bei Beatmung über den gesamten Atemzyklus positiv oder null. In der passiv erfolgenden Exspiration ist der Alveolardruck immer größer als der Außendruck.

Lungenvolumina

Die Gesamtventilation der Lunge besteht aus der alveolären Ventilation, d. h. dem Teil des Atemzeitvolumens, der am Gasaustausch teilnimmt, und der Totraumventilation. Der Totraum setzt sich zusammen aus dem anatomischen Totraum (Gastransportwege, ca. 120–200 ml) und dem alveolären Totraum (Alveolen, die ventiliert aber nicht perfundiert werden). Das Verhältnis zwischen Totraum und Atemzugvolumen (V_D/V_T) liegt beim Gesunden etwa bei 0,3. Man kann es bestimmen, wenn man über eine endexspiratorische CO_2-Messung und eine arterielle Blutgasanalyse zum selben Zeitpunkt verfügt. Dann gilt:
$V_D/V_T = (p_aCO_2 - pCO_2$ endexpiratorisch$)/p_aCO_2$

Lernaufgabe

Berechnen Sie bei einem Patienten mit arteriellem Zugang und endexspiratorischer CO_2-Messung den Totraumanteil.

Mittels verschiedener Messmethoden wie der Spirometrie, der Ganzkörperplethysmografie, der Heliumverdünnung oder der Stickstoffauswaschung können die verschiedenen Lungenvolumina gemessen werden. Man unterscheidet statische Lungenvolumina und dynamische Lungenvolumina.

Statische Lungenvolumina

Zu den statischen Volumina gehören (▶ Abb. 8.1):

- **Totalkapazität (TC):** Volumen, das sich bei maximaler Einatmung in der Lunge befindet
- **Vitalkapazität (VC):** Volumendifferenz zwischen maximaler Ein- und Ausatmung
- **Residualvolumen (RV):** Luftmenge, die nach maximaler Ausatmung noch in der Lunge verbleibt
- **inspiratorisches und exspiratorisches Reservevolumen (IRV; ERV):** das nach einer normalen Inspiration/Exspiration maximal noch einzuatmende/auszuatmende Volumen
- **Atemzugvolumen (TV)**
- **funktionelle Residualkapazität (FRC):** Summe aus RV und ERV, also das Volumen, das nach einer normalen Ausatmung in der Lunge verbleibt

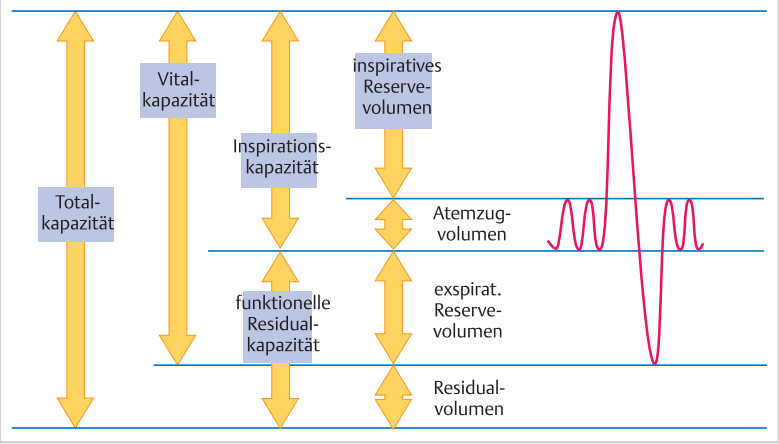


Abb. 8.1 Statische Lungenvolumina. Alle Lungenvolumina zeigen eine Abhängigkeit von Körpergröße, Geschlecht, Alter und Körpergewicht. (Schmidt u. Tews 1987)

Tab. 8.1 Lungenvolumina eines gesunden, jungen, normalgewichtigen Mannes.

Lungenvolumen	ml	% der TC	% der VC
TC	6 100		
VC	4 500	74	
RV	1600	26	
FRC	2600	42	
IRV	3 000	49	67
ERV	1000	16	22

Die Normalwerte der Lungenvolumina eines gesunden, jungen, normalgewichtigen Mannes zeigt ▶ Tab. 8.1.

Veränderungen der Lungenvolumina

Die Lungenvolumina können physiologisch oder pathophysiologisch verändert sein:

▶ **Vitalkapazität.** Diese wird vermindert durch eine Behinderung der Thoraxbeweglichkeit (z. B. Morbus Bechterew, Kyphoskoliose) oder Zwerchfellbeweglichkeit, durch Atemmuskelparesen, Lungenfibrose, Behinderung der Expansionsfähigkeit der Lunge (Pleuraerguss, Schwarte) oder eine Atemwegsobstruktion mit einer Zunahme der FRC. Bei verminderter Vitalkapazität spricht man von *restriktiven Lungenerkrankungen*.

▶ **Residualvolumen.** Der prozentuale Anteil des Residualvolumens (RV) an der Totalkapazität nimmt mit dem Alter zu. Es wird außerdem vergrößert durch eine Überblähung der Lunge, eine Änderung des Gewebeaufbaues (Emphysem) oder eine konstitutionell abnorme Größe des Thoraxraumes. Eine Verminderung des RV erfolgt durch Lungenresektion oder Verkleinerung des Thoraxraumes.

▶ **Funktionelle Residualkapazität.** Sie steigt ebenfalls mit dem Alter an. Männer und übergewichtige Personen haben eine relativ höhere Residualkapazität. Während der Exspiration haben kleine Atemwege die Tendenz zu kollabieren, und zwar am ehesten in den abhängigen Lungenpartien, wo der extraluminale Gewebedruck leicht den intraluminalen Druck übersteigt. Das Lungenvolumen, bei dem der Kollaps der kleinen Atemwege einsetzt, wird Closing Volume (CV) genannt. Closing Capacity (CC) ist die Summe aus CV und RV (▶ Abb. 8.2).

Das CV wird durch unterschiedliche Faktoren, z. B. Rauchen, Alter, Lungenemphysem vergrößert. Ebenso kann sich die FRC durch verschiedene Einflüsse ver-

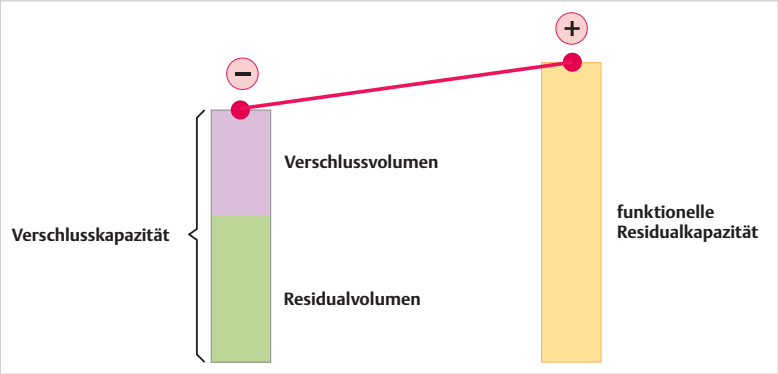


Abb. 8.2 Verschlusskapazität und funktionelle Residualkapazität. Solange die closing capacity kleiner ist als die Funktionelle Residualkapazität, wird der Verschluss kleiner Atemwege verhindert.

ringern (Rückenlage, Adipositas, Oberbaucheingriff). Unter diesen Umständen wird dann die CC größer als die FRC und es kommt am Ende einer normalen Exspiration zum Verschluss kleiner Atemwege. Auch die Entstehung von Resorptionsatelektasen wird unter diesen Umständen begünstigt.

▶ **Veränderungen unter Narkosebedingungen.** Unter Allgemeinanästhesie (liegend, intubiert, relaxiert, beatmet) kommt es auch beim Lungengesunden zu einer Abnahme der FRC um ca. 20 %, hauptsächlich durch die Verlagerung des Zwerchfells nach kranial. Dieser Anteil kann bei adipösen, älteren oder pulmonal vorerkrankten Patienten noch größer sein. Ursächlich kommen der erhöhte Druck der Bauchorgane in Rückenlage sowie der erniedrigte Muskeltonus der Atemmuskulatur unter Narkosebedingungen in Betracht. Steigt die Verschlusskapazität über die funktionelle Resudualkapazität, droht der Einschluss von Atemgas mit konsekutiver Ausbildung von Resorptionsatelektasen. Die Compliance nimmt durch die Abnahme der FRC ab und der Anteil der Totraumbelüftung zu (Tubus, Schläuche des Narkosegerätes). Postoperativ bleibt insbesondere bei adipösen oder älteren Patienten oder nach Oberbaucheingriffen die FRC für mehrere Tage erniedrigt und kann zu pulmonalen Komplikationen führen.

Die Präoxygenierung mit einer F_iO_2 von 1,0 scheint die Ausbildung von Resorptionsatelektasen nach der Narkoseeinleitung zu beschleunigen. Statt deswegen auf die Sicherheitsreserve vor der Intubation zu verzichten, können durch PEEP-Anwendung und mehrfaches „Blähen" der Lunge nach Intubation die Atelektasen schnell wiedereröffnet werden. Bei Herz- oder Lungenoperationen mit direktem Blick auf die Lunge lässt sich dieses Manöver gut beobachten.

In Seitenlage finden die o. g. Veränderungen v. a. in der abhängigen Lunge statt, sodass diese im Vergleich zu den nicht abhängigen Bezirken deutlich schlechter belüftet wird (Gefahr der Atelektasenbildung). Die Perfusion dagegen ist schwerkraftbedingt in der abhängigen Lunge größer, sodass ein Ungleichgewicht mit Shuntausbildung resultiert. Im Falle einer Ein-Lungen-Beatmung hängt die Güte der Oxygenierung auch von der Wirksamkeit der hypoxischen pulmonalen Vasokonstriktion (S. 162) ab, die die Perfusion der nicht belüfteten Lunge drosselt.

Unter Spontanatmung ist dagegen die Belüftung der abhängigen Lunge besser als die der oben platzierten. Ein Patient mit Oxygenierungsstörungen einer Lunge wird bessere p_aO_2-Werte aufweisen, wenn er auf die gesunde Seite gelagert wird („down with the good lung"), da in diesem Fall die besser oxygenierende (untere) Lunge mit der besser perfundierten übereinstimmt.

Lernaufgabe

Beobachten Sie beim Lagern eines Patienten mit einseitiger Oxygenierungsstörung (Pneumonie, Pleuraerguss, Atelektase) den Verlauf der arteriellen Sauerstoffsättigung.

Dynamische Lungenvolumina

Dynamische Lungenvolumina sind:
- Ein-Sekunden-Kapazität (FeV_1)
- exspiratorischer Spitzenfluss (PEF)
- maximaler exspiratorischer Fluss (MEF)

Die Ein-Sekunden-Kapazität (Tiffeneau-Test) ist das Volumen, das innerhalb der ersten Sekunde einer forcierten Exspiration ausgeatmet wird, die Spitzenstromstärke (Peak expiratory Flow) die max. Atemstromstärke bei diesem Manöver. Der maximale exspiratorische Fluss kann bei Ausatmung von 25, 50 bzw. 75 % der TC angegeben werden. Ab einer Ausatmung von 50 % der TC ist die Stromstärke von der Anstrengung unabhängig, d. h. der Wert hängt nicht von der Mitarbeit des Patienten ab (▶ Abb. 8.3).

Statische Eigenschaften

Elastische Atmungswiderstände

Bei einer Autopsie lässt sich beobachten, dass bei Eröffnung des Thorax dieser sich sofort erweitert, während die Lunge kollabiert (exakt das Gleiche passiert beim Pneumothorax durch Verletzungen der Thoraxwand). Die Lungenoberfläche steht infolge der Dehnung ihrer elastischen Parenchymelemente und der Oberflächenspannung der Alveolen unter einer gewissen Zugspannung. Die gedehnte Lunge hat also das Bestreben, ihr Volumen zu verkleinern. Dies verhindert die Druckdifferenz zwischen der Atmosphäre und dem Interpleuralspalt, die am Ende der Exspiration ca. 5 cmH_2O, am Ende der Inspiration etwa 8 cmH_2O beträgt. Aus praktischen Gründen misst man häufig anstatt des Interpleuraldruckes den Ösophagusdruck.

▶ **Ruhedehnungskurve.** Zur Messung der elastischen Atemwegswiderstände ist es nötig, die Atemmuskulatur entweder willkürlich oder unter Beatmung durch Muskelrelaxanzien auszuschalten. Man erhält dabei die statische Druck-Volumen-Kurve, auch Ruhedehnungskurve genannt. Die Ruhedehnungskurven von Thorax, Lunge und Lunge-Thorax zeigt ▶ Abb. 8.4.

Bei ca. 35 % der Vitalkapazität (VC) ist der Zug der Lunge nach innen ebenso groß wie der Zug der Thoraxwand nach außen. Das ventilatorische System befindet sich im Gleichgewicht. Bei 50–55 % der VC hat die Thoraxwand ihre Ruhelage erreicht; darüber hinaus zieht sie nicht mehr nach außen, sondern, wie die Lunge, nach innen. Die Ruhestellung der Lunge wird erst bei sehr geringem Volumen, unterhalb des Residualvolumens erreicht; deshalb entsteht bei Ablösung der Lunge von der Pleura (Thoraxwandverletzung, Bullaruptur) ein Pneumothorax mit Zusammenfall der Lunge.

Die Ruhedehnungskurve von Lunge und Thorax hat einen S-förmigen Verlauf, wobei jedoch im Verlauf der normalen Atemexkursion weitgehend Linearität besteht. In diesem Bereich setzt das ventilatorische System der Inspirationsbewegung einen näherungsweise konstanten Widerstand entgegen. Im flachen Anfangsteil der Kurve erreicht eine große Druckänderung nur eine kleine Volumen-

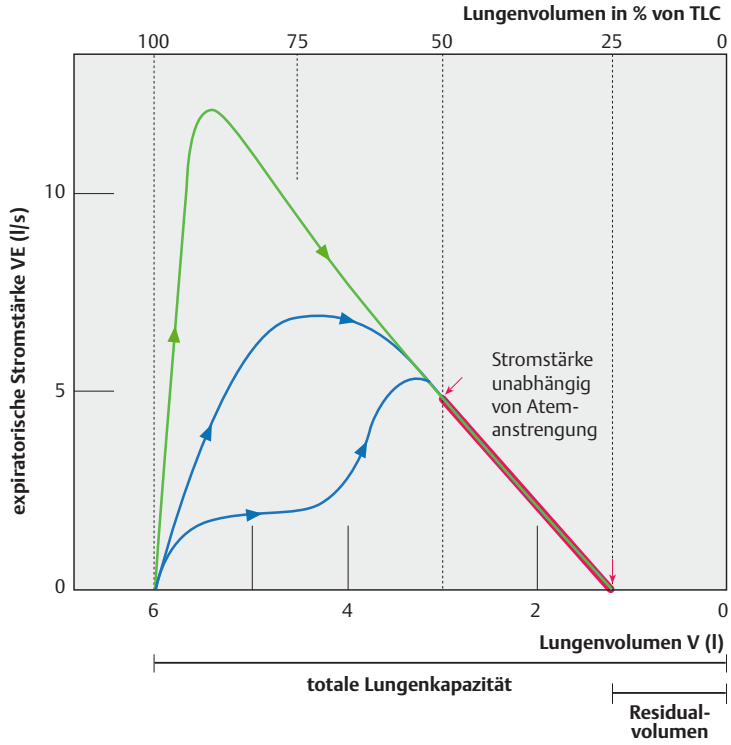


Abb. 8.3 Fluss-Volumen-Kurve. Bei forcierter Exspiration von 100 % der TC wird eine maximale Atemstromstärke erreicht (grüne Kurve). Auch bei anderen Exspirationsformen (blaue Kurven, mangelnde Mitarbeit des Patienten) ist die Endstrecke der Kurve (rot) gleich und damit vergleichbar. (Klinke u. Silbernagl 2000)

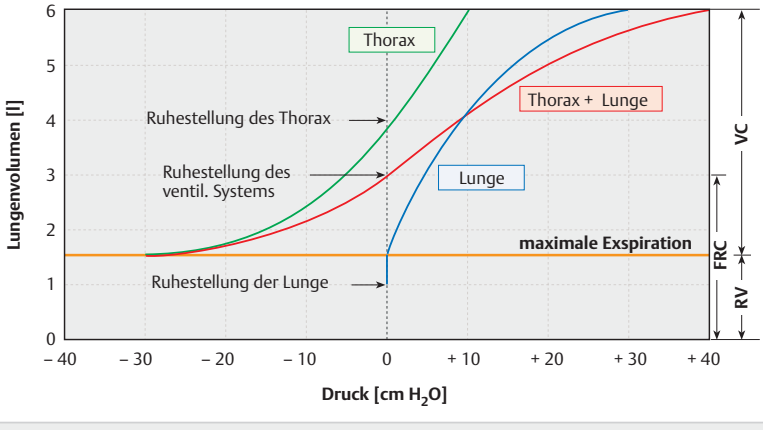


Abb. 8.4 Ruhedehnungskurven. Ruhedehnungskurven von Lunge, Thorax und ventilatorischem System. (Schmidt u. Tews 1987)

änderung, da bei kleinen Volumina die Alveolen verschlossen sind und durch relativ hohen Druck geöffnet werden müssen (Recruitment). Im steilen Teil der Kurve, dem idealen Atemabschnitt, ist der aufzuwendende Druck pro Volumenänderung geringer und damit auch die Atemarbeit klein. Im flachen Endteil der Kurve ist die maximale Alveolardehnung erreicht, die durch Druckerhöhung nicht mehr gesteigert werden kann. Die Wendepunkte der Kurve werden als unterer und oberer Inflection Point bezeichnet. Eine ideale Beatmung bewegt sich zwischen diesen beiden Punkten im linearen Teil der Kurve (▶ Abb. 8.5).

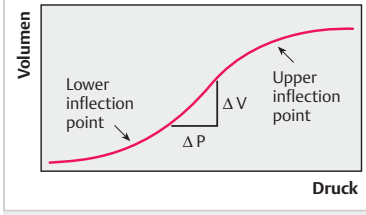


Abb. 8.5 Ruhedehnungskurve von Thorax und Lunge. Im annähernd geraden Teil der Ruhedehnungskurve ist das Verhältnis von aufgewendetem Druck zu erreichtem Volumen am günstigsten, d. h. die Compliance am größten.

▶ **Compliance.** Ein Maß für die elastischen Eigenschaften des Atmungsapparates stellt die Steilheit der Ruhedehnungskurve dar, die als Compliance bezeichnet wird. Sie ist das Verhältnis von Volumenänderung zu Druckänderung: $C = \Delta V/\Delta P$. Die statische Compliance hängt vom Ausgangsvolumen und vom Alter ab; Kinder haben eine geringere Compliance als Erwachsene. Je steiler die Ruhedehnungskurve, desto größer ist die Compliance. Emphysematiker haben eine relativ große Compliance. Vermindert ist sie bei

- Parenchymveränderungen (Bronchopneumonie, interstitielles Lungenödem, ARDS, Fibrose),
- Surfactantfunktionsstörungen (alveoläres Lungenödem, Atelektasen, Aspiration, ARDS),
- Volumenverminderung (Pneumo- Hämato-, Serothorax, Zwerchfellhochstand) oder
- allgemein bei Verminderung der FRC.

Andersherum zieht jede Compliancevermindерung eine Erniedrigung der FRC nach sich. Die statische Compliance kann korrekt nur bei völliger Erschlaffung der Atemmuskulatur (Relaxierung) und Flowstillstand gemessen werden. Für den praktischen Gebrauch verwendet man deswegen häufig die dynamische Compliance.

Oberflächenkräfte

Nicht nur die elastischen Fasern des Lungengewebes wirken der Dehnung entgegen, sondern auch die sog. Oberflächenkräfte, die an gekrümmten Grenzflächen zwischen Flüssigkeiten und Gasen entstehen. Ihre Größe ist nach dem Gesetz von Laplace bestimmt durch den Radius der Kugel (Alveole, r) und der Oberflächenspannung der Flüssigkeit (γ): $\Delta V/P = 2\gamma/r$.

Um die Oberflächenspannung zu vermindern, ist die Lunge nicht nur mit Wasser gefüllt, sondern zusätzlich mit Surfactant. Störungen der Surfactantbildung wie beim IRDS oder ARDS lassen die Com-

pliance der Lunge dramatisch sinken. Bei drohender Frühgeburt lässt sich die Surfactantbildung beim Kind durch Gabe von Glukokortikoiden an die Mutter stimulieren.

Dynamische Eigenschaften (Fluss-Volumen-Beziehungen)

Equal Pressure Point

Lässt man Probanden nach Einatmung verschieden großer Volumina mit maximaler Anstrengung ausatmen, so zeigt sich, dass bei großen Volumina die exspiratorische Stromstärke mit der Anstrengung zunimmt. Bei kleinen Volumina wird trotz steigender Anstrengung keine Steigerung der Stromstärke erreicht. Während einer forcierten Ausatmung wird aufgrund der aufgewendeten Muskelkraft ein positiver intrapleuraler Druck aufgebaut, der die Atemwege umgibt. Die Alveolen sind außerdem der elastischen Retraktionskraft des Lungengewebes ausgesetzt, sodass der Alveolardruck sich als Summe aus dem intrapleuralen Druck und dem elastischen Retraktionsdruck ergibt.

Während der Exspiration nimmt der intrabronchiale Druck ab, da zur Überwindung der Strömungswiderstände Energie verbraucht wird. Da der Munddruck null ist und der intrapleurale Druck während der gesamten Exspiration gleich bleibt, muss an einer Stelle der Atemwege der intrabronchiale dem extrabronchialen Druck gleichen (Equal Pressure Point). Die Atemwege können demnach stromaufwärts (höherer intrabronchialer Druck) nicht komprimiert werden, während stromabwärts (niedrigerer intrabronchialer Druck) eine Kompression durch den höheren Außendruck erfolgen kann. Bei einem lungengesunden Probanden ist die elastische Retraktion der Lunge so groß, dass der intrabronchiale Druck stets größer ist als der pleurale Druck. Da der pleurale Druck von der Atemmuskulatur abhängt, sind die maximalen Stromstärken nur von der Anstrengung abhängig. Diese Tatsache wird beim Husten ausgenützt, wo durch die Erzeugung hoher Luftgeschwindigkeit Fremdkörper aus der Lunge mitgerissen werden.

Die Lungenvolumina und die Retraktionskraft nehmen mit der Ausatmung ab. Sobald der elastische Retraktionsdruck aufgrund der intrabronchialen Reibungswiderstände aufgebraucht ist, wird der Ort gleicher intra- und extrabronchialer Drücke erreicht (Equal Pressure Point). Eine weitere Steigerung der Anstrengung führt dann zu keiner Zunahme der Stromstärke, sondern verstärkt nur die Kompression. Beim Gesunden liegt der Equal Pressure Point im Bereich der Segmentbronchien. Die Kompression kann also nur Lappen-, Hauptbronchien und Trachea betreffen, die jedoch durch ein knorpeliges Gerüst geschützt sind. Beim lungenkranken Patienten wandert der Equal Pressure Point in die Lungenperipherie (Verminderung der elastischen Retraktionskraft beim Emphysem, Widerstandserhöhung bei Asthma oder Bronchitis) und die dort gelegenen Atemwege können komprimiert werden. Dies erklärt die Limitierung des exspiratorischen Atemflusses (▶ Abb. 8.6).

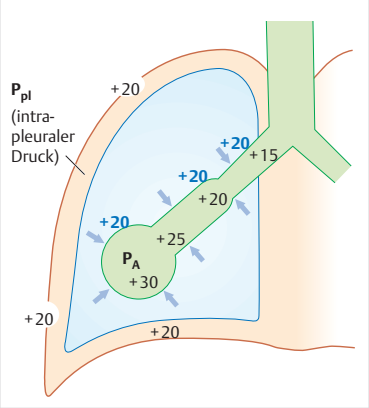


Abb. 8.6 Equal Pressure Point. Der intrabronchiale Druck von anfänglich 30 mmHg wird im Laufe der Exspiration durch die Reibungswiderstände aufgebraucht. Irgendwo im Verlauf der Atemwege entspricht er dem intrapleuralen Druck von 20 mmHg (forcierte Ausatmung).

Viskose Atmungswiderstände

Die nicht elastischen oder viskösen Widerstände, die sowohl bei der Inspiration als auch bei der Exspiration zu überwinden sind, setzen sich aus folgenden Anteilen zusammen:

- Strömungswiderstände (Reibungswiderstände) in den leitenden Atemwegen
- nicht elastische Gewebewiderstände
- Trägheitswiderstände (diese sind im Allgemeinen so klein, dass sie vernachlässigt werden können)

Normalerweise werden ca. 90 % des viskösen Widerstandes durch die Strömung in den Atemwegen und nur 10 % durch die Gewebereibung hervorgerufen.

Der Atemwegswiderstand ist in der Nase am größten, bei niedrigen Atemstromstärken macht er die Hälfte bis zwei Drittel des Gesamtwiderstandes aus und nimmt mit zunehmender Stromstärke überproportional zu, sodass der Übergang von Nasen- zu Mundatmung meist schon erfolgt, wenn die Nasenpassage nur mit einer Druckdifferenz von 6–8 cmH_2O zu bewerkstelligen ist. Der Atemwegswiderstand in Rachen und Kehlkopf macht bei ruhiger Mundatmung etwa 40 % aus. Der Anteil des Kehlkopfes wird allerdings bei tiefen Atemzügen wegen der reflektorischen Weitstellung kleiner.

Strömungswiderstand

Die Strömung wird durch die Druckdifferenz zwischen den Alveolen und dem Außenraum bewirkt: $Q = \Delta P/R$. Hierbei ist Q die Strömung, P der Druck und R der Strömungswiderstand (Resistance).

Teilweise ist diese Strömung laminar und es gilt das *Hagen-Poiseuille-Gesetz*: $Q = \Delta P \times \pi/8 \times 1/\eta \times r^4/l$, wobei η die Viskosität der Luft, r der Radius des Bronchus und l seine Länge ist.

Verbindet man beide Gleichungen, ergibt sich für den Widerstand: $R = 8/\mu \times \eta \times l/r^4$. Dies besagt, dass der Strömungswiderstand in einem Bronchus v. a. von seinem Radius abhängt, da seine Länge und die Luftviskosität gegeben sind. Dieses Gesetz gilt nicht nur im Bronchialsystem, sondern grundsätzlich bei laminaren Strömungen, z. B. auch im Gefäßsystem oder in Beatmungsschläuchen.

Vor allem an den Verzweigungsstellen der Bronchien treten jedoch Wirbelbildungen auf und die Strömung wird turbulent. Bei welcher Strömungsgeschwindigkeit dies passiert, kann anhand der *Reynold-Zahl* vorhergesagt werden (dimensionslose Größe, abhängig von Strömungsgeschwindigkeit, Rohrradius, Gasdichte, Gasviskosität). Bei laminarer Strömung ist das Druckgefälle der Strömung direkt proportional, während es bei turbulenten Verhältnissen mit dem Quadrat ansteigt. Während der Ruheatmung ist beim Menschen die Gasströmung in den großen Atemwegen turbulent und in den kleinen Atemwegen laminar. Da der Widerstand bei laminarer Strömung besonders durch den Radius bestimmt wird, sollte man annehmen, dass der Hauptteil des Atemwegswiderstandes innerhalb der kleinen Atemwege gelegen ist. Direkte Messungen zeigen jedoch, dass dieser nur 20–30 % des Gesamtwiderstandes ausmacht und dass der wesentliche Teil vielmehr in den Bronchiolen liegt. Deshalb können die Frühformen der obstruktiven Atemwegserkrankungen, die die kleinen Atemwege betreffen, nicht mit der Ganzkörperplethysmografie erkannt werden, die nur den Gesamtwiderstand erfasst. Der Strömungswiderstand eines Erwachsenen beträgt ca. 1–3 mbar/l/s. Er kann beim Vorliegen obstruktiver Atemwegserkrankungen bis auf das 10-fache ansteigen.

Zeitkonstante

Definition

Das Produkt aus Resistance und Compliance nennt man Zeitkonstante: $\tau = R \times C$. Sie wird in Sekunden angegeben.

Nach Ablauf der einfachen Zeitkonstante sind 63 % des Atemzugvolumens ausgeatmet worden. Nach der 4-fachen Zeitkonstante hat eine passive Exspiration bis zur FRC stattgefunden. Alveolen mit hoher Zeitkonstante haben entweder eine hohe Compliance oder eine hohe Resistance oder beides, bei niedriger Zeitkonstante ist es entsprechend umgekehrt. Normalerweise erfolgt die Durchmischung des Alveoleninhaltes mit Frischgas sehr schnell. Als Mechanismen wirken hierbei die Ventilation, Gefäßpulsationen und die Diffusion. Da insbesondere bei Lungenerkrankungen nicht alle Abschnitte die gleiche Zeitkonstante haben, treten sehr schnell Belüftungsinhomogenitäten auf mit dem Ergebnis einer Vergrößerung der alveolo-arteriellen Sauerstoffpartialdruckdifferenz.

Ventilationsverteilung

Bisher wurde der intrapleurale Druck so behandelt, als ob er bei einem gegebenen Lungenvolumen überall gleich wäre, was auch dem tatsächlichen Vorgehen beim Messen mit einer Ösophagusballonsonde entspricht. Tatsächlich existiert zwischen Lungenspitze und Lungenbasis ein Druckgradient. Im Bereich der Lungenspitze ist der Druck am niedrigsten, im Bereich der Basis am höchsten. Beim Gesunden beträgt der Gradient in der Vertikalen etwa 0,2–0,25 cmH_2O/cm. Dies bedeutet, dass bei Füllung der Lungen mit der Funktionellen Residualkapazität die Alveolen an der Lungenspitze größer sind als an der Lungenbasis.

Bei zunehmender Dehnung der Lunge gleichen sich die regionalen Volumenunterschiede allmählich an, bei Füllung bis zur Totalen Lungenkapazität sind die Alveolen überall gleich groß. Da man annimmt, dass die Druck-Volumen-Kurve für alle Abschnitte einer gesunden Lunge gleich ist, ergibt sich, dass die Alveolen an der Lungenspitze, die einem höheren transpulmonalen Druck ausgesetzt sind als die Alveolen der Basis, auf verschiedenen Abschnitten der gleichen Kurve arbeiten. Das bedeutet, dass sich die Alveolen der Basis bei einer gegebenen Druckänderung mehr ausdehnen als die an der Spitze (▶ Abb. 8.7). Daraus ergibt sich, dass bei Ruheatmung die unteren Lungenpartien besser ventiliert werden, was eine größere Effizienz des Gasaustausches bedeutet, da die unteren Lungenabschnitte auch besser perfundiert werden.

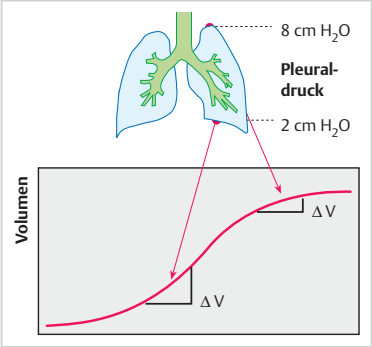


Abb. 8.7 Transpulmonale Druckgradienten. Durch den unterschiedlich hohen Pleuraldruck an Basis und Spitze der Lunge arbeiten die Lungenanteile auf verschiedenen Abschnitten der Ruhedehnungskurve.

Für die Verteilung der Ventilation in der Lunge spielen weiterhin die regionalen Veränderungen von Compliance und Resistance eine entscheidende Rolle. Jede Alveolareinheit wird entsprechend ihrer atemmechanischen Zeitkonstante ventiliert, die ein Produkt der regionalen Compliance und Resistance dieser jeweiligen Alveolareinheit ist. Alveolarbereiche mit hoher Zeitkonstante, sog. langsame Kompartimente, werden nur verzögert und daher meist ungenügend ventiliert. Alveolarbereiche mit zu kleiner Zeitkonstante entstehen dagegen bei niedriger regionaler Compliance; solche Einheiten werden zwar rasch ventiliert, fassen aber nur kleine Ventilationsvolumina. Bereits bei Lungengesunden wird die Ventilation über die Lunge in gewissem Ausmaß ungleichmäßig verteilt.

Die oberen Bereiche der Lunge werden unter Ruheatmung nur wenig ventiliert, sie können jedoch bei erhöhtem Ventilationsbedarf mit einbezogen werden. Unter pathologischen Bedingungen (obstruktive Atemwegserkrankungen, Bronchopneumonien) kann es jedoch über der gesamten Lunge zu extrem unterschiedlichen Ventilationsbedingungen kommen (Verteilungsstörungen). In sehr langsamen Kompartimenten ist dann die Ventilation für den regionalen Gasaustausch nicht mehr ausreichend; hier entsteht eine Gasaustauschstörung für Sauerstoff, eine arterielle Hypoxämie.

Atemarbeit

Die physikalische Arbeit, die bei der Überwindung der elastischen und viskösen Widerstände geleistet wird, ergibt sich aus dem Produkt von Druck und Volumen. Der viskose Arbeitsanteil ist bei Ruheatmung kleiner als die zuvor gespeicherte elastische Energie, sodass die Ausatmung rein passiv erfolgen kann. Bei der beschleunigten Atmung oder einer exspiratorischen Atemwegsobstruktion muss jedoch ein Anteil von der Exspirationsmuskulatur aufgebracht werden. Insgesamt werden bei ruhiger Atmung etwa 2 % des aufgenommenen Sauerstoffs für die Arbeit der Atemmuskeln benötigt. Bei körperlicher Arbeit steigt dieser Anteil verglichen mit der erhöhten Sauerstoffaufnahme überproportional an und kann bis zu 20 % betragen. Unter den Bedingungen schwerer Ateminsuffizienz kann er fast das gesamte Energieangebot in Anspruch nehmen.

Pathologische Veränderungen

Unter pathologischen Bedingungen kann die Atemarbeit sowohl durch Abnahme der Compliance (Lungenödem, Infiltrat, ARDS) als auch durch Erhöhung der Resistance (Bronchospasmus) zunehmen. In der Anästhesie und Intensivmedizin sind dabei auch künstliche Ursachen von Bedeutung wie die Erhöhung des Strömungswiderstandes durch Tubus, Schlauchsystem und Beatmungsgerät oder die Ansprechbarkeit des Demandsystems bei unterstützenden Beatmungsverfahren, welches vom Patienten immer eine gewisse zusätzliche Arbeit verlangt, um Druck oder Flow unter die jeweils gewählte Triggerschwelle zu senken. Ein Atemzug in Ruhe verbraucht ca. 0,25 J, bei forcierter Atmung 1,5 J. Bei einer Atemarbeit von über 15 J/min liegt die kritische Grenze, oberhalb derer eine Atemhilfe angezeigt ist.

Die Pumpleistung für die Ventilation muss von der Atemmuskulatur (Zwerchfell, Interkostalmuskeln, Atemhilfsmuskeln) erbracht werden. Für diese lebensnotwendige, kontinuierliche Muskeltätigkeit ist eine ausgeglichene Energiebilanz erforderlich. Übersteigt der Energiebedarf das Angebot, so entsteht eine metabolische Mangelsituation, die eine Ermüdungsreaktion auslöst. Ermüdung tritt auf, wenn für die intermittierende Kontraktion mehr als 40 % der maximalen Muskelkraft benötigt wird. Mittels indirekter Kalorimetrie kann die Differenz des Sauerstoffverbrauchs zwischen kontrollierter Beatmung und Spontanatmung gemessen werden (Oxygen Cost of breathing). Leider gibt es bis heute keine praktikable Möglichkeit, während der Entwöhnung vom Beatmungsgerät die Verteilung der Atemarbeit auf Patient und Respirator zu bestimmen.

Ventilationsstörungen

Die Ventilation wird anhand des arteriellen pCO_2 charakterisiert in

- Normoventilation bei einem p_aCO_2 zwischen 35 und 45 mmHg,
- Hyperventilation bei einem p_aCO_2 < 35 mmHg und
- Hypoventilation bei einem p_aCO_2 > 45 mmHg.

► **Hyperventilation.** Hyperventilation tritt auf bei Hypoxämie oder Schmerzen, kompensatorisch bei metabolischer Azidose oder psychogen.

► **Hypoventilation.** Hypoventilation findet sich bei muskulärer Atemschwäche (neuromuskuläre Erkrankungen, Intoxikationen), Störungen der Atemregulation (neurologische Erkrankungen, Intoxikationen), Nervenschäden, mechanischer Beeinträchtigung (Pneumothorax, Pleuraerguss, Rippenfraktur, Obstruktion der Luftwege) oder primär pulmonalen Erkrankungen.

8.1.5 Perfusion

Das sauerstoffarme Blut aus dem Körper gelangt über die Arteria pulmonalis in das Lungengewebe und verlässt es nach der Oxygenierung durch die Venae pulmonales. Zur Durchblutung der Lunge ist aufgrund ihres geringen Widerstandes ein relativ niedriger Druck erforderlich. Zur Ernährung der großen Gefäße und Bronchien verfügt die Lunge noch über ein zweites Blutversorgungssystem, die vasa privata, die aus der Aorta entspringen und ihr venöses Blut in die Vv. azygos und hemiazygos leiten, die es über die Lungenvenen in den linken Vorhof transportieren. Dieser sog. anatomische Shunt verhindert die hundertprozentige Oxygenierung des arteriellen Blutes. Zwischen beiden Systemen bestehen Anastomosen, die unter physiologischen Bedingungen verschlossen sind, aber bei Strömungsbehinderungen eines Systems an Bedeutung gewinnen.

Im Verhältnis zum Systemkreislauf sind die Drücke im Pulmonaliskreislauf niedrig (► Tab. 8.2). Da die Lunge vom gesamten Herzzeitvolumen durchströmt wird, muss demnach der pulmonalsvaskuläre Widerstand (PVR) ebenfalls niedrig sein. Er wird zum einen reguliert durch die Weite der Gefäße, zum anderen durch die Rekrutierung vorher verschlossener Gefäßabschnitte. Diese Vorgänge verlaufen hauptsächlich passiv: Bei Druckanstieg in der Pulmonalarterie oder -vene dehnen sich die Pulmonalgefäße.

Hypoxische pulmonale Vasokonstriktion

Ein wichtiger, im Gegensatz zu den vorher erwähnten, aktiver Mechanismus ist die hypoxische pulmonale Vasokonstriktion (HPV), auch Euler-Liljestrand-Reflex genannt: Eine Senkung des Sauerstoffpartialdruckes in den Alveolen führt über die direkte Aktivierung der Gefäßmuskelzellen zu einer Konstriktion der die Alveole umgebenden pulmonalarteriellen Gefäße und damit zu einer verminderten Durchblutung.

Dieser Effekt ist entgegengesetzt zur Reaktion der restlichen Körpergefäße, die bei Hypoxie mit einer Vasodilatation reagieren. Weiterhin wirkt eine niedrige gemischtvenöse Sättigung stimulierend auf die hypoxische pulmonale Vasokonstriktion. Der Effekt setzt innerhalb von Sekunden ein und erreicht seine volle Ausprägung nach 15 min. Maximal wird ein pulmonalarterieller Mitteldruck von 60 mmHg bewirkt, sodass der Effekt vom bestehenden Pulmonalisdruck abhängt. Die Maximalwirkung tritt bei Atelektase der Lunge zwischen 30–50 % ein, unterhalb von 20 % ist der Effekt der geschädigten Bezirke auf den p_aO_2 zu gering, oberhalb von 60 % bleiben zu wenig intakte Lungenareale zur Umverteilung des Blutes übrig.

Zur medikamentösen Modulation der HPV existieren widersprüchliche Untersuchungen. Einen (unvollständigen) Überblick bietet ► Tab. 8.3. Abgeschwächt wird die HPV auch durch Hypokapnie, Alkalose, Anstieg des pulmonalarteriellen Druckes und Infektionen.

Schwerkraftabhängige Durchblutung

Die Verteilung des Blutes in der Lunge wird nicht zuletzt durch die Schwerkraft bestimmt. Es lassen sich 3 Zonen (nach West) definieren:

- **Zone I**: An der Lungenspitze ist der Blutdruck arteriell und venös niedriger als der Alveolardruck, die Gefäße werden gar nicht durchblutet.
- **Zone II**: In der Mitte liegt der Alveolardruck zwischen arteriellem und venösem Kapillardruck, es kommt zur intermittierenden Durchblutung.
- **Zone III**: An der Basis ist der Blutdruck immer höher als der Alveolardruck, sodass ständig eine Durchblutung stattfindet (► Abb. 8.8).

Perfusionsstörungen

Störungen der Perfusion können ihre Ursache also haben in

- verminderter arterieller Zufuhr (z. B. Lungenembolie),
- erniedrigtem venösem Abstrom (z. B. linkskardiale Insuffizienz),
- Kapillarschwund bei destriktiven Lungenerkrankungen,
- Umverteilung durch hypoxische pulmonale Vasokonstriktion.

Diagnostisch stehen zur Beurteilung der Perfusion die Perfusionsszintigrafie und die Angiografie zur Verfügung.

Tab. 8.2 Normwerte des Pulmonaliskreislaufs.

Wert	Normbereich
RV systolisch	15–30
RV diastolisch	0–8 mmHg
PAP systolisch	15–30
PAP diastolisch	5–15 mmHg
PAP Mittel	10–25 mmHg
PCWP	5–15 mmHg
LAP	4–12 mmHg
SVR	900–1500 dyn × s × cm^{-5}
PVR	150–250 dyn × s × cm^{-5}

Tab. 8.3 Einfluss von Medikamenten auf die hypoxische pulmonale Vasokonstriktion.

verstärkend	kaum Einfluss	abschwächend
Kalzium	Ketamin	Lachgas
Indomethacin	Propofol	Verapamil
Aspirin	Fentanyl	Nitroprussid
Ibuprofen	Morphin	Nifedipin
Clonidin	Lidocain	Nitroglyzerin
Procain	Amonophyllin	Salbutamol NO
Lidocain	Dopamin	Prostaglandin E1
Ethanol	Dobutamin	Dopexamin
	Diltiazem	Inhalationsanästhetika
	Prostaglandin E1	
	Captopril	
	α-, β-Antagonisten	

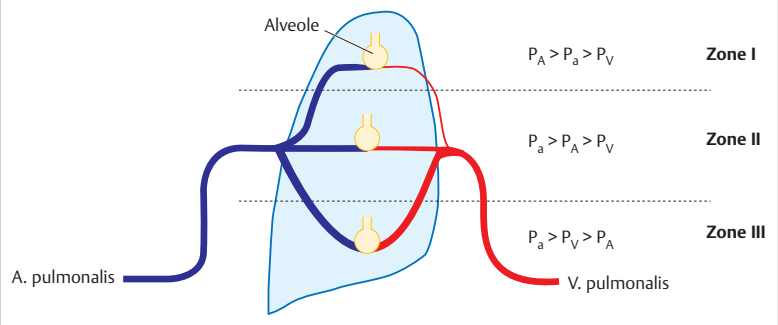


Abb. 8.8 Schwerkraftabhängige Verteilung der Durchblutung in der Lunge. In Zone I ist der Alveolardruck immer höher als der Druck im Gefäßsystem, es findet keine Durchblutung statt. In Zone II findet intermittierend Durchblutung statt, da der Alveolardruck niedriger als der pulmonalarterielle, aber höher als der pulmonalvenöse Druck ist. In Zone III ist die Durchblutung dauerhaft, da die Drücke im Gefäßsystem den Alveolardruck immer übersteigen. (Klinke u. Silbernagl 2000)

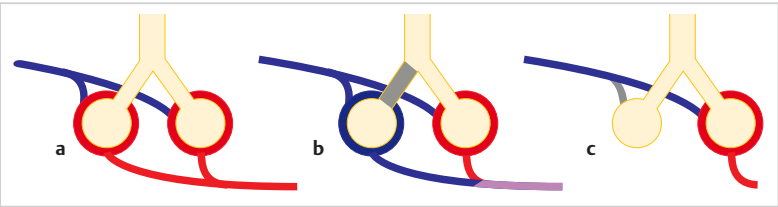


Abb. 8.9 Ventilations-Perfusions-Verhältnisse.
a Im Normalzustand ist das Verhältnis 0,8.
b Im Falle einer Bronchialobstruktion werden durchblutete Alveolen nicht belüftet, es kommt zum Shunt.
c Bei einem pulmonalen Gefäßverschluss kommt es zur Totraumbelüftung nicht durchbluteter Alveolen.

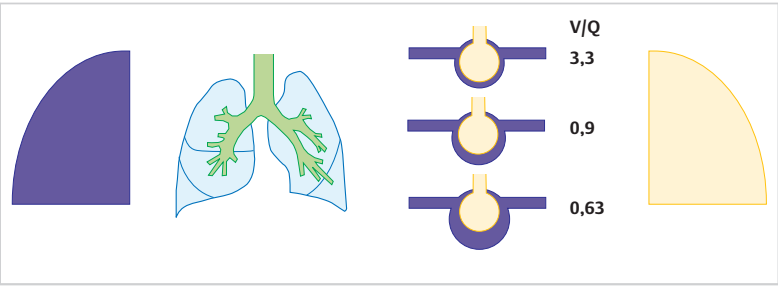


Abb. 8.10 Verteilung von Ventilation und Perfusion in der Lunge von apikal nach basal. Verteilung von Perfusion (blau) und Ventilation (gelb).

8.1.6 Ventilations-Perfusions-Verhältnis

Normalerweise beträgt das Verhältnis Ventilation zu Perfusion (V/Q) beim Gesunden 0,8. Eine Einschränkung der Ventilation erzeugt Alveolen, die nicht belüftet, aber durchblutet sind. Da dieses Blut nicht oxygeniert wird, resultiert in den Pulmonalvenen ein Gemisch aus oxygeniertem und nicht oxygeniertem Blut. Der nicht oxygenierte Anteil wird als Rechts-Links-Shunt bezeichnet. V/Q geht gegen 0. Durch die thebesianischen Venen und den Bronchialkreislauf entsteht immer eine gewisse venöse Beimischung anatomischer Ursache.

Werden die Alveolen belüftet, aber einige nicht durchblutet, resultiert eine Totraumbelüftung, also eine Zunahme des Anteils des Atemminutenvolumens, der nicht am Gasaustausch teilnimmt. V/Q geht gegen unendlich. Wenn der Totraumanteil zu groß wird, kann nicht alles Blut über die ventilierten Alveolen geleitet werden und es ergibt sich ebenfalls ein

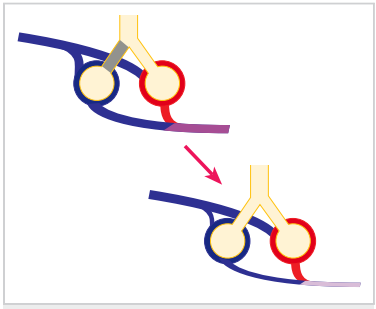


Abb. 8.11 Hypoxische pulmonale Vasokontriktion. Die Vasokonstriktion in den minderbelüfteten Bezirken der Lunge führt zur Reduktion des Shunt-Anteils.

Shuntanteil (▶ Abb. 8.9). Der Totraumanteil lässt sich mit Hilfe der endexspiratorischen CO2-Messung ermitteln (S. 157).

Beim Gesunden im Stehen nehmen sowohl Ventilation als auch Perfusion von oben nach unten zu, die Perfusion etwas mehr als die Ventilation. Apikal resultiert ein Ventilations-Perfusions-Quotient von ca. 3,3; in der Mitte ist V/Q etwa 0,9 und basal bewegt sich V/Q um 0,63. So ist die Verteilung und damit die Bedingung für die Sauerstoffaufnahme fast optimal (▶ Abb. 8.10).

In minderbelüfteten Bezirken werden durch die hypoxische pulmonale Vasokonstriktion die pulmonalarteriellen Gefäße konstringiert, somit fließt dort weniger Blut und der Shuntanteil in den Pulmonalvenen nimmt ab (▶ Abb. 8.11). Während die Akutwirkung der hypoxisch pulmonalen Vasokonstriktion sinnvoll und notwendig ist, wird ihr chronischer Einfluss als Ursache der Rechtsherzbelastung bei COPD diskutiert.

Mittels eines Pulmonaliskatheters kann man die Shuntfraktion (QS/QT) messen, wobei QS die Shuntdurchblutung und QT die Gesamtdurchblutung darstellen. Dazu bestimmt man den arteriellen, gemischtvenösen und pulmonalkapillären (Abnahme bei geblocktem Ballon) Sauerstoffgehalt und setzt die ermittelten Werte in folgende Formel ein:

$$QS/QT = \frac{(C_{kapillär}O_2 - C_{arteriell}O_2)}{(C_{kapillär}O_2 - C_{gemischtvenös}O_2)}$$

8.1.7 Diffusion

Zwischen Alveole und Blut muss der Sauerstoff folgende Schichten durchqueren: Surfactant, Alveolarepithelzelle, Basalmembran des Epithels, interstitiellen Raum, Basalmembran der Kapillare und Kapillarendothelzelle. Eine Verdickung dieser Schichten über den Normalwert von 0,1–1 µm kann zu einer Diffusionsstörung führen. Insgesamt beträgt die Diffu-

sionsfläche 50–100 m^2 und die Kontaktzeit zwischen Erythrozyten und der alveolo-kapillären Membran 0,5–1 s. Lungenödem, Pneumonie und Fibrose verlängern die Diffusionsstrecke, Atelektasen und Pneumothorax führen zu einer Verminderung der Diffusionsfläche und Fibrose und Emphysem zu einer Rarefizierung (Verdünnung) der Gefäße mit Zunahme der Strömungsgeschwindigkeit und Abnahme der Kontaktzeit.

Bei der Diffusionsgeschwindigkeit der verschiedenen Gase bestehen Unterschiede, die durch Diffusionskoeffizienten beschrieben werden. So diffundiert Kohlendioxid ca. 20-mal schneller durch die Membran als Sauerstoff. Allerdings nehmen Diffusionsstörungen durch eine Zunahme der Diffusionsstrecke (Ödem, Fibrose) im klinischen Alltag eher eine untergeordnete Rolle ein.

8.1.8 Gastransport von der Außenluft ins Blut

Unter den Bedingungen des Ruheumsatzes verbraucht der Mensch ca. 250–300 ml Sauerstoff pro Minute (3–4 ml/kgKG). Der Bedarf kann bei körperlicher Belastung auf den 10-fachen Wert ansteigen (z. B. Fieber, Muskelzittern = Shivering). Auf dem Weg von der Luft zu den Geweben des Körpers muss der Sauerstoff verschiedene Schichten durchdringen und sich verschiedener Transportmechanismen bedienen. Störungen dieser Sauerstofftransportwege können zu einer Unterversorgung der Gewebe mit Sauerstoff führen. Zunächst gelangt O_2 mit der Atmung in die Alveolen, wo der Gasaustausch Sauerstoff gegen Kohlendioxid stattfindet. Der alveoläre Sauerstoffpartialdruck berechnet sich mit Hilfe der Alveolargasgleichung:

$p_AO_2 = (p_{Barometer} - p_{H2O}) \times F_iO_2 - p_aCO_2/RQ$

Hierbei ist

- $p_{Barometer}$ in unseren Breiten 760 mmHg,
- p_{H2O} 47 mmHg und
- RQ der respiratorische Quotient, d. h. das Verhältnis von Kohlendioxid-Abgabe zu Sauerstoff-Aufnahme. Er beträgt bei gemischter Kost ungefähr 0,83.

Fallbeispiel

Bei einer F_iO_2 von 1,0 und einem p_aCO_2 von 40 mmHg ergibt sich z. B. ein p_AO_2 von 665 mmHg.

Ausgehend von diesem Wert kann man die Oxygenierung des Patienten bewerten. Dies kann auf 2 Weisen geschehen:

- alveolo-arterielle Sauerstoffdifferenz
- Oxygenierungsindex nach Horovitz

Alveolo-arterielle Sauerstoffdifferenz

Es gilt: $D_{AaO_2} = p_AO_2 - p_aO_2$

Beim Gesunden unter Raumluft beträgt die alveolo-arterielle Sauerstoff-Partialdruckdifferenz 10–20 mmHg, bei einer F_iO_2 von 1,0 beträgt sie 25–65 mmHg. Diese Abhängigkeit ist wahrscheinlich auf die Messungenauigkeiten der Blutgasanalysatoren zurückzuführen. Verschiedene Quotienten versuchen, diese Abhängigkeit zu umgehen, z. B. der nach Benzer: D_{AaO_2}/p_aO_2.

Ungefähre Erwartungswerte des p_aO_2 in Abhängigkeit von der F_iO_2 zeigt ▸ Tab. 8.4.

Oxygenierungsindex nach Horovitz

Dieses Maß wird häufiger benutzt: p_aO_2/F_iO_2. Darüber werden z. B. auch die Stadien des Lungenversagens definiert.

Bei der Bewertung des p_aO_2 muss eine gewisse Altersabhängigkeit bedacht werden, die in einigen Formeln oder Regeln Ausdruck findet, aber nicht von klinischer Relevanz ist. Die alveolo-arterielle Sauerstoffdifferenz ist z. B. erhöht bei intrakardialem Shunt, Diffusionsstörungen, intrapulmonalem Shunt oder hoher inspiratorischer Sauerstoffkonzentration (Resorptionsatelektasen).

Respiratorischer Quotient

Definition

Das Verhältnis von Sauerstoffaufnahme zu Kohlendioxidabgabe heißt respiratorischer Quotient, sein Normalwert liegt bei ca. 0,8.

Unter Ruhebedingungen produziert ein Erwachsener ca. 250 ml/min Kohlendioxid (3 ml/kgKG). Da etwas mehr Sauerstoff aufgenommen als Kohlendioxid abgegeben wird, ist das inspiratorische Atemzugvolumen größer als das exspiratorische. Der respiratorische Quotient hängt von der Ernährung ab: Bei reiner Fettverbrennung liegt er bei 0,7, bei Kohlenhydratverbrennung kann er bis auf 1,0 steigen. Zur Erleichterung des Weanings bei Ventilationsversagen kann man den Fettanteil der Nahrung steigern, um die Kohlendioxidproduktion zu drosseln.

Tab. 8.4 Ungefähre Erwartungswerte des p_aO_2 in Abhängigkeit von der F_iO_2.

F_iO_2	p_aO_2 (mmHg)
0,21	100
0,4	200
0,5	250
1,0	500

8.1.9 Gastransport im Blut zum Gewebe

Im Blut wird der Sauerstoff auf 2 Arten transportiert:

- chemisch gebunden
- physikalisch gelöst

▸ **Physikalisch gelöster Anteil.** Er beträgt:

0,003 ml O_2/mmHg und 100 ml Blut: p_aO_2 (mmHg) × 0,003 (ml O_2/mmHg × 100 ml)

Fallbeispiel

Bei einem gesunden Menschen sind das z. B. 100 mmHg × 0,003 ml/mmHg = 0,3 ml O_2 in 100 ml Blut.

Dieser Zusammenhang ist linear, d. h. je höher der Sauerstoffpartialdruck im Blut, desto mehr Sauerstoff ist physikalisch gelöst.

Wollte man eine ausreichende Menge Sauerstoff nur über physikalische Lösung transportieren, müsste man unter Überdruck reinen Sauerstoff atmen, um einen arteriellen Partialdruck von ca. 2200 mmHg zu erreichen.

▸ **Chemisch gebundener Anteil.** Er hängt vom Hb und der Sättigung ab:

1,39 (ml O_2/g Hb) × Hb (g/l) × SaO_2

1,39 ist die Hüfnersche Zahl. Sie gibt an, wie viel ml O_2 pro Gramm Hämoglobin maximal gebunden werden können; teilweise wird sie auch mit 1,34 angegeben. Die Sättigung gibt an, wie viel Prozent des Hämoglobins mit Sauerstoff verbunden sind.

Fallbeispiel

Der gesunde Mensch transportiert z. B.:
1,39 ml O_2/gHb × 10 g/
100 ml × 0,98 = 13,6 ml/100 ml Blut an Hämoglobin gebunden.

Das mit Sauerstoff verbundene Hämoglobin heißt Oxyhämoglobin, solches ohne Sauerstoff Desoxyhämoglobin; der Vorgang der Sauerstoffbeladung nennt sich Oxygenation. Das oxygenierte Blut ist hellrot, desoxygeniertes blaurot. Beträgt der absolute Anteil an desoxygeniertem Hämoglobin über 5 g/dl ist eine Zyanose an Haut und Schleimhäuten sichtbar.

Merke

Bei Patienten mit einem Hb unter 5 g/dl ist auch bei schlechter Oxygenierung keine Zyanose auszumachen.

Gesamtsauerstoffgehalt des Blutes

Dies ist die Summe aus beiden Fraktionen (▶ Abb. 8.12):

$CaO_2 = 1{,}39 \times Hb \times SaO_2 + 0{,}003 \times p_aO_2$

Bei normalen Verhältnissen trägt somit der physikalisch gelöste Anteil an Sauerstoff wenig zum Gesamtangebot bei. Er gewinnt erst an Bedeutung, wenn der chemisch gebundene Anteil sehr klein wird: Bei einem Hb von 3 g/100 ml werden chemisch gebunden nur 4,1 ml O_2/100 ml Blut transportiert. Erhöht man nun die F_iO_2 auf 1,0 und erreicht einen p_aO_2 von 550 mmHg, wird der physikalisch gelöste Teil mit 1,65 ml O_2/100 ml Blut relativ größer und erreicht nun 40 % der Sauerstoffversorgung des Körpers. Dieses Vorgehen bietet sich z. B. bei hohem Blutverlust an.

Aber auch unter physiologischen Bedingungen hat der physikalisch gelöste Sauerstoffanteil eine große Bedeutung: Nur das physikalisch gelöste Sauerstoffmolekül kann durch eine Membran diffundieren, nicht das an Hämoglobin gebundene. Der durch Diffusion in die Gewebe sich verringernde Pool an physikalisch gelöstem Sauerstoff regeneriert sich sozusagen ständig aus dem chemisch gebundenen Sauerstoffanteil.

Hypoxie und Hyperoxie

Nach Unterbrechung der Sauerstoffzufuhr bleiben dem Körper kurzzeitig 3 Möglichkeiten der Energiegewinnung:

- Nutzung des gespeicherten Sauerstoffes (ca. 1,5 l)
- Spaltung energiereicher Phosphate (ATP)
- Laktatbildung durch anaerobe Glykolyse

Zunächst bleibt bei Sauerstoffmangel die Zelle für kurze Zeit funktionsfähig, um dann ihre Funktionen allmählich einzustellen und bei weiterer Anoxie irreversiblen Schaden zu nehmen. Hierbei sind die Gehirnzellen erheblich empfindlicher als z. B. die Skelettmuskelzellen.

Auch eine Hyperoxie birgt Gefahren: Beim Neugeborenen führt Beatmung mit reinem Sauerstoff schon nach kurzer Zeit zur retrolentalen Fibroplasie, aber auch Erwachsene entwickeln bei längerer (> 36 h) Beatmung mit einer F_iO_2 von 1,0 Symptome einer Atemwegsentzündung mit Ödemen.

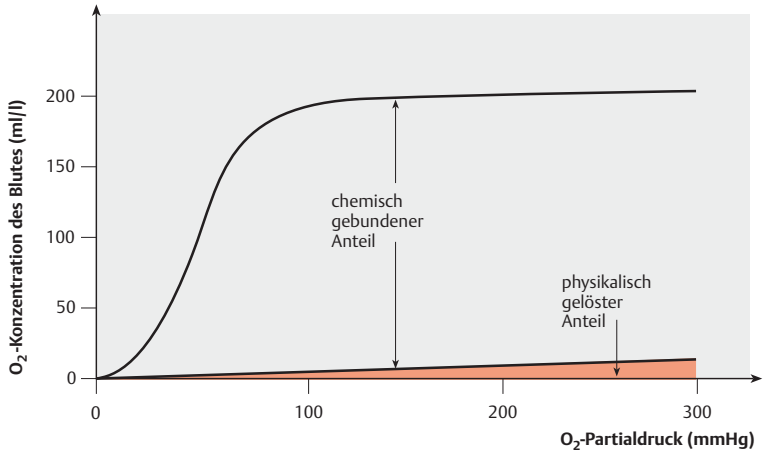


Abb. 8.12 Chemisch und physikalisch gelöster Sauerstoff. Die Sauerstoffkonzentration des Blutes ist abhängig vom Partialdruck und besteht aus der Summe physikalisch gelösten und chemisch gebundenen Sauerstoffs. (Klinke u. Silbernagl 2000)

Sauerstoffbindungskurve

Die Sättigung beschreibt das Verhältnis oxygenierten Hämoglobins zum Gesamthämoglobin:

$SaO_2 = HbO_2/(Hb + HbO_2)$

Die Sauerstoffbindungskurve beschreibt den Zusammenhang zwischen einem gegebenen p_aO_2 und der zugehörigen Sättigung (▶ Abb. 8.13). Normalerweise liegt der Halbsättigungsdruck, d. h. der p_aO_2, bei dem die Sättigung 50 % beträgt, bei 27 mmHg. 40 mmHg korrespondieren mit 75 % Sättigung und bei 100 mmHg sind 98 % des Hämoglobins oxygeniert. Unter Normalbedingungen (gesunder Mensch, Raumluftatmung) bewegt sich die Sättigung des Hämoglobins immer zwischen ca. 98 % nach der Lungenpassage mit einem p_aO_2 von um die 100 mmHg und ca. 75 % beim Eintritt in die Pulmonalarterie (gemischtvenöse Sättigung) mit einem p_aO_2 um 40 mmHg. Damit ist eine ausreichende Reservekapazität gegeben.

Rechts- und Linksverschiebung

Die Sauerstoffaufnahme- bzw. -abgabekapazität des Hämoglobins hängt nicht allein vom vorhandenen Sauerstoff ab. Die Sauerstoffbindungskurve kann durch verschiedene Faktoren nach rechts oder links verschoben werden (▶ Abb. 8.13).

▶ **Haldane-Effekt.** Der Überschuss an O_2 in den Lungenkapillaren erleichtert die Lösung der Bindung von CO_2 und H^+ aus dem Hämoglobin und damit deren Abatmung.

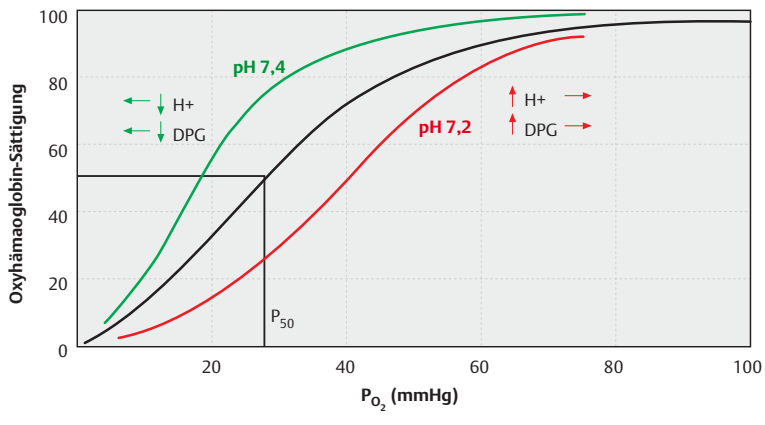


Abb. 8.13 Sauerstoffbindungskurve und die Determinanten der Sauerstoffaffinität des Hämoglobins. Bei einer Rechtsverschiebung nimmt die Affinität des Hämoglobins zum Sauerstoff ab, bei einer Linksverschiebung zu. Die Mittellinie zeigt eine normale Sauerstoffbindungskurve. (nach MSD-Manual)

▶ **Bohr-Effekt.** Im Gewebe ist die O_2-Konzentration geringer, die CO_2- und H^+-Konzentrationen erhöht. Die Bindung von CO_2 und H^+ an Hämoglobin verringert die Affinität des O_2 zum Hämoglobin, bewirkt damit eine erleichterte Loslösung und letztendlich Diffusion in das Gewebe:

▶ **Rechtsverschiebung.** Als Folge des Bohr-Effektes verringern pathologisch erhöhte Konzentrationen der Metaboliten CO_2, H^+ und Laktat (Azidose, Schock), aber auch eine Hyperthermie die O_2-Affinität zum Hämoglobin in höherem Ausmaß. Die Sauerstoffdiffusionsrate in das Gewebe steigt. Daher sollte auch im Schockzustand nie „blind", sondern nur BGA-gesteuert gepuffert werden, da eine leichte Gewebsazidose die O_2-Versorgung der Zellen begünstigt.

Folglich bedeutet eine Rechtsverschiebung, dass eine Sättigung von 50 % erst bei einem höheren p_aO_2 als 27 mmHg erreicht wird. Das Hämoglobin hat sozusagen eine niedrigere Affinität zum Sauerstoff, es nimmt ihn schlecht auf, gibt ihn aber leichter wieder ab. Diese Bedingungen herrschen bei Azidose, Hyperkapnie, Hyperthermie und einem 2,3 Diphosphoglyceratüberschuss.

▶ **Linksverschiebung.** Eine Linksverschiebung (▶ Abb. 8.13) bedeutet entsprechend eine höhere Sauerstoffaffinität, der Halbsättigungsdruck ist niedriger als 27 mmHg, Sauerstoff wird vom Hämoglobin leicht aufgenommen, aber schwerer wieder abgegeben. Das ist der Fall bei Alkalose, Hypokaliämie, Hypokapnie, Hypothermie, 2,3-DPG-Mangel, bei Diabetikern und physiologisch bei Foeten. In der Lunge wird durch CO_2-Abgabe eine Hypokapnie und Alkalose erzeugt, die die Sauerstoffaufnahme verbessern. In den Geweben, wo Hyperkapnie und Azidose herrschen, wird der Sauerstoff leichter abgegeben.

CO-Intoxikation

Die Sauerstofftransportkapazität des Hämoglobins kann auch durch inaktive Hämoglobinformen wie Carboxy- oder Methämoglobin beeinträchtigt werden. CO hat im Gegensatz zu Sauerstoff eine 220-mal höhere Affinität zu Hämoglobin und blockiert somit dauerhaft die Sauerstoffversorgung. Der CO-Hämoglobingehalt kann bei Rauchern bis zu 10 % des Hämoglobins betragen, Konzentrationen über 60 % gelten als tödlich. Die Pulsoxymetrie (S. 174) ist zur Detektion einer Hypoxämie bei CO-Intoxikation ungeeignet, da dieses Verfahren den COHb-Anteil nicht erkennt.

Zyanosen

Eine Zyanose als Marker einer ungenügenden Sauerstoffsättigung ist ungeeignet, da sie häufig erst bei Werten um 65 % in Erscheinung tritt und zudem an das Vorhandensein von mindestens 5 g/100 ml desoxygeniertem Hämoglobin gebunden ist – ein Wert, welcher bei Anämie häufig nicht erreicht wird. Periphere Zyanosen enstehen bei einem Missverhältnis von Sauerstoffangebot zu -verbrauch, während zentrale Zyanosen (Lippen, Konjunktiven) auf einen Rechts-Links-Shunt hinweisen.

Sauerstoffangebot und -verbrauch

Das Sauerstoffangebot für die Gewebe hängt außer vom O_2-Gehalt des Blutes auch noch vom Herzzeitvolumen ab:

$DO_2 = CaO_2 \times HZV$

Eine Beurteilung des O_2-Angebotes kann mit der gemischtvenösen Sauerstoffsättigung erfolgen. Eine niedrige gemischtvenöse Sauerstoffsättigung ist entweder auf eine schlechte arterielle Oxygenierung, einen niedrigen Hämoglobingehalt, ein niedriges HZV oder eine hohe Ausschöpfung zurückzuführen. Mit ihr lässt sich auch der Sauerstoffverbrauch des Körpers messen, wenn man die Differenz aus arteriellem und gemischtvenösem Sauerstoffgehalt bildet:

$VO_2 = HZV \times (CaO_2 - CvO_2)$

Der Sauerstoffverbrauch bzw. die Ausschöpfung (Sauerstoffverbrauch/Sauerstoffangebot) ist für die Organe unterschiedlich (▶ Abb. 8.14).

Sauerstoffvorrat

Ein normgewichtiger Mensch besitzt unter physiologischen Bedingungen ($F_iO_2 = 0{,}21$) einen Sauerstoffvorrat von ca. 1500 ml. Dabei liegen ca. 800 ml an Hämoglobin gebunden, 300 ml physikalisch gelöst oder an Myoglobin gebunden und 400 ml intrapulmonal vor. Bei einem Verbrauch von ca. 250 ml/min reicht dieser Speicher für ca. 6 min. Lässt man diesen Menschen vorher einige Zeit 100 % Sauerstoff atmen (Präoxygenation), so erhöht sich der Sauerstoffvorrat auf etwa 4 200 ml, was ihm im Notfall dann Zeit bis zu ca. 16 min gibt. Andererseits dauert es auch länger, bis ein angeschlossenes Sättigungsmessgerät eine fehlende Oxygenierung (z. B. wegen Fehlintubation) meldet. Diese sollte also vorher mit anderen, geeigneteren Methoden ausgeschlossen werden.

Bei Apnoe sinkt der Sauerstoffpartialdruck des Blutes um ca. 50 mmHg/min (bei Schwangeren um 150 mmHg/min!). Bei Wiedereinsetzen der Beatmung fällt er in den ersten Sekunden weiter aufgrund der Diffusion von CO_2 und N_2 in die Alveolen. Der CO_2-Partialdruck steigt bei Apnoe um ca. 4 mmHg/min.

Betrachtet man nur den intrapulmonalen Sauerstoffspeicher, welcher in Apnoephasen bei Weitem die größte Bedeutung hat, lässt sich ein wesentlicher Unterschied zwischen Erwachsenen, Schwangeren und Kleinkindern erkennen (▶ Tab. 8.5).

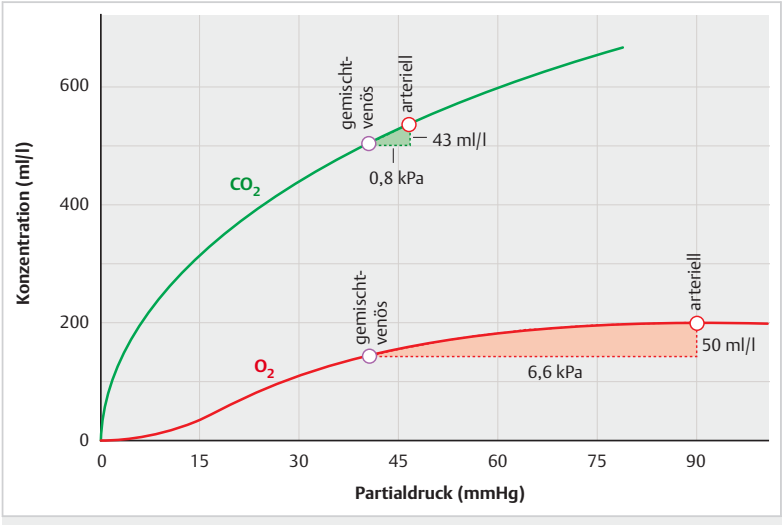


Abb. 8.14 Sauerstoff- und Kohlendioxidbindungskurve im Vergleich. Da der pO_2 vom arteriellen ins gemischtvenöse Blut stärker abfällt als der pCO_2 ansteigt, ist die Summe der Partialdrücke im gemischtvenösen Blut niedriger als in der Atmosphäre. Als Folge werden Gase aus geschlossenen Höhlen (Pneumothorax) ins Blut resorbiert. (Klinke u. Silbernagl 2000)

Tab. 8.5 Sauerstoffpool des Menschen unter verschiedenen Bedingungen.

	Erwachsener	Schwangere	Kleinkind
FRC	3 000 ml	2400 ml	200 ml
Sauerstoffpool unter $F_iO_2 = 0{,}21$	400 ml	320 ml	26 ml
Sauerstoffpool unter $F_iO_2 = 1{,}0$	2650	2100	175
Zeit unter Apnoe bis $SaO_2 = 75\,\%$ nach Normoxie	ca. 1 min	ca. 35 s	ca. 20 s
Zeit unter Apnoe bis $SaO_2 = 75\,\%$ nach Präoxygenierung	ca. 9 min	ca. 7 min	ca. 3 min

Merke

Mit einem Blick auf die Zeitunterschiede in der Tabelle erklärt sich der Wert einer Präoxygenierung von selbst.

Alternativ zu Fremdbluttransfusionen werden Hämoglobinlösungen und Perfluorocarbonemulsionen als Sauerstofftransportlösungen erprobt, sind jedoch für den breiten klinischen Einsatz noch nicht reif.

Kohlendioxidtransport

Bei den Stoffwechselvorgängen im Körper fallen pro Minute ca. 220 ml CO_2 an, die abgeatmet werden müssen. Der Transport von CO_2 im Blut erfolgt z. T. physikalisch gelöst, z. T. an Hämoglobin gebunden, zum weitaus größten Teil aber in Form von Bikarbonat, welches unter Einfluss der Carboanhydrase aus H_2O und CO_2 entsteht. Über das Bikarbonat sind Produktion, Transport und Abatmung von CO_2 eng mit dem Säure-Basen-Haushalt verbunden. Der physikalisch gelöste Anteil des Kohlendioxids beträgt 0,65 ml CO_2/mmHg/1000 ml Blut, also z. B. bei 40 mmHg p_aCO_2 2,6 ml/100 ml Blut. Kohlendioxid ist demnach ca. 20-mal besser in Blut löslich als Sauerstoff.

Die Kohlendioxidbindungskurve analog zur Sauerstoffbindungskurve weist keine Sättigungskinetik auf, d. h. es gibt keinen Maximalwert für den Kohlendioxidtransport. Der an Hämoglobin gebunden transportierte Teil des Kohlendioxids hängt vom Oxygenierungsindex des Hämoglobins ab: Desoxygeniertes Hämoglobin transportiert mehr Kohlendioxid als oxygeniertes. Siehe Haldane-Effekt (S. 175).

8.1.10 Säure-Basen-Haushalt

Puffertheorie

Definition

Puffer sind Substanzen, die H^+-Ionen abgeben oder aufnehmen können je nach Angebot derselben, und so den pH-Wert der Lösung relativ konstant halten. Nach Brönsted sind Säuren Substanzen, die Protonen abgeben, und Basen Substanzen, die Protonen aufnehmen können.

Die Dissoziation einer Säure lässt sich wie folgt darstellen: $HA \leftrightarrows H^+A^-$. Hierbei sind H^+ die Protonen und A^- die Säurereste. Jedes Säure-Basen-Paar ist ein mehr oder weniger guter Puffer.

Nach dem Massenwirkungsgesetz ist das Verhältnis des Produktes von dissoziierter (H^+, A^-) zu nicht dissoziierter Säure (HA) für jeden Stoff konstant (Ka):

$K_a = ([H^+] \times [A^-])/[HA]$ oder

$[H^+] = Ka \times [HA]/[A^-]$

Dieser Zusammenhang wird Henderson-Hasselbalch-Gleichung genannt. Logarithmisch umgeformt lautet die Gleichung:

$pH = pK_a + \log([A^-]/[HA])$

Der pH ist also ein Maß für die Konzentration der Wasserstoffionen (H^+); ist der pH hoch, liegen wenig Wasserstoffionen (Alkalose), ist er niedrig liegen viele Wasserstoffionen (Azidose) vor. Der pK_a-Wert ist eine charakteristische Konstante für jede Säure.

Übertragen auf das Kohlensäure-Bikarbonat-Puffersystem lauten die Gleichungen:

$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$ oder

$pH = 6{,}2 + \log [HCO_3^-]/[CO_2]$

Hierbei wird die Reaktion $CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3$ durch das Enzym Carboanhydrase katalysiert. Da die Reaktionspfeile in beide Richtungen weisen, sind diese Reaktionen alle umkehrbar und befinden sich in einem Gleichgewicht. Die Richtung, in der sie aktuell ablaufen, hängt von den Konzentrationen der Stoffe ab. Führt man dem Körper Bikarbonat zu, wird das Gleichgewicht nach links verschoben und es entsteht viel CO_2:

$\uparrow CO_2 + H_2O \leftarrow H_2CO_3 \leftarrow H^+ + HCO_3^- \uparrow$

Selbiges muss abgeatmet werden. Bei dieser Reaktion wird H^+ verbraucht und der pH steigt.

Lernaufgabe

Beobachten Sie die Kohlendioxidkonzentration in der Blutgasanalyse, wenn ein Patient mit Natriumbikarbonat gepuffert wird, ohne die Beatmungsparameter zu verändern.

Andersherum entsteht bei hohem p_aCO_2 viel H^+, der Mechanismus der respiratorischen Azidose:

$\uparrow CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3 \rightarrow \uparrow H^+ + \uparrow HCO_3^-$

Die Pufferkapazität einer Lösung gibt an, wie viel H^+ zugegeben werden kann, ohne dass sich der pH-Wert der Lösung ändert. Sie hängt ab von der Konzentration an Puffersubstanz und von der Lage des pK_a zum pH. Da der pH des Blutes bei 7,4 und der des Intrazellularraumes bei 7,0 liegt, wirken am besten Systeme mit pK_a-Werten in diesem Bereich, z. B. das Phosphatpuffersystem mit einem pK_a von 6,8 (hauptsächlich intrazellulär) und das Bikarbonatpuffersystem mit einem pK_a von 6,1. Die gute Wirksamkeit des Bikarbonatpuffersystems bei nicht idealem pK_a hängt zum einen mit der hohen Konzentration der Puffersubstanzen, zum anderen mit der Einstellmöglichkeit des Kohlendioxids über die Ventilation zusammen. Proteinpuffer haben wegen ihrer vielfältigen Bindungsmöglichkeiten komplexe Pufferkurven.

Blutgasanalyse

Definition

Unter der klassischen Blutgasanalyse versteht man die Messung von pH, pCO_2, pO_2 und die Berechnung des BE bei Vorgabe des Hb unter Verwendung der O_2-Sättigung und der Bikarbonatkonzentration.

Hierbei unterscheidet man das aktuelle Bikarbonat, welches von der Kohlendioxidkonzentration abhängt, vom Standardbikarbonat (oxygeniertes Blut $pCO_2 = 40$ mmHg, T = 37 °), welches kohlendioxidunabhängig ist. Der BE ist die Differenz zwischen aktueller Pufferbasenkonzentration und selbiger nach Titration des Blutes zum pH von 7,4. Sie ist kohlendioxid- und hämoglobinkonzentrationsunabhängig.

Mittels moderner Analysegeräte kann eine Blutgasanalyse außerdem eine Messung der Hb-Derivate (COHb, MetHb), des Elektrolytstatus (Na, K, Ca, Cl) und des

Tab. 8.6 Normwerte der Blutgasanalyse.

	arteriell	venös	kapillär
pO_2 (mmHg)	70–100	35–40	80–100
SaO_2 (%)	95–97	55–70	95–97
pCO_2 (mmHg)	36–44	41–51	36–44
HCO_3^- (mmol/l)	22–26	22–26	22–26
BE	± 2,5	± 2,5	± 2,5
pH	7,35–7,45	7,31–7,41	7,35–7,45

Metabolitstatus (Laktat, Glukose) beinhalten. Die Normwerte zeigt ▸ Tab. 8.6.

Ein Patient in Ruhe produziert CO_2, H^+, OH^-, H_2O und NH_3, die das Säure-Basen-Gleichgewicht ständig bedrohen und eliminiert werden müssen. Unter physiologischen Bedingungen besorgen dies die Lunge mit 220 ml Kohlendioxid/min, die Leber mit 40 mmol H^+/h und die Nieren mit 40–80 mmol H^+/d.

▸ **H^+-Ionenkonzentration im Blut.** Diese wird bestimmt durch das Gleichgewicht von Kohlendioxid und Bikarbonat. Ziel ist ein konstanter pCO_2/HCO_3-Quotient von 1:20. Weicht einer der beiden Werte von der Norm ab, wird der andere Wert durch Kompensationsmechanismen gleichsinnig angepasst.

▸ **pH.** Er zeigt an, ob das Gleichgewicht zwischen Kohlendioxid-Bildung und -Elimination sowie H^+-Bildung und -Elimination im Normbereich liegt.

▸ **pCO_2.** Dies ist ein Maß für die Kohlendioxidelimination über die Lunge.

▸ **BE.** Der BE charakterisiert die nicht respiratorische oder metabolische Seite des Säure-Basen-Status.

8.1.11 Störungen im Säure-Basen-System

Veränderungen im Säure-Basen-System werden zunächst von den blutchemischen Puffern abgefangen:
- Bikarbonatpuffersystem (65 %)
- Phosphatpuffersystem (1–2 %)
- Proteinatpuffersystem (Albumin 5–10 %, Hämoglobin 25–30 %)

Außerdem werden metabolische Störungen innerhalb sehr kurzer Zeit vom respiratorischen System kompensiert:
- Eine metabolische Azidose stimuliert die Ventilation, und die Abnahme des pCO_2 gleicht den primären Abfall des Serumbikarbonats aus.
- Eine metabolische Alkalose hemmt die Ventilation und der Anstieg des pCO_2 gleicht den Anstieg der HCO_3^--Konzentration aus.

Die Nieren sorgen für eine Kompensation, indem sie die Ausscheidung von Wasserstoffionen und die Rückresorption von HCO_3^- am proximalen Tubulus steuern; eine respiratorische Azidose stimuliert die Rückresorption von Bikarbonat, eine respiratorische Alkalose hemmt sie. Im Gegensatz zur respiratorischen Kompensation erfolgt die renale Kompensation nicht unverzüglich, sondern beginnt erst nach 6–12 h und benötigt einige Tage bis zum Erreichen des Maximums. Kompensationen erfolgen auch nie vollständig, d. h. der pH-Wert ist auch bei einer kompensierten Störung immer tendenziell in die Richtung der ursprünglichen Störung verschoben.

Fallbeispiel

Ein Patient mit metabolischer Azidose als Grundstörung, die er respiratorisch kompensiert, zeigt einen pH um 7,35, wird aber nie einen pH von 7,45 erzeugen.

▸ **Klassifikation.** Entsprechend den 2 möglichen Richtungen einer Störung und den 2 Ursachen gibt es 4 verschiedene Kombinationen:
1. metabolische Azidose
2. respiratorische Azidose
3. metabolische Alkalose
4. respiratorische Alkalose

Während sich mit diesem klassischen Interpretationsansatz nach Siggaard-Andersen respiratorische gut von metabolischen Störungen trennen lassen, hilft bei sich überlagernden, metabolischen Störungen eher das Modell nach Stewart, welches mit starken und schwachen Ionen und der starken Ionendifferenz arbeitet. Dieser Ansatz lässt sich zwar nicht ganz einfach in die Praxis am Patienten übernehmen, liefert aber für viele häufig vorkommende Störungen nach Dilution, Laktatanstieg oder Hypalbuminämie eine einheitliche theoretische Erklärung.

Metabolische Azidose

Definition

Die metabolische Azidose ist ein Zustand, der durch Zunahme an fixer Säure oder durch Basenverlust gekennzeichnet ist. Der pH liegt unter 7,36, die Bikarbonatkonzentration ist erniedrigt bei zunächst normalem pCO_2, der BE ist negativ.

Arten und Ursachen

Man unterscheidet 4 Arten mit unterschiedlichen Ursachen:
1. Additionsazidose:
   - Ketoazidose (Diabetes mellitus, Hunger)
   - Laktatazidose (Schock, Declamping, Hypothermie, extrakorporale Zirkulation, Massentransfusionen, bakterielle Toxine)
2. Subtraktionsazidose (Galle- oder Pankreasfistel, Diarrhö, Ileus), Therapie mit Acetazolamid (Diamox)
3. Verteilungsazidose (hyperkaliämische Azidose)
4. Retentionsazidose (tubulär-renale Azidose, global-renale Azidose, ANV)

Die metabolische Azidose wird nicht bis zur vollen Normalisierung des pH-Wertes respiratorisch kompensiert. Man kann also allein am pH-Wert nicht erkennen, ob eine Kompensation der Norm entspricht, sondern muss Signifikanzdiagramme oder -gleichungen heranziehen. So lässt sich der erwartete pCO_2 bei einer metabolischen Azidose wie folgt berechnen:

$$pCO_2 = 1{,}5 \times (HCO_3^-) + 8\ (+/-\ 2)$$

Ist der pCO_2 höher als erwartet, besteht entweder die Störung erst zu kurz, um eine maximale Kompensation zu erwarten, oder der Organismus ist aufgrund pulmonaler, zentralvenöser, muskulärer oder medikamentöser Ursachen nicht in der Lage, maximal zu kompensieren.

Leichte metabolische Azidosen mit pH-Werten um 7,3 bedürfen im Allgemeinen keiner über die Behandlung des Grundleidens hinausgehenden Therapie. Etwa bei pH 7,2 beginnt jedoch ein kritischer Bereich, dessen Unterschreitung auf jeden Fall entgegenzuwirken ist. Werte von 7,1 und darunter bedeuten akute Lebensgefahr und Werte unter 6,8 sind nur für sehr kurze Zeit mit dem Leben vereinbar.

Pathophysiologie

Die schwere metabolische Azidose führt zur Hyperkaliämie: Die erhöhte H^+-Konzentration im Blut führt zur Diffusion von

Protonen in die Zelle; zum Ausgleich der positiven Ladung muss ein anderer Stoff aus der Zelle ins Blut weichen (Kalium). Die Azidose kann durch Verminderung der Herzkontraktilität, des peripheren Widerstandes und des Blutdrucks den Kreislauf beeinträchtigen. Hinzu kommt eine Neigung zu Arrhythmien. Zwar führt die Azidose zu vermehrter Katecholaminausschüttung, jedoch vermindert sich gleichzeitig die Ansprechbarkeit auf Katecholamine.

Anionenlücke

Ausgangspunkt des Modells der Anionenlücke ist die Annahme, dass Anionen und Kationen im Serum in gleicher Menge vorliegen, um die elektrische Neutralität zu wahren. Die nicht messbaren Anionen können durch die Bestimmung von Na, Cl und Bikarbonat ermittelt werden. Der Normalwert der Anionenlücke beträgt 12 mval/l ([Na] – [Cl] – [Bikarbonat]). Gibt eine fixe Säure Protonen an das Serum ab, verringert sich die Bikarbonatkonzentration durch Pufferung um den gleichen Wert und die Anionenlücke nimmt zu. Geht Bikarbonat verloren, kompensiert der Anstieg von Cl den Verlust und die Anionenlücke bleibt gleich.

So lassen sich Azidosen unterscheiden in

- solche mit normaler Anionenlücke (Subtraktionsazidosen) und
- solche mit hoher Anionenlücke (Additionsazidosen).

Weitere Faktoren mit Einfluss auf die Anionenlücke sind die Serumalbuminkonzentration, das Vorliegen von Paraproteinen mit positiver Ladung, ein Anstieg der nicht erfassten Kationen wie K, Mg oder Ca oder eine Hyponatriämie.

Respiratorische Azidose

Definition

Die respiratorische Azidose ist ein Zustand, der durch die Retention von Kohlendioxid gekennzeichnet ist. Der Wert von pCO_2 ist das Ergebnis der alveolären Ventilation, zugleich ist er der stärkste zentrale Stimulus im Regelsystem der Ventilation. Eine Hyperkapnie spricht praktisch immer für eine alveolare Hypoventilation, bei der immer auch eine Austauschstörung für O_2 vorliegt. Es handelt sich also um eine Globalinsuffizienz. In der Blutgasanalyse sind der pCO_2 hoch, der pH kleiner 7,35, die Bikarbonatkonzentration und der BE zunächst normal.

Ursachen

Die wichtigsten Ursachen sind:

- ZNS (Hirntumor, Narkotika, Enzephalitis, SHT)
- periphere Nerven (PNP, Poliomyelitis, Phrenikusparese)
- Muskeln (Myasthenis gravis, Muskelrelaxanzien, Trauma)
- Thorax (Kyphoskoliose, Rippenserienfrakturen)
- Atemwege (Fremdkörper, Aspiration, Asthma, Emphysem, Verschleimung)
- Lunge (Pneumonie, Ödem, Zystenlunge, Emphysem, RDS)

Pathophysiologie

Bei der akuten respiratorischen Azidose steht dem Organismus nur die blutchemische Sofortreaktion zur Verfügung, bei der Puffersubstanzen verbraucht und Bikarbonat gebildet wird. Letzteres verteilt sich auch im interstitiellen Raum, sodass die Pufferbasen um diesen Anteil vermindert werden. Damit stellt sich trotz steigender Bikarbonatwerte eine negative Basenabweichung ein, die nicht auf eine begleitende metabolische Azidose schließen lässt, sondern lediglich Folge der Umverteilung ist. Bei der chronisch respiratorischen Azidose tritt zur blutchemischen die renale Bikarbonatproduktion, sodass die Basenabweichung positiv wird.

Eine Überkompensation tritt auf, wenn die Hyperkapnie plötzlich, etwa durch künstliche Beatmung, korrigiert wird. Die erhöhte Bikarbonatkonzentration kann erst allmählich abgebaut werden. Es resultiert eine alkalotische Stoffwechsellage, die wegen der Gefährdung der Sauerstoffversorgung so gefährliche posthyperkapnische Alkalose (erhöhte O_2-Affinität des Hb, schlechtere Abgabe an die Gewebe).

Die respiratorische Azidose ist immer ein sehr bedrohlicher Zustand. Im Falle der akuten Form besteht sogar unmittelbare Lebensgefahr:

- Durch das Fehlen renaler Ausgleichsmechanismen resultieren sehr stark gesenkte pH-Werte.
- Die zugrunde liegende alveoläre Hypoventilation ist stets auch mit einem akuten Sauerstoffmangel verbunden.
- Die Hyperkapnie erreicht aufgrund des guten Penetrationsvermögens des Kohlendioxids sofort den Intrazellulärraum.

Wie bei der metabolischen Azidose kommt es zu einem Kaliumanstieg im Serum und einer vermehrten Katecholaminausschüttung bei gleichzeitig verminderter Empfindlichkeit der Rezeptoren. Der erhöhte pCO_2 führt zur Dilatation der Hirngefäße mit der Folge einer vermehrten Hirndurchblutung und einer Steigerung der Liquordruckes bis zur Ausbildung einer Stauungspapille.

Während die akute respiratorische Azidose häufig mit Dyspnoe einhergeht, ist das bei der chronischen Form seltener der Fall, da die Empfindlichkeit des Atemzentrums für Kohlendioxid sich ändern kann.

Metabolische Alkalose

Definition

Die metabolische Alkalose ist ein Zustand, der durch Basenzunahme oder durch Verlust von fixer Säure gekennzeichnet ist. Der pH ist größer als 7,44, die Bikarbonatkonzentration hoch, der BE positiv bei normalem pCO_2.

Ursachen

Wichtigste Ursachen sind:

- **Additionsalkalosen:** Zufuhr von Bikarbonat, Laktat, Zitrat, posthyperkapnische Alkalose, Kontraktionsalkalose, Milch-Alkali-Syndrom, Leberinsuffizienz
- **Subtraktionsalkalosen:** Magensaftverlust, kaliopenische Alkalose (Alkoholismus, Laxanzienabusus, Malabsorption, Kalium-Verlustniere, Kortikoide), Diuretika, endokrin bedingte Alkalose (z. B. Conn-Syndrom, sek. Hyperaldosteronismus)

Pathophysiologie

Die respiratorische Kompensation der metabolischen Alkalose ist nie vollständig. Außerdem sind der kompensatorischen Einschränkung der Ventilation Grenzen durch die Gefährdung der Sauerstoffversorgung gesetzt. Allerdings verbessert die Atmung von reinem Sauerstoff zur Verminderung der pO_2-Abnahme die Kompensation nicht; demnach sind noch unbekannte Faktoren im Spiel.

Der erwartete pCO_2 bei metabolischer Alkalose beträgt:

$pCO_2 = 0{,}7 \times (HCO_3^-) + 20\ (+/- 1{,}5)$

Eine leichte metabolische Alkalose mit pH-Werten um 7,5 ist häufig symptomlos. Werte über 7,6 führen zu HRST und tetanischen Krämpfen. Die Sauerstoffversorgung wird durch Zunahme der Affinität des Hämoglobins verschlechtert.

Respiratorische Alkalose

Definition

Die respiratorische Alkalose ist ein Zustand, der durch gesteigerte Abgabe von Kohlendioxid gekennzeichnet ist. Der pCO_2 ist niedrig, der pH > 7,44, Bikarbonatkonzentration und BE zunächst normal.

Ursachen

Wichtigste Ursachen sind
- direkte Reizung des Atemzentrums durch emotionale Hyperventilation, Schwangerschaft, Enzephalitis, Meningitis, SHT, Salizylatüberdosierung, bakterielle Toxine, Leberzirrhose, portocavale Anastomose,
- reflektorische Reizung des Atemzentrums durch erniedrigten pO_2, Lungenfibrose, Lungenstauung, Lobärpneumonie, Atelektase, kongenitales Vitium und mechanische Überbeatmung.

Pathophysiologie

Die respiratorische Alkalose ist prinzipiell eine besonders gefährliche Säure-Basen-Störung, da
1. der Organismus gegen Alkalosen schlechter geschützt ist als gegen Azidosen (Sauerstoffaffinität des Hb) und
2. sich respiratorische Störungen infolge des hohen Penetrationsvermögens von Kohlendioxid schneller und stärker auf den intrazellulären Raum auswirken als metabolische Veränderungen.

Leichte Abweichungen bis zu einem pH von 7,5 und einem pCO_2 von 30 mmHg bleiben im Allgemeinen symptomlos. Ab einem pH von 7,6 und einem pCO_2 von 20 mmHg liegt eine sehr hohe Gefährdung vor, zum einen durch eine Abnahme der Hirndurchblutung, zum anderen durch eine Erhöhung der neuromuskulären Erregbarkeit.

Die Kompensation der respiratorischen Alkalose besteht aus einer Mehrausscheidung von Bikarbonat durch die Nieren. Wird nun der pCO_2 nach mehrtägiger Erniedrigung plötzlich korrigiert (z. B. durch Beatmung), so resultiert das Bild einer metabolischen Azidose (posthypokapnische Azidose), die allerdings harmloser ist als ihr Pendant, die posthyperkapnische Alkalose.

8.1.12 Diagnostik und Therapie bei Störungen des Säure-Basen-Gleichgewichts

Interpretation der Blutgasanalyse

Bei der Interpretation der Blutgasanalyse wird schrittweise vorgegangen: Zunächst betrachtet man den pH-Wert:
- Ist der pH-Wert erniedrigt (< 7,35), liegt eine Azidose vor.
- Ist der pH-Wert erhöht (> 7,45), handelt es sich um eine Alkalose.

Befindet sich der pH-Wert im Normbereich, liegt (unabhängig von den anderen Parametern) definitionsgemäß keine Azidose oder Alkalose vor.

Als Nächstes betrachtet man den pCO_2. Ist er verändert, handelt es sich um eine respiratorische Störung.

Schließlich besieht man den Baseexcess. Eine Abweichung vom Normwert charakterisiert die metabolische Störung. Sind sowohl pCO_2 als auch BE verändert, handelt es sich um eine kompensierte (oder kombinierte) Störung, wobei die ursächliche Störung die größere Veränderung hervorruft und die Richtung der pH-Wert-Verschiebung bestimmt (▶ Abb. 8.15).

Ob eine Blutgasanalyse bei 37 °C (Alpha-stat) oder bei Patiententemperatur (pH-stat) beurteilt werden sollte, ist weiterhin Gegenstand von Forschungen und hängt wahrscheinlich von der Klinik des Patienten ab.

Therapie

Zunächst muss eine Therapie der Ursache der jeweiligen Störung erfolgen, die eine weitere Therapie oftmals erübrigt.

Therapie der metabolischen Azidose

Zwei Puffersubstanzen stehen zur Wahl: Natriumbikarbonat und Trometamol (THAM). Der Einsatz von Natriumbikarbonat ist nur durch eine Kontraindikation gegen Natriumzufuhr beschränkt (Ödemneigung, Herzinsuffizienz, Lungenödem, Eklampsie, Hypernatriämie). Kontraindikationen von Trometamol sind respiratorische Insuffizienz ohne mechanische Ventilation (Atemdepression) und Oligurie oder Anurie wegen der renalen Elimination.

Der Basenbedarf berechnet sich wie folgt:

Basenbedarf (mmol) = neg. Basenabweichung (mmol/l) × 0,3 × kgKG

Der Faktor 0,3 entsteht durch die Größe des Extrazellulärraumes, der ca. 30 % des Körpergewichtes beträgt.

Therapie der metabolischen Alkalose

Der Säurebedarf berechnet sich wie folgt:

Säurebedarf (mmol) = pos. Basenabweichung (mmol/l) × 0,3 × kgKG

Die Säurezufuhr erfolgt mittels Salzsäure oder Lysinhydrochlorid, wobei während der Infusion auf eine Hyperkaliämie geachtet werden muss.

Bei der Behandlung der metabolischen Alkalose müssen auf jeden Fall die Defizite an Cl^- und K^+ ausgeglichen werden, um die renale Kompensation zu erleichtern.

Therapie der respiratorischen Azidose und der respiratorischen Alkalose

Bei der respiratorischen Azidose zielt die Behandlung auf eine Verbesserung der alveolären Ventilation.

Die respiratorische Alkalose wird mit Rückatmung bzw. kontrollierter Beatmung behandelt.

Lernaufgabe

Nehmen Sie die Blutgasanalysen Ihrer Patienten und versuchen Sie, die Veränderungen zu klassifizieren. Wie würden Sie diese therapieren?

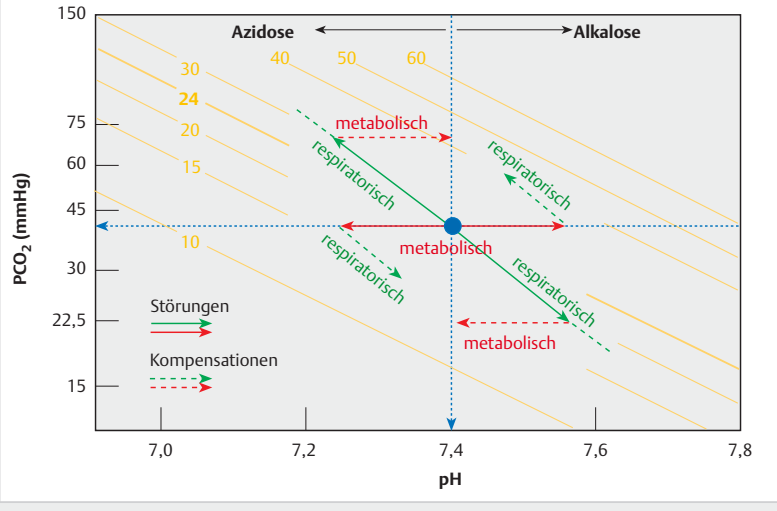


Abb. 8.15 Störungen des Säure-Basen-Haushaltes und ihre Kompensation. Ausgehend vom Normalwert (blauer Punkt) verlaufen respiratorische Störungen entlang der grünen Pfeile, metabolische entlang der roten Pfeile. Eine Kompensation (gestrichelte Pfeile) zielt immer auf die Normierung des pH-Wertes. (Klinke u. Silbernagl 2000)

8.2 Klinische und apparative Überwachung der Atmung

Kurt Grey

Kritisch erkrankte bzw. verunfallte Patienten bedürfen häufig einer intensivtherapeutischen Unterstützung der Atmung. Neben den verschiedensten Beatmungsverfahren und unterschiedlichen pflegetherapeutischen Maßnahmen hat auch die klinische und apparative Überwachung einen besonderen Stellenwert in der Versorgung dieser Klientel.

8.2.1 Klinische Überwachung

Die klinische Überwachung der Atmung eines Patienten umfasst nicht die Atmung allein. Vielmehr steht hier das Gesamtsystem Mensch in seiner körperlichen und emotional/psychischen Integrität im Vordergrund. Reduktion auf einen Parameter kann nicht nur diagnostisch, sondern auch therapeutisch zu Fehlern führen. Wachsame Sinne und ihr Einsatz beim Umgang mit dem Patienten ergeben ein zusammenhängendes Bild, das zu einem Verständnis für aktuelle Vorgänge im Patienten führt. Der Einsatz der Technik ist ein zusätzliches Hilfsmittel zur Ergänzung dieses Bildes und kein Ersatz für das, was Pflegende mit den Augen, Ohren, der Nase und ihren Händen beobachten können. Mensch und Technik werden also nie isoliert, sondern ausschließlich im sinnvollen Zusammenhang betrachtet.

Fallbeispiel

Der Herzfrequenz-Alarm ertönt bei Herrn Schiemann. Er wurde vor 4 Stunden wegen einer beidseitigen Pneumonie auf der Intensivstation aufgenommen. Nach Betreten des Zimmers und Quittieren des Alarms geht der Blick sofort (!) zu Herrn Schiemann. Er sitzt aufrecht im Bett. Seine Atmung ist sehr schnell und flach. Er wirkt nach Ansprache merkwürdig entrückt. Seine Haut ist blass und kaltschweißig, die Lippen blau. Der gemessene Blutdruck liegt bei 70/30. Die Pulsoxymetrie zeigt Werte um 83 %.

Die Symptome sind deutliche Dekompensationszeichen einer respiratorischen Insuffizienz. Mehrere Organe bzw. Organsysteme von Herrn Schiemann versuchen den Mangel an Sauerstoff und den Überschuss an Kohlendioxid auszugleichen. Das Monitoring des Patienten im Vorfeld der Dekompensation ist daher von entscheidender Bedeutung, um das Versagen dieser Kompensationsmechanismen rechtzeitig zu erkennen und therapeutisch abzufangen.

Atemmechanik, Atemtypen

Die normale Atmung (Eupnoe) kann durch verschiedene Ursachen gestört sein, wobei Änderungen von Atemfrequenz, -qualität oder -rhythmus selten isoliert auftreten. Kombinationen pathologisch veränderter Atemmechaniken sind z. T. kompensatorische, reflexgesteuerte Antworten des Körpers auf eine respiratorische Insuffizienz. So führt eine Erniedrigung der Compliance zu einer Tachypnoe (AF > 20/min) bei gleichzeitig verringertem Atemzugvolumen (Ökonomisierung des Sauerstoffverbrauchs, Atemarbeit ↓). Andererseits zeigt sich bei Erhöhung des Atemwegswiderstandes (Resistance) eine Bradypnoe mit tiefen Atemzügen.

Atemmechanische Änderungen

Abweichend von einer Eupnoe (AF = 16–20/min) gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher Atemtypen mit pathologischem Hintergrund. Sie sind häufig gekennzeichnet durch eine Dyspnoe, also einer mit subjektiver Atemnot einhergehenden Erschwerung der Atemtätigkeit. Die Atemarbeit ist dabei i. d. R. durch eine respiratorische Insuffizienz stark erhöht. Hervorzuheben ist in dieser Definition die Kombination eines empfindungsorientierten mit einem physiologischen, organbezogenem Faktor! Die Empfindung des Menschen ist zumeist eindeutig: Er hat Angst und er fühlt Panik.

Ursachen von Dyspnoe nach Lokalisation und Ätiologie sind in ▶ Tab. 8.7 zusammengefasst.

Praxistipp

Die Beobachtung der Atemmechanik und die Diagnose eines Atemtyps erfordern Zeit. Bei Ausschaltung störender Nebengeräusche (z. B. brodelndes Kondenswasser im Beatmungssystem, Alarme, Flurgeräusche) entsteht zusätzlich die Ruhe, parallel Atemgeräusche zu hören und ein Gesamtbild von Mensch und Technik zu erfassen.

Atemtypen können bzgl. ihrer Ursache auch unspezifischen Charakter haben wie Bradypnoe und Tachypnoe oder aber einen vital bedrohlichen Zustand kennzeichnen (Apnoe oder Schnappatmung). Die verschiedenen Atemtypen sind in ▶ Tab. 8.8 erläutert.

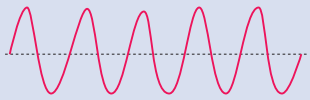
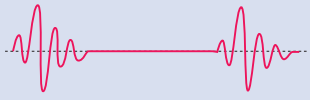
Beatmungsinduzierte Veränderungen

Auch Beatmungssituationen induzieren pathologische Atemtypen, die u. a. durch inadäquate Respiratoreinstellungen hervorgerufen werden können. Nicht selten treten sie im Weaning auf, wenn zu „strenge" Respiratoreinstellung zwecks (übertriebenem) Trainings der Atemmuskulatur beim erwachenden Patienten (Stress/Angst) und noch inadäquater Lungenfunktion (Atrophie inspiratorischer Muskulatur nach Langzeitbeatmung/verbrauchte Glykogenspeicher) zu Luftnot führen.

Tab. 8.7 Ursachen von Dyspnoe nach Lokalisation und Ätiologie.

Ursachen	Beispiele
pulmonale Genese	• Erhöhung der Resistance • Erniedrigung der Compliance und/oder der FRC • verminderte Lungendurchblutung • mechanische Behinderungen der Atmung
kardiale Genese	• Erniedrigung der linksventrikulären Funktion • intrakardiale Shunts
extrathorakale Genese	• pharmakologisch (Relaxansüberhang) • neurologisch: ◦ peripher (Entzündungen, Myastenia gravis) ◦ zentralnervös (Schädigung des Atemzentrums) • metabolisch (Hyperventilation bei Azidose) • hämatologisch (Anämie, Blutung, Hämolyse) • psychogen (Angst, Stress) • kompensatorisch (körperliche (Über-)Anstrengung) • habituell (Zwerchfellhochstand bei Adipositas im Liegen)

Tab. 8.8 Atemtypen und zugrunde liegende Ursachen.

Atemtyp	Ursachen
Eupnoe	
• normale Atmung • AF 16–20/min (Erwachsene)	• leichte Tätigkeit; Körper in Ruhe oder entspannt
Tachypnoe	
• beschleunigte Atmung • Frequenz 20- z. T. > 100/min	• s. ▶ Tab. 8.7, da Tachypnoe und Dyspnoe i. d. R. zusammentreffen • Normal bei erhöhtem O_2-Bedarf und CO_2-Produktion
Bradypnoe	
• verlangsamte Atmung • Frequenz ≤ 12/min	• tiefer Schlaf; Meditation • entzündliche oder mechanische Schädigung des Atemzentrums • pharmakologisch: Opiate; Hypnotika; Benzodiazepine; Schleifendiuretika (metabolische Alkalose durch Kaliumverluste) • metabolisch: Coma diabeticum
Orthopnoe	
• Dyspnoe, die den Patienten in eine aufrechte Haltung zwingt	• reflexartige Körperstellung, um maximale Ausdehnung des Diaphragmas nach unten und der Rippen nach oben/vorne zu ermöglichen. Folge: Ausnutzung/ Erhöhung der FRC
Apnoe	
• Atemstillstand • sofortiges Eingreifen nötig!	• Apnoe mit Herzkreislauffunktion deutet auf Lähmung des Atemzentrums, der Atemmuskulatur (Opiate; Muskelrelaxanzien) oder auf komplette Verlegung der Atemwege hin • Apnoe mit Herzkreislaufstillstand i. d. R. bedingt durch zentrale Hypoxie
Schnappatmung	
präfinales „fischmundartiges“ Bewegungsmuster der Lippen begleitet von langen Atempausen	sofortige Reanimationsmaßnahmen einleiten! Begleitung des Patienten beim unabwendbarem Sterben
Hyper-, Hypoventilation	
• Atmungssituation, bei der über die Frequenz die CO_2-Atmung grösser bzw. kleiner ist als die CO_2-Produktion	• ausschließlich über den pCO_2 definiert • Cave: bei Hyperventilationstetanie (Pfötchenstellung) Pseudohypokalzämie möglich (Ca^{++}-Bindung an Plasmaproteine) • Hyperventilation: O_2-Mangel; psychogen • Hypoventilation: Schonatmung (Schmerz); Störung nervaler oder muskulärer Funktion der Atmung
Kussmaul-Atmung	
• AZV stark erhöht • normofrequent bis bradypnoeisch 	• kompensatorisches Atemmuster (Erniedrigung des relativen Totraumanteils führt zur vermehrten Abatmung von CO_2 und damit zur Abgabe saurer Valenzen) • metabolische Azidosen bei Coma diabeticum od. Coma uraemicum • häufig mit Somnolenz oder Bewusstlosigkeit verbunden
Cheyne-Stokes-Atmung	
• von Pausen durchbrochenes Atemmuster mit bis zu einem Gipfel ansteigendem Atemzugvolumen und darauf folgender Abflachung bis zur erneuten Pause 	• das Atemzentrum zeigt eine verringerte Sensitivität auf den pCO_2; nur stark erhöhte pCO_2-Werte führen zur Erregung atemregulatorischer Neurone • zentralnervös lokalisierte Infektionen (Meningitis, Enzephalitis) • toxikologisch (Urämie, exogen) • Herzinsuffizienz, Apoplex
Biot-Atmung	
• tiefe Atemzüge werden von plötzlich auftretenden Pausen unterbrochen • **direkte** Schädigung des Atemzentrums 	• Atemregulation über Schwankungen des pO_2 • keine Sensitivität mehr für den pCO_2 • Hirnverletzungen, Meningoenzephalitis • erhöhter intrakranieller Druck (Blutung, Entzündung, Ödem)

Tab. 8.8 Fortsetzung

Atemtyp	Ursachen
Inverse Atmung	
• durch maximale Kontraktionen des Diaphragmas kommt es während der Inspiration zu einer Vorwölbung des Abdomens und zur Abflachung des Thorax • kein Atemgeräusch!	• kompensatorische Atembewegung bei Verlegung der Atemwege (Fremdkörper; Laryngospasmus; Schwellung im Kehlkopfbereich) • durch Reizung bei der Extubation hervorgerufene Schwellung. Sofortige Reintubation notwendig
Paradoxe Atmung	
• koordinierte Atembewegung von Thorax und Diaphragma in In- und Exspiration teilweise oder ganz aufgehoben	• einseitige Rippenserienfrakturen: Einziehung der erkrankten Thorax-Hälfte in der Inspiration und Vorwölbung in der Exspiration. Folge: Pendelluft mit konsekutiver Hypoxämie und Hyperkapnie • bei Phrenicuslähmung in der Inspiration Anhebung der gelähmten Seite. Folge: Minderbelüftung
Schaukelatmung	
• Form der paradoxen Atmung (Syn. „Czerny-Atmung“)	• bei muskulärer Erschöpfung des Diaphragmas • der negative pleurale Druck führt jetzt zur Einziehung des Abdomens in der In- statt in der Exspiration. Folge: drohende Erschöpfung der Atempumpe • gebührt besondere Beachtung bei Vorliegen einer respiratorischen Insuffizienz, im Weaning und nach der Extubation!
Atemhilfsmuskulatur	
• deutliches Hervortreten der Mm. scaleni, sternocleidomastoideus und pectoralis	• u. a. bei dekompensiertem Lungenemphysem; Status asthmaticus • kann unterstützt werden, wenn Schultergürtel durch Auflegen der Arme auf Kissen gehoben und fixiert wird
Obesitas Hypoventilationssyndrom (Früher: Pickwick-Syndrom)	
• „Syndrom der Adipösen“ • häufig begleitet von Somnolenz oder anfallsweise auftretenden Schlafzuständen	• durch massive Fettablagerungen im Lungenbereich kommt es zur alveolären Hypoventilation mit Hypoxämie, Hyperkapnie und respiratorischer Azidose (S. 169)
Schlafapnoesyndrom	
• Atemstörungen, die während des Schlafes auftreten • als „Undine-Syndrom“ bei Störungen im Hirnstamm od. oberen Halsmarkbereich	• peripher obstruktiv durch Verlegung der oberen Atemwege bei Erschlaffung der Schlundmuskulatur • Störung des zentralen Atemantriebes im Schlaf

Lernaufgabe

Jeder Pflegende sollte sich mal einen Tubus in den Mund stecken und ausschließlich durch ihn atmen. Nach mind. 20 Kniebeugen oder schnellem Treppenlaufen über 2 Etagen kann dann eine erneute Bewertung der Atmungssituation eines intubierten Patienten im Atemtraining vorgenommen werden.

Die Beatmung eines Menschen kann auch zur Maskierung atemmechanischer Veränderungen führen. Sie werden erst bei wieder einsetzender Spontanatmung sichtbar (Cheyne-Stokes-Atmung/Biot-Atmung).

Atemgeräusche und Atemgerüche

Die Auskultation ermöglicht die Beurteilung der Belüftungsverhältnisse einzelner Lungenabschnitte (regionale Verschleimung, Lage des Patienten, allgemeine Obstruktion der Atemwege, Fehlintubation?). Die Maßnahme sollte sowohl bei der Übernahme des Patienten als auch nach jeder Manipulation am Tubus (Tubusmobilisation, Lagekorrektur) durchgeführt werden. Ein isoliertes Auskultieren der oberen Lungenlappen parasternal kann zu Fehlinterpretationen führen, da rechtsseitige Strömungsgeräusche über das Stethoskop auch links wahrgenommen werden können. Ein zu tief liegender Tubus rutscht wegen der Winkelverhältnisse an der Trachea-Bifurkation i. d. R. in den rechten Hauptbronchus (rechts 25° flach/links 45° steil). Linksseitig sind dann keine Atemgeräusche auskultierbar.

Merke

Bei Kindern ist wegen des gleichwinkligen Abgangs beider Hauptbronchien (ca. 55°) eine isolierte rechts- wie linksseitige Tubuslage möglich.

Intubationen überbrücken eventuelle pathologische Atemgeräusche im Rachen- und Tracheabereich. Es entstehen neue Geräusche bei Cuff-Undichtigkeiten oder Kondenswasserverwirbelungen im Beatmungssystem. Cuff-Undichtigkeiten bergen die Gefahr einer Aspiration des Rachensekretes und damit die Gefahr einer Pneumonie. Turbulenzen in der strömenden Luft und Verengungen des Schlauchdurchmessers (Resistance des Schlauchsystems steigt!) können bei konstanter Respiratoreinstellung applizierte Volumina senken oder zu überhöhten Beatmungsdrücken führen.

Merke

Auch Hände können Strömungen „fühlen“, da starke Turbulenzen in den Bronchialwegen als Vibrationen über die Haut weitergegeben werden.

▸ Tab. 8.9 gibt einen Überblick über Strömungsgeräusche der Atemwege.

Husten

Husten zählt zwangsläufig auch zu den Atemgeräuschen. Unterschieden werden:
- chronischer Husten (z. B. Emphysematiker)
- akuter Husten (z. B. Pneumonie)

Tab. 8.9 Strömungsgeräusche der oberen und unteren Atemwege.

Geräusch	Ursachen
obere Atemwege	
Schnarchen	• Erschlaffung der Schlundmuskulatur
Gurgeln	• Flüssigkeitsansammlung im Rachenraum (Aspirationsgefahr)
Stridor: inspiratorisch	• Verlegung der Luftwege durch Fremdkörper • Schwellung des Kehlkopfes (Laryngospasmus; Glottisödem)
untere Luftwege	
Stridor: exspiratorisch	• Giemen, Pfeifen oder Brummen durch einen Spasmus der oberen Luftwege (Asthma bronchiale, chronische Bronchitis) in Verbindung mit zähflüssigem Schleim • sog. langdauernde (250 ms) „trockene Rasselgeräusche“
feuchte Rasselgeräusche	• infolge von Ansammlungen dünnflüssiger Sekrete entstehen Verwirbelungen im Bronchiolen- bis Alveolarbereich • nur auskultatorisch mit dem Stethoskop diagnostizierbar • bei dekompensierter Herzinsuffizienz mit Lungenödem oder Lungenembolie schaumig blutiges Sputum möglich

Unproduktiv ist Husten dann, wenn er persistiert und nicht zu Auswurf führt. In der Regel liegen Reizungen im Rachenbereich (Austrocknung, Fremdkörper, Entzündung?) oder der Trachea vor (Schleimhautreizung durch den Tubus-Cuff, Verletzungen durch aggressives bronchiales Absaugen?).

Atemgeruch

Der Geruch des Atems gibt Hinweise auf metabolische oder traumatisch-mechanische Veränderungen im Organismus oder der Lunge allein, z. B.:

- saurer, apfelartiger Azetongeruch bei Coma diabeticum
- Ammoniakgeruch bei Lebererkrankungen
- Geruch von Verwesung und Fäulnis bei Zersetzungsprozessen in der Lunge (Karzinom) oder auch bei nekrotisierenden Schleimhautschäden durch aggressive Cuff-Blockung

Atmung und Monitoring nicht respiratorischer Organsysteme

Die pathologische Veränderung der respiratorischen Funktion führt zu reflektorischen Antworten weiterer Organsysteme. Einer Hypoxämie ($p_aO_2 \leq 60$ mmHg mit O_2-Maske) und Hyperkapnie ($p_aCO_2 \geq 55$ mmHg) folgen initial kompensatorische Antworten des ZNS (Atemfrequenz, Atemtiefe), des Herz-Kreislaufsystems (HF, RR) und der Haut (Blässe, Kaltschweißigkeit). Ziel dieser kompensatorischen Mechanismen ist die Aufrechterhaltung der Sauerstoffversorgung der Organe. Aus zunehmender Progredienz respiratorischer Dysfunktion resultiert ein Versagen der Körperfunktionen mit typischer Schocksymptomatik.

► **Körpertemperatur.** Eine erhöhte Körpertemperatur führt, zentralnervös gesteuert, zu einem Anstieg von Atemfrequenz und Atemtiefe. Bei bestehender respiratorischer Insuffizienz können daher Überlastung und Dekompensation der Atmungsorgane eintreten.

► **Gastrointestinaltrakt.** Die Funktionstüchtigkeit des Gastrointestinaltraktes steht in direktem Zusammenhang zur Atmungsfunktion. Aspiration bei Hypersalivation, Erbrechen und Schluckstörungen sowie aufsteigende Keime können Pneumonien verursachen. Darmatonie, Obstipation und Blähung des Abdomens verkleinern den Thoraxraum durch Verschiebung des Diaphragmas nach kranial, woraus eine erschwerte Ventilation mit Verkleinerung der funktionellen Residualkapazität resultiert.

Ähnliche Auswirkungen hat eine falsche Körperposition im Bett (Knick in der Taille und nicht in der Hüfte). Diese Position drängt ebenfalls die Abdominalorgane gegen das Diaphragma.

8.2.2 Apparatives Monitoring

Pulsoxymetrie

Definition

Die Pulsoxymetrie ist ein fotometrisches Messverfahren zur indirekten Bestimmung des Sauerstoffgehaltes im arterialisierten Blut.

Eine Leuchtdiode sendet Licht durch Gewebe, von dem ein Teil absorbiert wird. Die Lichtmenge, die wieder aus dem Gewebe heraustritt, wird von einem Messsensor erfasst und im Vergleich mit der ausgestrahlten Lichtmenge zur Sättigung umgerechnet. Dieser Messung liegen die unterschiedlichen Absorptionseigenschaften von oxygeniertem (HbO_2) und desoxygeniertem (Hb) Hämoglobin im roten (bei 660 nm maximaler Absorptionsunterschied von HbO_2 und Hb) und infrarotem (bei 990 nm für HbO_2 und Hb gleich) Spektralbereich zugrunde. Nach Abzug der Hintergrundabsorption (Gewebe, venöses Blut, Knochen, Pigmente) ergibt sich ein Absorptionsverhältnis von Hb und HbO_2 im arterialisierten Blut der Pulswelle, das in % Sättigung des Hämoglobins mit O_2 umgerechnet werden kann:

$$S_aO_2 = \frac{HbO_2}{HbO_2 + Hb}$$

Die Sauerstoffsättigung gibt also den Anteil des mit Sauerstoff beladenen Hämoglobins zum Gesamthämoglobin wieder. Der Normwert liegt bei 97 %. Physiologische pulmonale Shunts führen zur geringen Beimischung von venösem zu arteriellem Blut, sodass im Normalfall 100 % nicht erreicht werden.

► **Fraktionelle Sättigung.** Neben Hb und HbO_2 können noch andere Hb-Fraktionen wie Met-Hb (oxidiertes Fe^{3+} der Häm-Gruppe bindet kein O_2) und CO-Hb (mit Kohlenmonoxid CO beladenes Hämoglobin) vorhanden sein. Beide Fraktionen zeigen entweder eine äußerst geringe (CO-Hb) oder gar keine (Met-Hb) Bindungsaffinität zum Sauerstoff. Erhöhte Met-Hb-Werte sind entweder angeboren (Methämoglobinämie) oder entstehen durch hochdosierte Zufuhr von Nitraten, Nitroglyzerin und Sulfonamiden. Physiologisch sind sie erhöht bei Früh- und Neugeborenen. CO-Hb ist z. B. signifikant erhöht bei Rauchgasintoxikationen. Der tatsächliche Anteil oxygenierbaren Hämoglobins kann also beträchtlich schwanken. Einzelne Hb-Fraktionen können nur von BGA-Geräten mit CO-Oxymetern erfasst werden.

► **Partielle Sättigung.** Pulsoxymeter unterscheiden nur zwischen Hb und HbO_2. Anteile von Met-Hb und CO-Hb im Gesamthämoglobin werden nicht berücksichtigt. Dies führt zu falsch hohen Messergebnissen.

Hämoglopinopathien, wie z. B. die Thalassämie, zeigen Fehlbildungen im Strukturprotein des Hämoglobins. Daraus resultiert häufig eine verminderte O_2-Transportkapazität.

Ein tatsächlich erheblicher Mangel an oxygenierbarem Hb muss bei der Interpretation gemessener S_aO_2-Werte berücksichtigt werden.

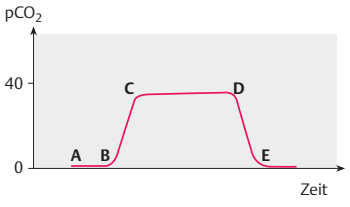
Aussagen der Fotometrie

Die O_2-Sättigung des Blutes ist eine Funktion des arteriellen Sauerstoffpartialdruckes (p_aO_2, s. Kap. „Gastransport im Blut zum Gewebe“ (S. 164) und ▶ Abb. 8.12). Bei normalem p_aO_2 (75–105 mmHg) im arterialisierten Blut der Lunge ist Hämoglobin maximal mit Sauerstoff beladen, d. h. zu ca. 97 % gesättigt. Dies entspricht einem Sauerstoffgehalt von 13,6 ml Sauerstoff/100 ml Blut. Geringe Schwankungen des p_aO_2 im Lungenstromgebiet beeinflussen die Sättigung nur wenig. Im Kapillargebiet sinkt der p_aO_2 deutlich. Sauerstoff verliert bei geringeren p_aO_2-Werten im Gewebe rasch seine Bindungsaffinität zum Hämoglobin und wird leicht an die Zellen abgegeben.

Eine scheinbar noch hohe arterielle Sauerstoffsättigung von 93 % bedeutet aber auch, dass nur noch ein p_aO_2 von ca. 70 mmHg vorliegt. Bei Sättigungswerten < 93 % sinkt der korrespondierende p_aO_2 weiter stark ab (Hypoxämie).

Merke

Ab 93 % abwärts sind kleine Senkungen der Sättigung mit hohen Abfällen des p_aO_2 und damit des O_2-Gehaltes verbunden und bedeuten eine Hypoxämie!



A	Rückkehr zum Leerwert
AB	Initialphase der Expiration mit CO_2-freiem Totraumgas aus der Trachea
B	Beginn des CO_2-Anstiegs nach Aufsteigen und Durchmischen des Ausatemgases mit dem Totraumgas
CD	Plateau-Phase
D	Endexpiratorischer Maximalwert (beste Näherung an den alveolären und arteriellen Wert)
DE	Beginn der Inspiration CO_2-freien Gases mit sofortigem CO_2-Abfall
E	Ausgangswert

Abb. 8.16 Normales Kapnogramm.

Die Sauerstoffsättigung gibt indirekt den Sauerstoffgehalt im arterialisierten Blut bei einem gegebenen p_aO_2 wieder und der O_2-Gehalt ist der entscheidende Parameter für die Gewebeversorgung. Niedrige Hb-Konzentrationen (Anämie) reduzieren den zur Verfügung stehenden Sauerstoffgehalt. An der Sättigung ist dies nicht erkennbar. Unter Umständen wird ein Sättigungsnormalwert angezeigt, obwohl der Sauerstoffgehalt für eine ausreichende Versorgung der Gewebe nicht mehr ausreicht.

Fieber, Azidose, Hyperkapnie und erhöhte 2,3-DPG-Werte (Rechtsverschiebung der Sauerstoffbindungskurve) reduzieren die Bindungsaffinität des Sauerstoffs zum Hämoglobin. Rechtsverschiebungen sind u. U. nicht direkt am Sättigungswert ablesbar. Bei Rechtsverschiebungen ist die Abgabe von Sauerstoff an Gewebe erleichtert, um bei einem erhöhten Stoffwechsel und O_2-Bedarf ausreichend Sauerstoff zur Verfügung zu stellen. Bei Progredienz der Verschiebung ist die Aufnahme von Sauerstoff in der Lunge und damit der Gesamtsauerstoffgehalt des arterialisierten Blutes aber vermindert.

Hypothermie, Alkalose, Hypokapnie und erniedrigte 2,3-DPG-Werte (Linksverschiebung der Sauerstoffbindungskurve) erhöhen wiederum die Bindungsaffinität des Sauerstoffs zum Hämoglobin. Es wird weniger Sauerstoff an das Gewebe abgegeben.

So können „beruhigende“ Sättigungsnormwerte vorgetäuscht werden, obwohl bereits eine Minderversorgung des Gewebes mit Sauerstoff vorliegt (u. a. zu erkennen am erhöhten Laktatwert im Blut als Zeichen der anaeroben Glykolyse bei O_2-Mangel im Gewebe).

Fotometrieverfahren: Transmissions- und Reflexionsfotometrie

Je nach technischem Verfahren unterscheidet man Transmissions- und Reflexionsfotometrie: Bei der **Transmissionsfotometrie** befinden sich Leuchtdiode und Messsensor auf gegenüberliegenden Seiten einer Körperstruktur (z. B. Finger oder Ohrläppchen). Das Licht der Diode muss zunächst das Gewebe durchdringen. Dann wird das nicht absorbierte Licht vom Sensor aufgefangen und zu einer Sättigung umgerechnet. Gemessen wird hier die Sättigung des **arterialisierten** Blutes.

Bei der **Reflexionsfotometrie** liegen Leuchtdiode und Sensor auf der gleichen Seite der Stirn. Ein LED emittiert Licht verschiedener Wellenlängen. Dieses Licht dringt zum einen durch das äußere Kopfgewebe (Haut, Schädelkalotte) und ca. 25 mm in den Frontalkortex ein. Das Licht wird reflektiert und von mind. 2 Sensoren gemessen. Aufgrund des Reflexionsverhaltens wird das vom äußeren Kopfgewebe reflektierte Licht auf einen nahen und das vom Kortex reflektierte Licht auf einen weiter entfernt gelegenen Sensor zurückgestrahlt. Auf diese Weise kann das vom Gewebe absorbierte Licht vom gesamten absorbierten Licht (Gewebe und Kortex) subtrahiert werden und man erhält den vom Kortex alleine absorbierten Anteil.

In den durchstrahlten Kortexanteilen befindet sich zu 75–85 % venöses Blut. Gemessen wird also die zerebral **venöse** SO_2 im Frontalkortex. Der Normalwert bei Gesunden liegt bei 71 +/- 6 % (im systemischen Blut 75 %). Beeinflusst wird dieser Normalwert allerdings vom Alter, Body-Mass-Index, Hb-Gehalt und kardialer Funktion (je niedriger die EF-Fraktion des linken Ventrikels, desto niedriger die zerebrale SO_2). Die Einsatzmöglichkeiten der Reflexionsfotometrie sind in ▶ Tab. 8.10 zusammengefasst.

Es gibt Hinweise darauf, dass eine postoperative kognitive Dysfunktion (POCD) sowie ein postoperatives Delir (POD) mit einem perioperativen Abfall der zerebral venösen Sättigung im Zusammenhang stehen. Für die Interpretation der zerebralen Sättigung muss der absolut gemessene Wert aber mit der Klinik des Patienten in Einklang gebracht werden, weil es zu viele beeinflussende „Störgrößen“ geben kann: Regional unterschiedliche Durchblutungssituation im Gehirn, zerebraler Perfusionsdruck, pCO_2, Hb-Gehalt, kardiale Funktion, Einfluss regionaler Ödeme bei SHT.

Tab. 8.10 Einsatzmöglichkeiten der Reflexionsfotometrie

Anästhesie	• Sedierungstiefe • pCO_2: erhöhter Vasotonus bei erniedrigtem p_aCO_2 mit konsekutivem Abfall der zerebralen SO_2 • Hb-Abfall mit Abschätzung eines Transfusionsbedarfs
Gefäßchirurgie	• TEA der A. carotis: Sättigungsverlauf in der Abklemmzeit
Herzchirurgie	• Überwachung der Effektivität der selektiven zerebralen Perfusion bei OPs in tiefer Hypothermie
Neurologie	• Outcome bei SHT in Abhängigkeit von der zerebral venösen Sättigung

Pulsoxymetrie im klinischen Alltag

Im Gegensatz zur Blutgasanalyse und weiteren mit möglichen Komplikationen behafteten invasiven Messmethoden (intravasal) kann die Pulsoxymetrie sofort, kontinuierlich und nicht invasiv gemessen werden. Man erhält schnell einen Ausgangswert (z. B. bei der Aufnahme, nach Intubationen) und Verlaufsdaten, von denen ausgehend im Zusammenhang mit der Klinik des Patienten therapeutisches Handeln bestimmt werden kann. Die Fotometrie hat aber aufgrund vieler Fehlermöglichkeiten häufig nur hinweisenden Charakter, sodass Veränderungen der Sättigung durch eine Blutgasanalyse verifiziert werden müssen. Bei pathologischen Zuständen, die mit Kreislaufzentralisation einhergehen, oder bei peripheren Gefäßerkrankungen sind durch die Minderdurchblutung der Extremitäten oder Akren oft keine Sättigungswerte mehr ableitbar. Hier hilft nur die Beobachtung und klinische Einschätzung des Patientenstatus und/oder die Blutgasanalyse.

Tipps zur Pulsoxymetrie

Zur Umgehensweise bei der Pulsoxymetrie können folgende Tipps hilfreich sein:

- Als Messorte dienen Fingerbeeren, Fußzehen (beide mit größerem Clip) sowie Ohren und Nasenflügel (kleinerer Clip).
- Langanhaltendes Belassen eines Clips am selben Ort erzeugt Druckstellen und Schmerz. Den Messort auch bei sedierten Patienten ca. alle 2 h wechseln. Erhöhtes Bilirubin, Fremdlicht und Nagellack können zur Verfälschung der Messwerte führen (falsch niedrige Werte).
- Gewebeödeme streuen das Licht. Anbringung des Clips möglichst an Ödem freien Körperpartien
- Nur eine ausreichend hohe Messamplitude in der plethysmografischen Darstellung der Pulswelle erlaubt eine aussagefähige Differenzierung von der Hintergrundabsorption und macht den angegebenen Messwert glaubhaft.
- Rechtsherzinsuffizienz und venöse Stauungen durch zu fest fixierte Clips können zur venösen Pulsation führen und einen falsch niedrigen Messwert ergeben.

Kapnometrie und Kapnografie

Wenn Materie verbrennt, entsteht Rauch, griech. „kapnos“. Bei der Verbrennung der Glukose im Zytosol (Zellplasma) und in den Mitochondrien der Zellen entsteht ebenfalls „Rauch“: CO_2. Der „Kamin“ ist die Lunge. Der „Wind“, der den Rauch wegbläst, ist die Ausatemluft.

Definition

Kapnometrie ist die kontinuierliche fotometrische Messung der Kohlendioxidkonzentration in der Ausatemluft (Messwellenlänge: $\lambda = 4\,260$ nm). Die Kapnografie ist der parallel aufgezeichnete pCO_2-Verlauf in der Ausatemluft.

Wesentlich bei der Kapnometrie ist der endtidale (et) Atemluftanteil, da er das aus den Pulmonalarterien in die Alveolen diffundierte CO_2 enthält. Die Maßeinheit ist entweder der Partialdruck pCO_2 (mmHg) oder alternativ der Volumenanteil (Vol%). Als Faustformel für die Umrechnung gilt:

$p_{et}CO_2$ (mmHg) = 7 × CO_2 (Vol%)

Der Normalwert beträgt 3–5 Vol% oder 35–45 mmHg.

Das Kapnogramm (▶ Abb. 8.16) erlaubt Aussagen über

- chronische Lungenerkrankungen,
- den Metabolismus des Patienten,
- die Ventilation,
- die Hämodynamik.

▶ **CO_2-Differenz.** CO_2 diffundiert 23-mal „leichter“ als Sauerstoff aus den Kapillaren in die Alveolen, sodass sich ein Konzentrationsausgleich zwischen Blut und Alveole einstellt. Daher kann der $p_{et}CO_2$ annähernd mit dem p_aCO_2 gleichgesetzt werden. Aufgrund des physiologischen Verhältnisses V/Q von Ventilation (V) zu Perfusion (Q) von 0,8 (alveoläre Ventilation = 4–5 l/min, Herzminutenvolumen = 5 l/min) besteht jedoch eine geringe endexspiratorisch-arterielle CO_2-Differenz von 5 mmHg durch venöse Beimischung in das arterialisierte Blut. Um diese Differenz (p_aCO_2-$p_{et}CO_2 \approx 5$ mmHg) zu bestätigen und Abweichungen davon festzustellen, wird zu Beginn der Kapnometrie und in regelmäßigen Abständen eine vergleichende Blutgasanalyse durchgeführt. Eine Erhöhung dieser Differenz ($p_aCO_2 >> p_{et}CO_2$) spricht für eine erhöhte Totraumventilation durch

- Kapillarkompression (COPD, Überdehnung der Alveolen durch zu hohe Beatmungsdrücke bzw.-volumina) oder durch
- Minderperfusion der Lunge (Embolie, Schock, Hypovolämie, Rechtsherzversagen, Herz-Kreislaufstillstand).

▶ **CO_2-Konzentration und Metabolismus.** Ausgehend von einer normalen endexspiratorisch-arteriellen CO_2-Differenz hängt die tatsächliche CO_2-Produktion des Organismus von seiner Metabolismusrate ab.

Merke

Eine aussagefähige Interpretation der Kapnografie ist nur gegeben

- bei deutlicher Plateauphase am Ende der Exspiration, da nur hier der endtidale annähernd dem arteriellen pCO_2 gleichgesetzt werden kann,
- bei gleichzeitiger Beobachtung des pCO_2-Verlaufs im Trend.

Einen Überblick über Veränderungen im Kurvenverlauf der Kapnografie und seine Ursachen zeigt ▶ Abb. 8.11.

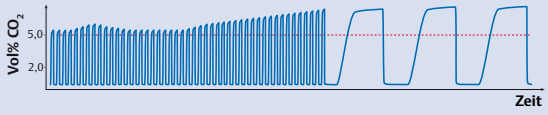
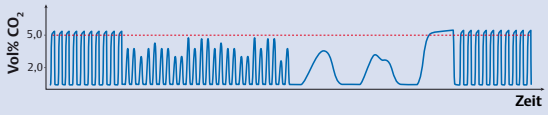
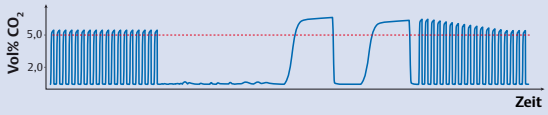
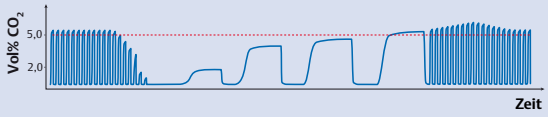
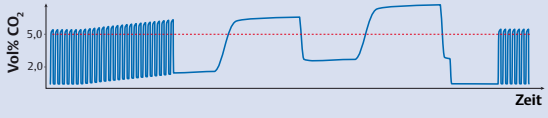
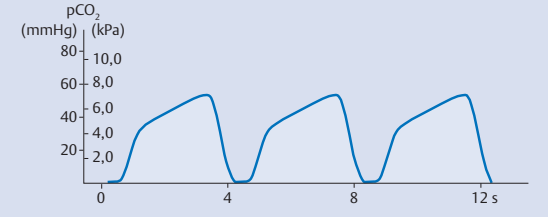
Kapnometrie in der Anästhesie und Intensivmedizin

In der Anästhesie gehört die Kapnometrie und -grafie zum Standardmonitoring, siehe Kap. „Narkosearbeitsplatz“ (S. 688). Sie dient

- der Überwachung des Anästhesieverlaufs,
- der Kontrolle der korrekten trachealen Lage des Tubus,
- der Funktionsprüfung des Kreissystems (Absorberkalk),
- dem Erkennen einer malignen Hyperthermie.

In der Intensivmedizin ist sie noch nicht standardmäßig etabliert. Der Erfassung eines akuten oder kontinuierlich veränderten pCO_2-Wertes folgen daher sofort eine klinische Gesamtbewertung des Patienten sowie eine Überprüfung der Funktionsfähigkeit des Systems Mensch-Tubus-Respirator (▶ Tab. 8.12).

Tab. 8.11 Kapnografie. Zur Interpretation der kapnografisch ermittelten CO_2-Werte ist neben der Beurteilung der Kurvenform auch die Trendanalyse notwendig (n. Rathgeber 2010).

Kurvenverlauf	Erläuterung
	Langsamer CO_2-Anstieg. Ursachen: alveoläre Hypoventilation durch zu niedriges Atemminutenvolumen, erhöhten Metabolismus (maligne Hyperthermie, Abnahme der Narkosetiefe, vermehrte CO_2-Resorption (Laparoskopie)
	Plötzliche Schwankungen in der CO_2-Trendkurve, mangelhaftes Plateau. Ursache: Leckage im Schlauchsystem. Nach Fehlerbeseitigung unauffällige CO_2-Kurven
	Abbruch der CO_2-Kurve. Ursache: z. B. Diskonnektion des Beatmungssystems. Nach Konnektion kurzzeitig erhöhte CO_2-Abatmung durch kumuliertes CO_2.
	Störung der Perfusion. Ursache: z. B. myokardiale Depression, Herzstillstand. Der Erfolg der Reanimationsmaßnahmen zeigt sich in der Detektion von CO_2 in der Exspirationsluft.
	Langsame Verschiebung der Nulllinie. Ursache: Rückatmung von CO_2, z. B. bei fehlendem CO_2-Absorber oder verbrauchtem Atemkalk oder Verwendung ventilloser High-Flow-Narkosesysteme. Nach Behebung der Ursache, z. B. Wechsel des Atemkalks, wieder inspiratorischer Abfall der CO_2.Konzentration auf Null.
	Schräger Verlauf des pCO_2-Plateaus. Ursache: Obstruktive Lungenerkrankungen, exspiratorische Verteilungsstörung bei nicht gleichzeitiger Entleerung von Lungenabschnitten (© Drägerwerk AG & Co. KGaA, Lübeck. Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil darf ohne vorherige schriftliche Genehmigung wiedergegeben, in einem Datensystem gespeichert oder in irgendeiner Form weder elektronisch noch mechanisch, durch Fotokopie, Aufnahme noch durch andere Art übertragen werden).

Tab. 8.12 Veränderungen des $PaCO_2$ und seine Ursachen.

Veränderungen des $PaCO_2$	Ursachen
Metabolismus	• erhöht oder erniedrigt (s. ▶ Tab. 8.11)
Ventilation	• kontinuierlich fallender $p_{et}CO_2$ u. a. bei partieller Tubusverlegung oder Leckagen im Schlauchsystem • plötzlicher Abfall des $p_{et}CO_2$ gegen Null bei Tubusdislokation, kompletter Tubusverlegung (Schleim/Knick) und Diskonnektion des Schlauchsystems • Hyper-/Hypoventilation
Respiratoreinstellung	• V_t bzw. AF zu hoch oder zu niedrig
Hämodynamik	• Lungenperfusion ↑ oder ↓ • Veränderung des Herzminutenvolumens unterschiedlicher Genese

8.2.3 Respiratorisches Monitoring

Das respiratorische Monitoring des beatmeten Patienten lässt sich in 3 Abschnitte untergliedern:

- Kontrollmonitoring
- Abstimmung Mensch – Maschine
- pulmonales Monitoring

Während das „Kontrollmonitoring" tägliche Routinearbeit darstellt, gehört die „Abstimmung Mensch-Maschine" und das „pulmonale Monitoring" zu den Arbeiten, die aktuell durch den Menschen bestimmt werden, der vom Respirator beatmet wird und dessen Lungenmechanik, Oxygenierung und CO_2-Haushalt sich jeder Zeit ändern können.

Merke

Auch ein voll funktionsfähiger Respirator ist nur eine Maschine, die so arbeitet, wie man sie einstellt. Es verändert sich ausschließlich der Mensch. Ein Respirator muss daher so eingestellt sein, dass er diesen Veränderungen gerecht wird und der Patient zufriedenstellend beatmet wird oder zufrieden atmet.

Kontrollmonitoring

Das Kontrollmonitoring umfasst alle Arbeiten am Respirator, die seine volle Funk-

tionsfähigkeit garantieren und maximale Sicherheit für den Patienten bieten. Dazu gehört auch der seitens des Geräteherstellers vorgeschriebene Sicherheitstest nach dem Aufrüsten der Maschine. Ebenfalls vorgeschrieben ist die Gewährleistung der manuellen Beatmungsmöglichkeit im Falle des Totalausfalls der Maschine. Ein Beatmungsbeutel muss also immer griffbereit beim Respirator liegen.

Praxistipp

Der Beatmungsbeutel sollte immer an der gleichen Stelle deponiert werden, damit ein sofortiger Zugriff möglich ist. Die Vergewisserung seiner Anwesenheit bei Übernahme des Patienten ist sinnvoll, selbst wenn er gestern noch ganz sicher da war.

Das tägliche Kontrollmonitoring umfasst folgende Punkte:
- Schlauchsystem
- Kalibrierung
- Atemgaskonditionierung
- Dokumentation
- Alarmgrenzwerte

► **Schlauchsystem.** Es muss geprüft werden:
- Ist es sicher zusammengebaut?
- Besteht ein Zug auf oder ein Knick im Beatmungsschlauch oder Tubus?
- Ist Kondenswasser im Beatmungsschlauch?

► **Kalibrierung.** Bei einigen Respiratoren muss der Flowsensor regelmäßig abgeglüht und kalibriert werden, da Ablagerungen v. a. nach erfolgter Inhalationstherapie zu Temperaturunregelmäßigkeiten an den Glühdrähten und so zu Fehlmessungen führen können.

► **Atemgaskonditionierung.** Sekret, Blut oder zu viel Feuchtigkeit können den Gasflusswiderstand beatmungsrelevant erhöhen. Es kann dadurch u. a. zu einem Anstieg des pCO_2 kommen. Daher regelmäßige Sichtkontrolle des HME-Filters und Wechsel des Filters nach Angabe des Herstellers durchführen. Bei aktiver Befeuchtung werden Temperatur und Wasserspiegel im Reservoir überprüft. Bei fehlendem Wasser atmet der Patient heiße, trockene Luft, die seine Bronchialschleimhaut und das Sekret austrocknen lässt (Gefahr der Schleimhautverletzung, Zilienzerstörung und Widerstandserhöhung durch zähes nicht abzuhustendes Sekret im Bronchialsystem und Tubus).

► **Dokumentation.** Es muss geprüft werden, ob die aktuelle Maschinenkonfiguration und die in der Kurve dokumentierte Konfiguration übereinstimmen. Bei einigen Respiratoren ist es leicht möglich (v. a. nachts, wenn es dunkel ist) bei pflegerischen Arbeiten ungewollt einen Regler zu verschieben. Eventuelle Unstimmigkeiten müssen dann abgeklärt werden.

Alarmgrenzwerte

► **Inspiratorische Sauerstoffkonzentration F_iO_2.** Die Alarmgrenzwerte sind entweder im Respirator voreingestellt oder es werden externe O_2-Messgeräte mit einstellbaren Grenzwerten eingesetzt.
- Respiratoren tolerieren bei der Alarmmeldung, abhängig von der Höhe des F_iO_2, (< 60 % bzw. > 60 %), unterschiedlich hohe Abweichungen (4 % bzw. 6 %).

Merke

Hinweis: Zu lange applizierte hohe Sauerstoffkonzentrationen führen zu multiplen Schäden in der Lunge wie Resorptionsatelektasen, Ödembildung und Zerstörung von Surfactant.

Atemfrequenz

Die Atemfrequenzmessung dient dem Erkennen von Hechelatmung bei spontan atmenden Patienten. Sie führt häufig zur respiratorischen Erschöpfung mit Hyperkapnie und Hypoxämie.
- Hechelatmung entsteht i. d. R. bei Patienten im Weaning. Die Respiratoren arbeiten während dieser Phasen in assistierten Beatmungsmodi mit Spontanatmungsmöglichkeit.
- Mögliche Ursachen einer Hechelatmung: Stress, Schmerz, Angst, Fieber, erhöhter O_2-Bedarf bei unzureichender Respiratoreinstellung.
- Gängige Respiratoren (z. B. EVITA 4, Dräger) unterscheiden automatisch zwischen kontrollierten und spontanen Atemzügen.
- Ein Patient kann auch im voll kontrollierten Modus versuchen zu atmen (→ Sedierung zu flach, Relaxierung zu gering).
- Die Überwachung von Bradypnoe- oder Apnoephasen erfolgt i. d. R. über einstellbare Menüs mit automatischer Ersatzbeatmung der Respiratoren.

Beatmungsdruck

Man unterscheidet:
- **oberer Druckgrenzwert (Stenosealarm):**
  - Einstellung 10 mbar oberhalb des maximalen Beatmungsdruckes,
  - großzügige Einstellung des Stenosealarms verdeckt pulmonale Veränderungen mit der Gefahr von Barotraumen und Kapillarkompression (Totraumventilation ↑) v. a. in noch intakten Lungenkompartimenten.
  - Häufiges Husten des Patienten mit Erreichen des oberen Druckgrenzwertes darf kein Grund sein, den Grenzwert zu erhöhen (hier hilft nur eine effektive Bronchialtoilette und/oder angepasste Analgosedierung).
- **unterer Druckgrenzwert (Diskonnektionsalarm):**
  - Wenn einstellbar: 5 mbar unterhalb des Plateaudruckes im VCV-Modus oder des Inspirationsdruckes im PCV-Modus.
  - Einige Respiratoren erkennen automatisch eine vollständige Diskonnektion (abgerutschter Schlauch, akzidentelle Extubation) und größere Leckagen (Riss im Schlauch, vollständiger Verlust des Cuff-Druckes).

Zur Erkennung von Leckagen werden das applizierte „inspiratorische Volumen V_{TI}" und das tatsächliche vom Patienten ausgeatmete „exspiratorische Volumen V_{Te}" gemessen.

Volumen

Bei diesem Parameter ist Folgendes zu beachten:
- Einstellung oberer Grenzwert: 15 ml × kgKG
  - Zu hohe Volumina können durch Scherkräfte zu Schäden im Alveolarbereich führen („Volutrauma").
- Einstellung unterer Grenzwert: 5 ml × kgKG
  - Zu niedrige Volumina sind Zeichen einer Compliance-Erniedrigung und/oder Resistance-Erhöhung in druckkontrollierten Modi mit der Gefahr der Hypoventilation.

Abstimmung Mensch – Maschine

Die Sicherung der Oxygenierung sowie die Regulation des CO_2-Haushaltes des Körpers über einen Respirator hängen vom pflegerischen und medizinischen Fachwissen des therapeutischen Teams einer Intensivstation ab. Dieses Wissen und seine praktische Anwendung sind v. a. und da allein bei tiefer Analgosedierung mit Bewusstlosigkeit und vollständiger Atemdepression gefragt. Nach Intubation mit gewünschtem Erhalt einer Spontanatmung sowie im Weaning bekommt die Krankenbeobachtung eine neue Nuance.

Die klinische Beobachtung des Patienten muss streng kombiniert werden mit einer kritischen Bewertung der Respiratoreinstellung, weil hier Oxygenierung, Ventilation, Psyche und emotionales Erle-

ben des Patienten mit Auswirkungen auf seine Atmung (Atemfrequenz, Atemtiefe, „Hechelatmung“) in engem Zusammenhang gesehen werden müssen. Der Patient soll die Intubation, die Atemunterstützung bzw. die Beatmung tolerieren und „mit ihr atmen“. Gleichzeitig soll die Krankheits bedingte erhöhte Atemarbeit reduziert und der Gashaushalt normalisiert werden. Der Patient darf also nie gegen die Maschine arbeiten oder ein Gefühl der Atemnot entwickeln. Stress und Angst führen konsekutiv zur Symphatikusaktivierung mit erhöhtem Sauerstoffbedarf und CO_2-Produktion. Der Stress und die Atemnot werden größer. Es entwickelt sich ein Teufelskreis, der unter allen Umständen vermieden werden muss.

Daher stellen sich im Rahmen des respiratorischen Monitorings Fragen zu Patient und Maschine als temporäre Einheit:

- Ist die Sedierung ausreichend? Toleriert der Patient den Tubus? Ist die Sedierung zu hoch, sodass sich eine Atemdepression einstellt?
- Wie sieht die klinische Situation des Patienten bzgl. Hämodynamik, Atemmechanik, motorischem Verhalten, Bewusstseinslage, Oxymetrie, Kapnometrie und BGA aus?
- Ist die Kommunikation mit dem Patienten ausreichend?
- Ist der Trigger des Respirators zur Synchronisierung von Atemanstrengung des Patienten und Atemunterstützung durch die Maschine eingestellt?
- Ist die Triggerschwelle den Atembemühungen des Patienten angepasst? Wird gleichzeitig eine Selbsttriggerung des Respirators vermieden?
- Ist die Atemunterstützung (ASB-Druck) ausreichend? Erweckt der Patient den Eindruck, dass er länger einatmen möchte als die Maschine es ihm wegen der Umschaltkriterien im ASB-Modus ermöglicht?
- Wenn möglich, ist die Einstellung der Druckanstiegssteilheit („Rampe“) der Atemzugdauer des Patienten angepasst? Die „Rampe“ kann die nötige Zeitdauer einer Atemunterstützung beeinflussen.
- Sind neuere Unterstützungsmethoden wie ATC und PPS aktiviert?

Zu Trigger, ASB, Rampe, ATC und PPS siehe Beatmungsformen (S. 209).

Pulmonales Monitoring

Zum modernen Respiratormanagement gehört neben der Interpretation der Beatmungsmesswerte die Auseinandersetzung mit dazugehörigem Flow, Druck und den Loops. Beide Messsysteme zusammen, numerische Werte und Grafiken sowie die Blutgasanalysen ergeben i. d. R. ein deutliches Bild der Lungenfunktion.

Compliance/Resistance

Beide Größen sind bedingt durch die Art des Messverfahrens nicht als tatsächliche in der Lunge vorherrschende Werte zu betrachten. Der Verlauf dieser Größen über die Zeit ergibt aber einen aussagefähigen Trend über diese mechanischen Eigenschaften der Lunge, sofern Gerät, Schlauchsystem oder Befeuchtungssystem nicht geändert werden.

Volumen/Druck

Abhängig von den lungenmechanischen Eigenschaften ist das Volumen der Freiheitsgrad (variable Größe) im druckkontrollierten Modus und der Spitzendruck der Freiheitsgrad im volumenkontrollierten Modus. Verringerung aber auch ggf. Vergrößerung des jeweiligen Freiheitsgrades erlaubt Rückschlüsse über die pulmonale Situation des Patienten (Compliance, Resistance, Sekret).

Druckkurve

Diese ist in sämtlichen druckkontrollierten Modi gleich und erlaubt kaum Aussagen über lungenmechanische Veränderungen. Bei volumenkontrollierter Beatmung sind jedoch Änderungen der Compliance bzw. Resistance am Druckverlauf erkennbar (▶ Abb. 8.17) (Ausnahmen: aktivierbare Druckregulierung bei gleichzeitig vorliegender Volumenkontrolle, z. B. Servo 300 und EVITA 4). Bei Compliance-Veränderungen sinkt oder steigt der Plateaudruck

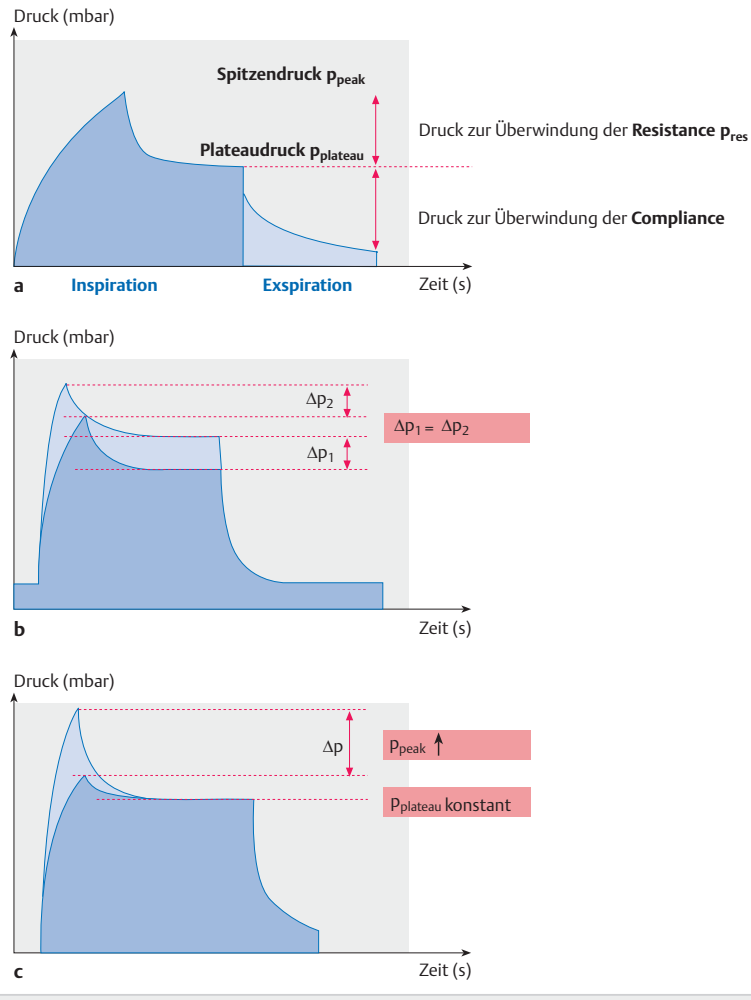


Abb. 8.17 Druckkurven. (Oczenski 2012)
a Modellverlauf.
b Veränderung der Compliance: Der Spitzendruck verändert sich durch Anstieg oder Abfall des Plateaudrucks $P_{plateau}$.
c Veränderung der Resistance: Der Spitzendruck verändert sich durch Anstieg oder Abfall des Resistancedrucks P_{res}.

$P_{plateau}$ und um den gleichen Wert der Spitzendruck P_{peak} (▶ Abb. 8.17b). Bei Resistance-Veränderungen sinkt oder steigt der Spitzendruck durch Anstieg des Resistance-Drucks P_{res} bei konstantem Plateaudruck (▶ Abb. 8.17c).

Flowkurve

Das Flow-Zeit-Diagramm hat in den gängigen Beatmungsmodi entweder einen konstanten oder dezellerierenden Verlauf. Ein konstanter inspiratorischer Druckverlauf ergibt sich ausschließlich durch die Einstellung am Respirator und erlaubt im Gegensatz zum dezellerierenden inspiratorischen Flow keine Aussage über lungenmechanische Veränderungen. Da die Ausatmung passiv verläuft, ist die exspiratorische Flowkurve bei beiden Flowvarianten gleich. Unabhängig vom inspiratorischen Flowverlauf können sich hier typische Veränderungen ergeben, die ebenfalls Rückschlüsse über die pulmonale Situation erlauben.

Geht die inspiratorische Flowkurve nicht auf null zurück (▶ Abb. 8.18), reicht die Inspirationszeit nicht aus, um einen Druckausgleich zwischen vorgewähltem Inspirationsdruck und Lunge zu ermöglichen (nur zu sehen bei dezellerierendem Verlauf). Ursache sind hier Lungenkompartimente mit hoher Resistance und/oder erniedrigter Compliance, die sich nur langsam öffnen.

Geht hingegen die exspiratorische Flowkurve nicht auf null zurück (▶ Abb. 8.19), reicht die Exspirationszeit nicht für eine Entleerung der Lunge bis zur FRC. Es liegt ein intrinsic PEEP vor, der

- bei IRV-Beatmung erwünscht ist oder
- für eine zunehmende Obstruktion der Lunge oder einzelner Lungenkompartimente spricht.

Die Abflachung der exspiratorischen Flowkurve, u. U. in Kombination mit einem endexspiratorischem Restflow, spricht für eine zunehmende Obstruktion, zunehmende Sekretansammlung (abnehmender Tubusdurchmesser durch eingetrocknete Sekrete!) oder mit Feuchtigkeit gesättigte HME-Filter (▶ Abb. 8.20).

Verschleimung in den oberen Luftwegen und im Tubus führen zu Turbulenzen, die sich als „zackiger" Verlauf in der Flowkurve widerspiegeln.

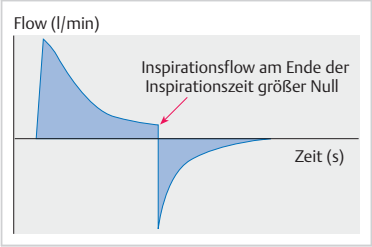


Abb. 8.18 Flowkurve bei zu kurzer Inspirationszeit. Die Inspirationszeit reicht nicht, um einen Druckausgleich zwischen Respirator und Lunge herbeizuführen. Es bleibt ein inspiratorischer Restflow.

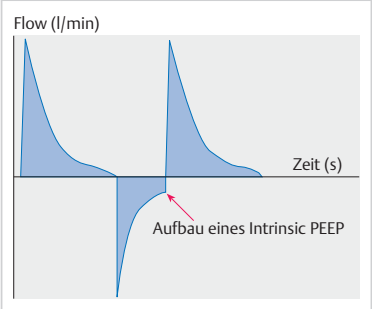


Abb. 8.19 Flowkurve bei zu kurzer Exspirationszeit. Die Exspirationszeit reicht nicht, um das applizierte Tidalvolumen abzuatmen. Am Ende der Exspirationszeit bleibt ein Restflow, der zum Aufbau eines Intrinsic-PEEP beitragen kann.

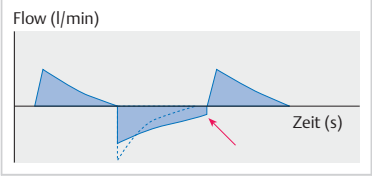


Abb. 8.20 Flowkurve bei zunehmender Obstruktion. Durch erhöhte Fließwiderstände strömt die Luft langsamer aus den Alveolen. Die exspiratorische Flowkurve flacht ab. Bei zu kurzer Exspirationszeit entsteht gleichzeitig ein endexspiratorischer Restflow.

Blutgasanalyse

Die Ermittlung der Blutgaswerte im Blut eines Menschen, ob arteriell oder gemischt-venös, ist unerlässlich für die Diagnostik der Ist-Situation eines Patienten und der Kontrolle der Respirator-Therapie. Sie gehört zur Standarduntersuchung bei der Aufnahme eines Intensivpatienten, nach Intubationen, nach Veränderungen der Respiratoreinstellungen, nach oder bei klinischer Veränderung der Patientensituation und in regelmäßigen Abständen als Verlaufskontrolle.

Veränderungen der Sättigungs- und/oder der Kapnometriewerte sowie der vitalen Funktionen eines Menschen können mit Hilfe der Blutgasanalyse auf genaues Ausmaß und evtl. Ursache hin untersucht werden. Daneben stehen zur weiteren Ergänzung die hämatologisch/serologische Blutuntersuchung, die Erfassung sämtlicher über einen Swan-Ganz-Katheter ermittelbarer Werte und die breite Palette nicht invasiver und invasiver Diagnostik (PICCO, Röntgen, Ultraschall, Endoskopie, Herzkatheter usw.) zur Verfügung.

Untersuchungsparameter

Bei der Blutgasanalyse wird neben dem Sauerstoffpartialdruck pO_2 und dem Kohlendioxidpartialdruck pCO_2 die Säuren-Basen-Situation ermittelt. Weiterhin ist die Unterscheidung nach respiratorischer, metabolischer, akuter oder chronischer Entgleisung der Stoffwechselsituation möglich. Ergänzend dazu erfolgt häufig die Angabe der Laktatwerte, der Anionenlücke, der Elektrolyte und des Hämoglobingehaltes, mit deren Hilfe differenziert Ursachenforschung einer Entgleisung durchgeführt werden kann.

Entnahmeort

Neben arteriellen Blutdruckmesssystemen dienen Ohrläppchen, Fingerbeere und bei Kindern die Ferse (kapillär-arterielles Blut) als Entnahmeorte. In Akutsituationen kann auch eine Einmalpunktion z. B. der A. femoralis durchgeführt werden. Beide Entnahmesysteme, direkt arteriell oder kapillär-arteriell, ergeben übereinstimmende Werte, wenn Entnahmetechnik und Umgang mit der Blutprobe lege artis erfolgen. Zur Gefahrenvermeidung für den Patienten und zur genauen Datenermittlung müssen daher Handlungsrichtlinien eingehalten werden.

Falsche Blutgaswerte durch unsachgemäßen Umgang mit der Blutprobe verursachen

- unnötig erfolgte Entnahmearbeit,
- unnötige Blutverluste des Patienten,
- sinnlose Daten, denen u. U. eine gefährdende Respiratorkorrektur folgt,
- unnötige Kosten.

Tipps und Regeln

Im Folgenden werden einige Tipps und Regeln für die Entnahme von Blutproben zur Ermittlung einer Blutgasanalyse aufgeführt.

▶ Bei kapillär-arterieller Entnahmetechnik

- Mind. 15 min vorher mit hyperämisierender Salbe einreiben (Schutz des Patienten vor starken Reizungen durch ungewollten Schleimhautkontakt bedenken).
- Pressen oder Quetschen der Fingerbeere oder des Ohrläppchens führt zur Zumischung venösen Blutes und damit zur Datenverfälschung.
- Nach Lysetherapien besteht eine strenge Indikation zur kapillär-arteriellen

Entnahme (lang anhaltende Blutungen auch durch Thrombozytenaggregationshemmer möglich).
- Salbenreste restlos entfernen.

► **Bei arterieller Entnahme aus einem Druckmesssystem**
- Entnahmestelle desinfizieren und bei offenen Systemen die ersten 5 ml wegen Beimischung der Spülflüssigkeit verwerfen.
- Vor Entnahme Blutdruckalarm deaktivieren und danach wieder aktivieren.
- Nach der Entnahme gut und intermittierend spülen, um Thrombosierung der Punktionskanüle zu verhindern (ausreichende Spülung ist besonders wichtig bei der Entnahme einer gemischtvenösen Probe aus dem „langen" distalen Schenkel eines Swan-Ganz-Katheters).
- Blutdruckkurve nach beendeter Entnahme kontrollieren.

► **Nach der Entnahme**
- Entnahmekanüle in der Hand drehen, um gute Durchmischung des Blutes zu gewährleisten.
- Wenn möglich, Probe sofort verwerten, da bei Lagerung (10 min) der pO_2 falsch abfallen und der pCO_2 falsch ansteigen kann. Ist die sofortige Verwertung nicht möglich, kühle Lagerung der Probe auf Eis gewährleisten.
- Luftblasen in bzw. aus der Blutprobe vermeiden bzw. entfernen.
- Körpertemperatur des Patienten berücksichtigen, da die Sauerstofflöslichkeit im Blut von der Temperatur abhängt.

8.3 Förderung der Atmung und Atemtherapie

Stefan Wilpsbäumer, Lothar Ullrich

Beeinträchtigungen der Atemfunktion sind ein zentrales Problem vieler Intensivpatienten. Sowohl beatmete, als auch nicht beatmete Patienten mit respiratorischen Problemen benötigen professionelle Atemförderung und Atemtherapie.

8.3.1 Lagerung und Bewegung

Die weitgehende Immobilität vieler Intensivpatienten hat negative Auswirkungen auf die Atemfunktion:
- flache Atmung
- eingeschränkte Husteneffektivität
- Gefahr von Sekretverhalt
- Belüftungsstörungen

Physiologie

Bei Spontanatmung entspricht der Atemwegsdruck (alveolärer Druck) in etwa dem Atmosphärendruck. Damit Alveolen und kleine Atemwege nicht kollabieren, muss der Druck im umgebenden Lungengewebe (Interstitium) niedriger sein als der alveoläre Druck. Der „negative" Druck im umgebenden Lungengewebe kommt durch die elastischen Rückstellkräfte der Lunge zustande und entspricht dem in der Pleura gemessenen pleuralen Druck. Die Druckdifferenz zwischen alveolärem und pleuralem Druck ist der transpulmonale Druck (► Abb. 8.21).

Der pleurale Druck ist ungleichmäßig über die Lunge verteilt. Im Stehen ist er in apikalen Lungenbereichen niedriger als in basalen. Je niedriger der pleurale Druck, desto stärker sind die Alveolen in Atemruhelage gedehnt. Erhöhungen des pleuralen Drucks führen dazu, dass Alveolen komprimiert werden und kleine Atemwege kollabieren.

Pathophysiologie

Der immobile Intensivpatient liegt häufig in Rückenlage oder in 30 °-Seitenlage. In den unten liegenden, dorsalen Lungenbereichen kommt es aufgrund der Schwerkraft und des Eigengewichts der Lunge zur Erhöhung des pleuralen Drucks und in der Folge zu Belüftungsstörungen. Dieser Effekt wird durch pathophysiologische Veränderungen der Lunge (Erhöhung des extravasalen Lungenwassers, Lungenödem) verstärkt.

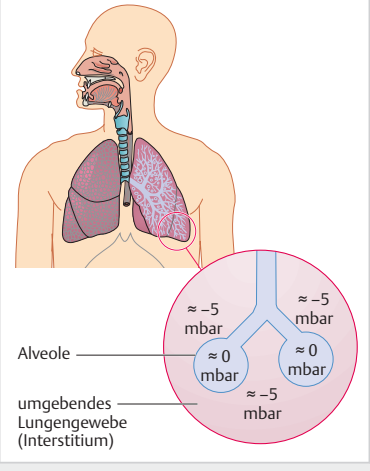


Abb. 8.21 Transpulmonaler Druck. Der alveoläre Druck entspricht in etwa dem Atmosphärendruck und der Druck im umgebenden Lungengewebe dem pleuralen Druck. Transpulmonaler Druck = alveolärer Druck – pleuraler Druck.

Neben den dorsalen sind die basalen Lungenbereiche besonders gefährdet. Bei beatmeten und sedierten Patienten verschiebt sich das passive Zwerchfell durch das Gewicht der Bauchorgane in Richtung Lunge. Es folgt eine Verdichtung des Lungenparenchyms mit Erhöhung des pleuralen Drucks und Belüftungsstörungen. Abdominelle Volumenzunahme (z. B. durch Aszites oder Darmwandödem) verstärken diesen Effekt.

Auch bei Spontanatmung kommt es häufig zu basalen Belüftungsstörungen. Basale Bereiche werden belüftet, wenn sich das Zwerchfell zur Inspiration aktiv kontrahiert und die Lunge nach unten erweitert wird. Eine tiefe Bauchatmung ist im Liegen erschwert. Anspannung und Stress führen zu flacher, schneller und überwiegend thorakaler Atmung. Die mangelnde Zwerchfell-/Bauchatmung ist besonders ausgeprägt, wenn abdominelle Schmerzen (z. B. postoperativ) vorhanden sind.

► **Atemunterstützende Maßnahmen.** Folgende Maßnahmen der Lagerung und Bewegung werden zur Unterstützung der Atemfunktion eingesetzt:
- Mobilisation
- atemfördernde Lagerung
- Lagerungsdrainage
- Bauchlage
- kinetische Therapie

Mobilisation

Bewegung und körperliche Aktivität führen sowohl chemosensorisch (v. a. durch einen CO_2-Anstieg) als auch direkt auf nervalem Weg zu vertiefter Atmung. Frühzeitige Mobilisation und Bewegungsübungen haben darüber hinaus vielfältige positive Effekte. Sie fördern die physische und psychische Rehabilitation des Patienten und können die Beatmungsdauer verkürzen (Schweikert 2009, Parker et al. 2013).

Der Patient wird deshalb so früh wie möglich nicht nur passiv bewegt, sondern an der Bewegung beteiligt, zu vermehrter Eigenaktivität angeregt und mobilisiert. Siehe auch Kap. „Bewegung" (S. 292).

Atemfördernde Lagerung

Ziele atemfördernder Lagerung sind:
- gleichmäßige Belüftung der Lunge
- Erleichterung und Vertiefung der Atmung
- Pneumonieprophylaxe

Eine gleichmäßige Belüftung der Lunge wird durch Immobilität und überwiegende Rückenlage des Patienten gefährdet. Ein regelmäßiger, deutlicher Lagewechsel zielt darauf, diese negativen Folgen der

Immobilität zu verringern. Der Patient wird so früh wie möglich zu Bewegungen angeregt und aktiviert.

► **„Good Lung down".** Wenn einseitige Belüftungsstörungen bestehen, wird der Patient eine Zeit lang in 90 °-Seitenlage auf die „gesunde" Seite gedreht („good lung down"). Für die bessere Belüftung der oben liegenden Seite kann zusätzlich eine Dehnlage durchgeführt werden. Hierzu wird ein Kissen unter den Thorax gelegt und der obere Arm hinter den Kopf gelagert.

► **Sitzende Positionen.** Diese erleichtern und vertiefen die Atmung. Die Arme des Patienten können mit Kissen unterlagert werden, um den Thorax in eine leichte Inspirationsstellung zu bringen und die Einatmung zu erleichtern. Bei der Körperposition muss man darauf achten, dass der Patient frei in den Bauch atmen kann. Wenn er im Bett aus sitzender Stellung herunterrutscht, wird der Bauch „eingeklemmt" und die Zwerchfellaktivität behindert. Manche Betten haben ein zu kurzes Kopfteil und erschweren eine atemfördernde, sitzende Position (► Abb. 8.22).

Die Positionierung beatmeter Patienten mit erhöhtem Oberkörper gilt auch als Beitrag zur Aspirations- und Pneumonieprophylaxe. Es ist allerdings umstritten, ob die seit Jahren propagierte, sehr deutliche Hochlagerung von 30–45 Grad generell erforderlich und durchführbar ist (vgl. van Nieuwenhoven et al. 2006). Die Maßnahme steht in der Praxis manchmal in Konkurrenz zu anderen Lagerungszielen (z. B. Entspannung und Wohlbefinden des Patienten, hämodynamische Stabilität). Weitere Effekte einer sitzenden/ halbsitzenden Position sind die verbesserte Belüftung v. a. basaler Lungenanteile und die Reduzierung der Atemarbeit.

Lagerungsdrainage

Die effektivste Art der Sekretmobilisation ist das Husten (S. 186). Wenn der Patient nicht oder nicht ausreichend hustet (z. B. bei Beatmung und Sedierung), kann man versuchen, das Sekret durch eine Lagerungsdrainage zu mobilisieren. Hierbei macht man sich die Wirkung der Schwerkraft zunutze.

Das Prinzip der Lagerungsdrainagen ist, den Lungenbereich, in dem es zum Sekretverhalt gekommen ist, nach oben zu lagern. Das Sekret kann dann in Richtung Hauptbronchus und Trachea fließen und von dort abgehustet oder abgesaugt werden.

Wenn die Lokalisation einer Sekretansammlung bekannt ist (durch Auskultation, Röntgen, CT), kann man versuchen, diesen Bereich gezielt nach oben zu lagern. Theoretisch gibt es für jedes Lungensegment eine ideale Körperposition zur Sekretdrainage. In der Praxis sind die Informationen über betroffene Lungenabschnitte nur selten so detailliert vorhanden. Aber auch mit allgemeinen Lagebezeichnungen, wie z. B. „links basal" oder „rechter Unterlappen" kann man Lagerungsdrainagen durchführen.

Am häufigsten sind, aufgrund der überwiegenden Lage auf dem Rücken und mit leicht angehobenem Oberkörper, dorsale und basale Lungenabschnitte betroffen (► Tab. 8.13).

Die jeweiligen Lagerungen können miteinander kombiniert werden.

Fallbeispiel

Wenn sich ein Sekretverhalt im rechten Unterlappen befindet, ist die geeignete Lagerung die 90 °-Seitlage (links), kombiniert mit Kopftieflage. Bei ausbleibendem Erfolg (kein Sekret abzusaugen) kann man versuchen, den Patienten noch weiter in Richtung Bauchlage zu drehen.

Vor oder während einer Lagerungsdrainage wird häufig physiologische Kochsalzlösung vernebelt, um zähes Sekret zu verflüssigen. Zur besseren Sekretmobilisation können gleichzeitig Vibrationsmassagen über dem betroffenen Areal angewendet werden.

► **Grundsätze.** Die beschriebenen Lagerungen sind z. T. belastend für den Patienten, deshalb müssen folgende Grundsätze beachtet werden:

- Extreme Lagerungen (Kopftief-, Bauchlage) nur nach Absprache mit dem Arzt durchführen.
- Kontrollieren, ob der Patient die Lagerung toleriert (klinische Überwachung, Monitoring von Herz-Kreislauf und Atmungsfunktion).
- Vorsicht bei erhöhter Gefahr von Erbrechen (Magensonde ableiten).
- Lagerungsschäden vermeiden (Weichlagerung, physiologische Stellung der Gelenke).
- Extreme Lagerungen zeitlich limitieren (z. B. 30 min).
- Abschließend endotracheal absaugen und/oder Patienten zum Husten auffordern.

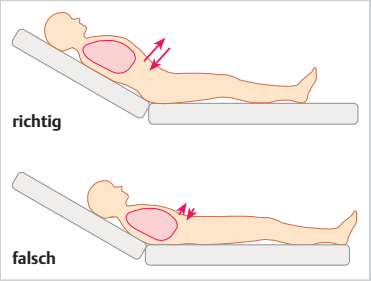


Abb. 8.22 Atemfördernde Lagerung mit erhöhtem Oberkörper.

Bauchlage

Die Bauchlage kann bei Patienten im akuten Lungenversagen angewendet werden. Ziel dieser Lagerung ist, Lungenfunktion und Gasaustausch zu verbessern.

Die Bauchlage wird angewendet als

- komplette Bauchlage (180 °-Bauchlage) oder
- inkomplette Bauchlage (150 °-Seit-Bauchlage).

Die inkomplette Bauchlage wird häufig auch als 135 °-Seitlage bezeichnet.

Pathophysiologie

Der schlechte Gasaustausch beim akuten Lungenversagen (S. 468) ist durch ein Missverhältnis von Ventilation und Perfusion mit erhöhtem intrapulmonalem Rechts-Links-Shunt verursacht. In Rückenlage kommt es v. a. in dorsobasalen Lungenbereichen zu Verdichtungen des Lungengewebes und nachfolgend zu Minder- und Fehlbelüftungen (Atelektasen). Ursächlich hierfür sind die Erhöhung des Lungengewichts durch interstitielle Flüssigkeit und die diaphragmale Dysfunktion beim beatmeten und sedierten Patienten mit Verschiebung der Bauchorgane in Richtung Lunge.

Wirkungsweise

Die Effekte der Bauchlage sind auf die veränderten Schwerkraftverhältnisse im Thorax zurückzuführen: Bisher verschlossene (v. a. dorsale) Lungenbereiche werden rekrutiert und es kommt zu einer gleichmäßigeren Verteilung der Lungenbelüftung. Das Ventilations-Perfusions-Verhältnis wird dadurch verbessert und der Rechts-Links-Shunt nimmt ab. Durch

Tab. 8.13 Lagerungen nach betroffenem Areal

betroffenes Areal	Lagerung
dorsale Bereiche	Bauchlage oder Seit-Bauchlage
basale Bereiche	Kopftieflage
rechts oder links	90 °-Lage auf die Gegenseite

den Lagewechsel wird die starke Beanspruchung (Druck, Dehnung) der Lunge besser verteilt und einem zusätzlichen beatmungsbedingten Lungenschaden wird vorgebeugt (Gattinoni 2013).

70–80 % der Patienten (sog. „Responder“) reagieren unmittelbar mit einem Anstieg des Sauerstoffpartialdrucks. Darüber hinaus ist für Patienten im schweren ARDS auch ein Überlebensvorteil nachgewiesen, wenn die Bauchlagerung frühzeitig (innerhalb von 36 h nach Diagnosestellung) und ausreichend lange (mind. 16 h pro Tag) durchgeführt wird (Guérin 2013).

Dauer der Bauchlage

Bei manchen Patienten kommt es nach einigen Stunden zu einer erneuten Verschlechterung der Oxygenierung, wenn neue Belüftungsstörungen in den nunmehr unten liegenden, ventralen Lungenbereichen entstehen. Nach heutigem Kenntnisstand sollen Patienten mit schwerem ARDS relativ lange (z. B. 16 h) in der Bauchlage bleiben und nach einigen Stunden der Rücken- oder Seitlage wieder erneut in die Bauchlage gebracht werden. Dieser Vorgang wird wiederholt, bis die Situation sich deutlich gebessert hat und abgebrochen, wenn schwerwiegende Komplikationen eintreten oder die Bauchlage tendenziell zu einer Verschlechterung der Oxygenierung führt.

Komplikationen, Nebenwirkungen

Die Bauchlagerung birgt erhebliche Gefahren in sich, wie z. B.

- Dislokation der Zu- und Ableitungen, insbesondere Gefahr der Extubation und der versehentlichen Entfernung des ZVK,
- Verschlechterung von Herz-Kreislauf- und Atmungsfunktion,
- Regurgitation oder Erbrechen von Mageninhalt, Aspiration,
- Interventionen (z. B. Reanimation) sind nur verzögert (nach Umlagerung) möglich,
- Entstehung von Druckgeschwüren (besonders gefährdet sind Ohr, Jochbogen, Nase, Kinn, Schulter, Mamille, Beckenkamm, Knie, Fuß),
- Lagerungsschäden an Gelenken, Nerven, Sehnen und Bändern,
- Stresssituation für den Patienten (ausreichende Sedierung erforderlich),
- Entstehung von Bindehautödemen, sog. Chemosis (S. 264), und Gesichtsödemen.

Merke

Die klinische Überwachung während der Bauchlagerung ist erschwert.

Kontraindikationen

Absolute Kontraindikationen für die Bauchlage sind

- instabile Wirbelsäule,
- erhöhter intrakranieller Druck (ICP), wenn Lagerungsmaßnahmen zu bedrohlichen Anstiegen des ICP führen.

Bei weiteren Erkrankungen muss individuell entschieden werden, ob der voraussichtliche Nutzen oder die Gefahren der Lagerungsmaßnahme überwiegen, z. B.

- im Schock,
- bei hochgradigen Herzrhythmusstörungen,
- bei instabilem Thorax,
- bei Abdomen apertum.

Durchführung

Häufig wird statt der kompletten die inkomplette Bauchlage angewendet, sie ist einfacher durchzuführen, für den Patienten bequemer und mit weniger Gefahren verbunden.

Ob die komplette Bauchlage effektiver ist als die inkomplette, ist nicht gesichert. Zwar verbesserte sich in einer Studie die Oxygenierung bei der kompletten Bauchlage schneller, als bei der inkompletten (Sabel 2004), aber es ist unklar, ob dieser Effekt nachhaltig wirksam ist. Außerdem könnte es sich nachteilig auswirken, wenn Patienten zur kompletten Bauchlage tiefer sediert werden müssen.

► **Grundsätze.** Die Umlagerung muss mit äußerster Vorsicht und je nach Situation mit 2–4 Personen durchgeführt werden. Folgende Grundsätze müssen beachtet werden:

- Wichtige pflegerische Maßnahmen vorher durchführen (z. B. Augen-, Nasen-, Mundpflege, Verbandwechsel).
- Genaue Vorbereitung: Geschlossenes Absaugsystem installieren (wegen schlechter Zugänglichkeit des Tubus in der Bauchlage), Lagerungsmaterialien zurechtlegen, Magensonde ableiten.
- Genaue Absprachen treffen.
- Zu- und Ableitungen sichern, falls notwendig Beatmungsschläuche und Infusionsleitungen verlängern.
- Genaue Überwachung während und nach der Umlagerung gewährleisten (Kreislauf- und Beatmungsparameter, Auskultation, Blutgasanalyse).
- Patienten langsam und physiologisch bewegen.

Inkomplette Bauchlage

Unter Beachtung dieser Grundsätze wird folgender Bewegungsablauf durchgeführt (Beispiel: 150 °-Seit-Bauchlage auf die linke Seite):

- Kopfteil ganz flach stellen, Kissen entfernen.
- Patient in Rückenlage ganz bis an die rechte Bettkante bewegen.
- Leicht nach rechts drehen und linken Arm unter das Becken schieben.
- Auf die linke Seite drehen (90 °).
- EKG-Elektroden von Brust auf Rücken umkleben.
- Falls notwendig Patient noch etwas weiter zur rechten Seite ziehen.
- Lagerungsmaterial für Brust und Becken/rechtes Bein platzieren.
- Patient auf die Lagerungsmaterialien drehen.
- Untere Schulter, Arm und Becken soweit zurückziehen, bis gewünschte Position erreicht ist; rechten Arm neben den Kopf lagern.

Abschließend wird die Lagerung optimiert: Die Augen müssen geschlossen sein und die gefährdeten Stellen am Kopf möglichst weich oder frei gelagert werden. Dabei darf nur wenig Polstermaterial verwendet werden, weil sonst die Halswirbelsäule überstreckt wird. Zu- und Ableitungen müssen frei und zugänglich liegen. Die Gelenke werden in physiologische Stellung gebracht und gefährdete Stellen werden so weit wie möglich druckentlastet. Besonders wichtig ist die Freilagerung des Abdomens, um einen Zwerchfellhochstand und damit eine Kompression basaler Lungenabschnitte zu verhindern. Die 150 °-Seit-Bauchlage auf die rechte Seite wird entsprechend durchgeführt.

Komplette Bauchlage

Bei der kompletten Bauchlage (► Abb. 8.23) sind die Bewegungsabläufe zunächst genau wie bei der 150 °-Seit-Bauchlage. Nun wird der Patient jedoch ganz bis auf die Lagerungskissen und auf den Bauch gedreht: Ein festes Kissen kommt unter die Brust, eins unter Becken und Oberschenkel, ein Kissen unter Schienbein und Fußrücken. Bei Anwendung eines Low-Air-Loss-Matratzensystems kann auf diese Kissen verzichtet werden.

Der Kopf wird entweder mit dem Gesicht zur Matratze gelagert oder zur Seite gedreht. Dabei auf

- gute Polsterung/Druckverteilung achten (z. B. mit speziellen Gel- oder Luftkissen) und
- unphysiologische Lagerung vermeiden (Überstreckung der Halswirbelsäule, extreme Seitdrehung des Kopfes).

Abb. 8.23 Beatmeter Patient in kompletter Bauchlage. (van Aken et al., Hrsg. Intensivmedizin. 3. Aufl. 2014)

Kinetische Therapie

Definition

Unter kinetischer Therapie versteht man die kontinuierliche Drehung des Patienten um seine Längsachse in motorgetriebenen Spezialbetten. Sie wird auch als kontinuierliche laterale Rotationstherapie bezeichnet.

Meistens wird der Patient in flacher Rückenlage gedreht; der maximale seitliche Neigungswinkel ist je nach Bettsystem unterschiedlich.

Wirkungsweise

Die kinetische Therapie wird manchmal bei beatmeten Patienten mit eingeschränkter Lungenfunktion oder beginnendem ARDS angewendet, um beatmungsbedingten Komplikationen vorzubeugen. In einigen Studien konnte ein geringeres Aufkommen von Pneumonien und Atelektasen gezeigt werden (z. B. Ahrens 2004). Durch die kinetische Therapie kann die Ventilations-/Perfusions-Fehlverteilung reduziert und die Oxygenierung verbessert werden. Weitere mögliche Effekte sind eine verbesserte Drainage von bronchopulmonalem Sekret und die Reduzierung extravasaler Lungenflüssigkeit.

Einsatzbereich

Die kontinuierliche laterale Rotationstherapie wird gelegentlich zur Prävention pulmonaler Komplikationen bei hochgradig gefährdeten Patienten eingesetzt, z. B. bei Patienten mit schwerem Thoraxtrauma und Lungenkontusion. Aufgrund der Studienlage gibt es aber keine generelle Empfehlung zur Durchführung dieser Maßnahme. Bei schwerem ARDS ist die Bauchlage zu bevorzugen.

Durchführung

Bei der Durchführung der kinetischen Therapie ist ein äußerst sorgfältiges Vorgehen erforderlich, um den Patienten nicht zu gefährden:

- Der Patient muss exakt, sicher und symmetrisch gelagert und fixiert werden, um ein seitliches Verrutschen mit Hautläsionen und Druckstellen oder sogar ein Herausfallen aus dem Bett zu verhindern.
- Zu- und ableitende Schläuche müssen sicher fixiert und evtl. verlängert werden, damit sie nicht unter Zug geraten und dislozieren (Gefahr: versehentliche Extubation und Entfernung von Kanülen, Kathetern und Drainagen!).
- Die klinische und apparative Überwachung des Patienten muss kontinuierlich und gründlich erfolgen.
- Medikamentendosierungen und Geräteeinstellungen müssen evtl. angepasst werden. Hämodynamische Instabilität und Verschlechterung des Gasaustausches unter der kinetischen Therapie sind nicht selten. Die Durchführung der kinetischen Therapie erfordert eine relativ tiefe Sedierung; dies kann nachteilige Auswirkungen auf Hämodynamik, Magen-Darm-Motorik und Dauer der Aufwachphase haben.

Die kinetische Therapie wird möglichst kontinuierlich durchgeführt. Die Pflegemaßnahmen werden so organisiert, dass die Drehung des Patienten wenig unterbrochen wird. Um die Anteile der Rückenlage während der kinetischen Therapie zu reduzieren, kann bei maximaler seitlicher Neigung eine kurze Pause eingestellt werden (▸ Abb. 8.24).

Abb. 8.24 Kinetische Therapie (Rotorest-Bett). (Fa. ArjoHuntleigh)

Merke

Patienten während der kinetischen Therapie nicht allein lassen, denn es ist immer möglich, dass sich Kabel oder Leitungen verhaken und unter Zug geraten. Veränderungen der Patientensituation müssen sofort erkannt und darauf reagiert werden.

8.3.2 Verbesserung von Atemtiefe und Atemrhythmus

Verschiedene Ursachen können bei kritisch Kranken zu Atemwegskollaps und Atelektasen führen. Belüftungsstörungen sind das zentrale Problem eingeschränkter Atemfunktion bei Intensivpatienten.

Einatmungs- versus Ausatmungsübungen

Einatmungsübungen, die die Atmung vertiefen, tragen zur Prophylaxe, z. T. auch zur Therapie von Belüftungsstörungen bei. Hinzu kommen Maßnahmen, die den Atemrhythmus günstig beeinflussen und dadurch zur Atemvertiefung führen.

Ausatmungsübungen gegen erhöhten Widerstand (z. B. durch einen Strohhalm in eine Wasserflasche ausatmen) sind bei Belüftungsstörungen nicht zielführend. Die Druckerhöhung, die dabei im Lungengewebe entsteht, könnte sich sogar negativ auf die Belüftung auswirken. Ein positiver Effekt wäre allenfalls durch die tiefe Einatmung *vor* der Ausatmung bedingt.

▸ **Dosierte Lippenbremse.** Sie wird als Ausatmungsübung bei chronisch obstruktiver Atemwegserkrankung eingesetzt. Sie trägt dazu bei, den Bronchiolenkollaps zu verhindern, der bei forcierter Ausatmung entstehen kann.

► **Maßnahmen.** Folgende Maßnahmen zur Verbesserung von Atemtiefe und -rhythmus werden angewendet:
- Sustained Maximal Inspiration (SMI)
- Kontaktatmung
- Atemstimulierende Einreibung (ASE)

Sustained Maximal Inspiration (SMI)

Definition

Sustained Maximal Inspiration („aufrechterhaltene maximale Einatmung") ist eine Atemtechnik, mit der eine möglichst vollständige Belüftung aller Lungenabschnitte erreicht werden soll. Der Patient wird dazu angeleitet, langsam und maximal tief einzuatmen und die Luft mit offener Stimmritze anzuhalten.

Wirkungsweise

Für die endinspiratorische Pause mit offener Stimmritze muss der Patient die Einatmungsbemühung aufrechterhalten. Die lange, maximale Inspirationsstellung mit angespannten Atemmuskeln erniedrigt über mehrere Sekunden den Pleuradruck. Dadurch sind die Zugkräfte vergrößert, die die Alveolen und kleinen Atemwege öffnen und offen halten. Durch die Zeitdauer der Einwirkung können auch Alveolen belüftet werden, die länger benötigen, um eröffnet zu werden.

Merke

SMI verbessert die Lungenbelüftung, beugt Belüftungsstörungen vor und trägt dazu bei, verschlossene Atemwege zumindest zeitweise zu eröffnen.

Weitere Effekte von SMI sind:
- Training der respiratorischen Muskulatur
- Erhöhung der inspiratorischen Kapazität
- Verbesserung der Sekretmobilisation (durch Schwankungen im Bronchiolendurchmesser)
- Anregung der Surfactant-Sekretion

Durchführung

Zur Durchführung von SMI wird der Patient so gelagert, dass eine maximale Einatmung möglich ist, z. B. in sitzender Position ohne „eingeklemmten" Bauch.

Folgende Technik wird dem Patienten erläutert und gezeigt:
- Langsam und maximal bis zur totalen Lungenkapazität einatmen.
- Ca. 3 Sekunden mit offener Stimmritze die Luft anhalten („immer weiter einatmen").
- Passiv, ruhig ausatmen.

Weil der Effekt einer einzelnen Übung nur kurzfristig anhält, wird sie mehrmals täglich durchgeführt, z. B. alle 1–2 h 10 tiefe Atemzüge. Der Patient wird hierzu möglichst konkret angeleitet.

► **Pflegeziel.** Der Patient kann SMI als Atemtechnik erlernen und selbstständig anwenden, d. h. er wird unabhängiger von Pflegenden und Physiotherapeuten

Inzentive Spirometrie

Als Anreiz zu SMI-Atemübungen werden häufig sog. „Atemtrainer" angewendet, die die Atmung des Patienten messen und visualisieren. Dies bezeichnet man als inzentive Spirometrie („anspornende Atemmessung"). „Atemtrainer" sind Motivationsgeräte, mit denen der Patient den Erfolg der SMI-Atemübung kontrollieren kann.

Es gibt flow- und volumenorientierte Geräte, günstig ist eine Kombination aus beiden Verfahren: Der Patient kann damit den niedrigen Inspirationsflow kontrollieren und das maximale Inspirationsvolumen ablesen (► Abb. 8.25).

► **Indikationen und Kontraindikationen.** Die inzentive Spirometrie kann die Frühmobilisation, optimale Schmerztherapie und Maßnahmen zur Unterstützung des Hustens sinnvoll ergänzen. Sie kann nicht eingesetzt werden bei bereits bestehender, ausgeprägter Atemnot und bei Patienten, die die Erläuterungen nicht verstehen bzw. nicht kooperieren.

Abb. 8.25 Flow- und volumenorientierter Atemtrainer (Voldyne 5 000). (Fa. Teleflex Medical GmbH)

Die Nebenwirkungen sind gering:
- Bestehende Schmerzen könnten verstärkt werden.
- Eine Hyperventilation bei unsachgemäßer Anwendung ist denkbar.

Kontaktatmung

Definition

Die Kontaktatmung ist eine Methode, über Berührungsreize und verbale Informationen die Aufmerksamkeit des Patienten auf seine Atmung zu lenken und Atemtiefe und Atemrhythmus zu beeinflussen.

Wirkungsweise

Das Wahrnehmen der eigenen Atmung und eine ruhige Atmosphäre fördern die Entspannung. Bei Anspannung und Stress atmet ein Mensch schnell, oberflächlich und überwiegend thorakal, durch Entspannung wird die Atmung ruhiger und tiefer. Wenn der Patient sich auf die Auf- und Abbewegung seines Bauches bei der Atmung konzentriert, wird „automatisch" (unbewusst) die Zwerchfellatmung verstärkt. Dadurch werden die besonders gefährdeten basalen Lungenbereiche besser belüftet.

Durchführung

Zur Durchführung benötigt man eine ruhige Atmosphäre und genügend Zeit. Der Patient wird bequem gelagert und seine Hände werden auf den oberen Bauchbereich gelegt, die Hände des Pflegenden können dies unterstützen. Nun wird der Patient aufgefordert, sich auf seine Atmung zu konzentrieren, z. B. durch folgende Wahrnehmungsaufträge:
- Spüren Sie, wie die Luft beim Atmen in Sie hinein strömt und wieder heraus.
- Spüren Sie, wie die Luft bis unter Ihre Hände strömt und wieder zurück.
- Spüren Sie, wie sich der Bauch unter Ihren Händen hebt und senkt.

Man kann den Patienten zusätzlich auffordern, die Atmung bewusst zu vertiefen (die Auf- und Abwärtsbewegung unter den Händen zu vergrößern). Eventuell muss er auf Pausen zwischen Ein- und Ausatmung hingewiesen werden.

Alternativen

Die Atembewegung kann durch Kontaktatmung in verschiedene Richtungen „gelenkt" werden: nach ventral, aber auch nach lateral oder lumbodorsal. Hierzu werden die Hände des Pflegenden flach an die

Rippen gelegt (seitlich oder im Rückenbereich) und die Wahrnehmungsaufträge an den Patienten entsprechend verändert.

Aufgrund des körpernahen und deutlichen Kontakts über Berührungen erscheint diese Art der Atemlenkung auch bei bewusstseinsbeeinträchtigten Patienten erfolgversprechend.

Atemstimulierende Einreibung

Definition

Die atemstimulierende Einreibung (ASE) ist eine Form der Massage, die im Atemrhythmus des Patienten durchgeführt wird.

Wirkungsweise

Ähnlich wie die Kontaktatmung trägt auch die ASE dazu bei, dass der Patient die eigene Atmung besser wahrnimmt und sich entspannt. Der Atemrhythmus kann von flacher, schneller, oberflächlicher Atmung zu tiefer, regelmäßiger Atmung beeinflusst werden. Im Intensivbereich eignet sich die ASE besonders bei unruhigen und angespannten Patienten mit flacher, schneller Atmung und als unterstützende Maßnahme bei schwierigem Weaning.

Voraussetzungen

Die ASE wird möglichst auf dem Rücken des Patienten und in sitzender Position oder in Seitenlage durchgeführt. Voraussetzungen sind

- ruhige Atmosphäre und genügend Zeit,
- Patient, der seinen Atemrhythmus selbst bestimmen kann.

Der Pflegende sollte warme Hände haben und keine Handschuhe tragen. Die Berührungen werden großflächig und deutlich mit flächiger Hand ausgeübt und der Berührungskontakt wird die ganze Zeit beibehalten.

Durchführung

Der Rücken wird mit einer Wasser-in-Öl-Emulsion, eingerieben. Die Hände des Pflegenden werden im oberen Rückenbereich rechts und links neben der Wirbelsäule aufgelegt und ruhen dort für einige Atemzüge, um die Atmung des Patienten zu spüren. Nun streicht der Pflegende bei der Ausatmung mit den Händen neben der Wirbelsäule abwärts und zum Ende der Ausatmung leicht nach außen. Dies geschieht mit deutlichem Druck von Daumen und Zeigefinger. Bei der Einatmung werden die Hände leicht nach außen gedreht und seitlich am Thorax aufwärts und zurück zur Wirbelsäule geführt. Hierbei übt die Kleinfinger-Handkante deutlichen Druck aus.

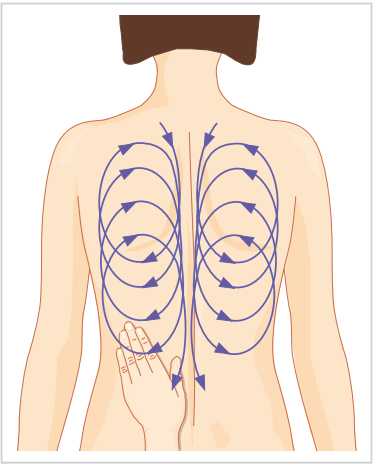


Abb. 8.26 Atemstimulierende Einreibung. Die Hände kreisen im Atemrhythmus des Patienten.

Dies wird bei den nächsten Atemzyklen wiederholt. So entstehen kreisende Bewegungen im Atemrhythmus des Patienten. Durch besondere Betonung und Verlängerung der Ausatembewegung (nach unten) wird aus den Kreisen eine abwärts ziehende Spirale (▶ Abb. 8.26). Unten angekommen werden die Hände nacheinander zur Schulter zurückgelegt und bei der nächsten Ausatmung erneut begonnen.

Nach und nach kann der Pflegende nun versuchen, durch die Geschwindigkeit und den Rhythmus der Einreibung die Atmung zu beeinflussen. Bei flacher schneller Atmung wird z. B. versucht, die Ausatmungsbewegung zu verlängern und eine kleine Pause vor der nächsten Einatmungsbewegung zu machen.

8.3.3 Sekretolyse und Sekretmobilisation

Zähes und gestautes Atemwegssekret führt bei Intensivpatienten häufig zu Beeinträchtigungen der Atemfunktion.

Definition

Sekretolyse ist das Verflüssigen und Sekretmobilisation das Lösen und Entfernen von Atemwegssekret.

Physiologie

Mit der Atemluft nimmt der Mensch schädigende Substanzen auf, die eliminiert werden müssen (Fremdkörper, Mikroorganismen). Dies wird v. a. durch das schleimbedeckte Flimmerepithel der Atemwege erledigt. Die Partikel werden im Schleimteppich gefangen, durch die Zilienbewegung des Flimmerepithels Richtung Kehlkopf transportiert und dann abgehustet. Auf diese Weise werden schädigende Einflüsse von den empfindlichen Alveolen ferngehalten.

Dieser physiologische Selbstreinigungsmechanismus ist auf die Intaktheit des Flimmerepithels und eine nahezu gleichbleibende Feuchte des Schleims angewiesen.

Pathophysiologie

Folgende Ursachen führen zu trockenem und zähem Atemwegssekret:

- Tubus/Trachealkanüle (fehlende Klimatisierungsfunktion der oberen Atemwege)
- Zufuhr kalter und trockener Atemgase
- stark negative Bilanzierung (Beeinträchtigung der Funktion der mukösen Drüsen in den Atemwegen)

Ein Sekretstau entsteht, wenn

- das Atemwegssekret zäh ist,
- die Hustenaktivität und -effektivität vermindert ist (durch Tubus/Trachealkanüle, Sedierung, erschöpfte Muskulatur, Immobilität, Schmerzen, beeinträchtigte Thoraxintegrität),
- das Flimmerepithel geschädigt ist (durch trockene Atemluft, mechanische, chemische, thermische Reizung, entzündliche Prozesse).

Mögliche Folgen des Sekretstaus sind Atelektasenbildung, Gasaustauschstörungen und Infektionen der Atemwege.

Maßnahmen

Ziel der Pflege und Behandlung ist zunächst, schädigende Einflüsse einzugrenzen, z. B. durch Atemgasklimatisierung, ausreichende Flüssigkeitszufuhr und adäquate Schmerztherapie. Die Sedierungs- und Beatmungsdauer wird so kurz wie möglich gehalten.

Maßnahmen zur Sekretolyse und Sekretmobilisation sind:

- Inhalation von Aerosolen
- Perkussion und Vibration
- Unterstützung des Hustens
- endotracheales Absaugen

Siehe auch Lagerungsdrainagen (S. 182) und Maßnahmen zur Atemgasbefeuchtung beatmeter Patienten, Atemgaskonditionierung (S. 204).

Inhalation von Aerosolen

Definition

Aerosole sind Suspensionen kleinster fester oder flüssiger Teilchen in einem Gas. Die Inhalation von Aerosolen bezweckt die Aufnahme von Medikamenten über die Atemwege oder die Aufnahme von Feuchtigkeit, um Atemwegssekret zu verflüssigen.

Aufnahme von Medikamenten

Medikamente, die inhalativ aufgenommen werden, liegen als Aerosol (z. B. Dosieraerosol) oder als zu vernebelnde Flüssigkeit vor. Wie viel von einem Medikament aufgenommen wird und wie tief es in die Atemwege gelangt, hängt von der Teilchengröße und der Atemtechnik ab. Zur Anwendung kommen v. a. bronchienerweiternde Medikamente, Kortison und Sekretolytika (N-Acetylcystein, Ambroxol).

► **Teilchengröße.** Je kleiner die Partikel sind, desto tiefer dringen sie in die Atemwege ein, Partikel bis 5 µm gelangen zum großen Teil bis in kleinste Atemwege und Alveolen. Als ideale Teilchengröße zum Inhalieren gelten deshalb 0,5–5 µm. Größere Partikel bleiben zu einem hohen Anteil bereits in den oberen Atemwegen oder in der Trachea und den großen Bronchien „hängen".

► **Atemtechnik.** Die richtige Atemtechnik ist abhängig vom verwendeten Inhalationssystem. Für alle Systeme gilt: Vor dem Inhalieren tief ausatmen, nach dem Inhalieren Atem anhalten und anschließend normal ausatmen. Die Einatmung geschieht folgendermaßen:

- **Dosieraerosol:** Synchron mit dem Sprühstoß langsam tief einatmen.
- **Pulverinhalator:** Schnell tief einatmen (für kleine Kinder nicht geeignet).
- **Atemzug gesteuerte Inhalatoren:** Mäßig forciert einatmen.
- **Vernebler:** Langsam tief einatmen.

► **Beatmete Patienten.** Bei beatmeten Patienten ist eine wirksame Medikamentenaufnahme aus Dosieraerosolen nur möglich, wenn eine Spacerkammer im Beatmungssystem angewendet wird (Dhand 2005). Der größte Teil des Aerosols schlägt sich in Tubus/Trachealkanüle und den großen Atemwegen nieder (Mang 2002). Effektiver ist es, wenn das Medikament als Flüssigkeit vorliegt und mit einem Vernebler aerosolisiert wird. Alle Aerosole sollen möglichst patientennah appliziert werden.

Aufnahme von Feuchtigkeit

Beim Anfeuchten der Einatmungsluft unterscheidet man zwischen der Atemgasklimatisierung und dem Vernebeln von Flüssigkeit. Während durch Atemgasklimatisierung der Feuchtigkeitsverlust der Schleimhaut minimiert wird, kann durch das Vernebeln von Flüssigkeit Feuchtigkeit zugeführt werden, vgl. ▶ Tab. 8.16 (S. 205). Diese Feuchtigkeit soll dazu beitragen, zähes Sekret zu verflüssigen.

► **Konzentration der Flüssigkeit.** Tröpfchen von 0,5–5 µm Größe können tief in die Atemwege eingeatmet werden. Damit die Tröpfchen sich auf ihrem Weg in die Atemwege nicht vergrößern, ist eine leicht hypotone Flüssigkeit ideal (Mang 2002). Praktikabel ist das Vernebeln von physiologischer Kochsalzlösung oder Aqua destillata. Hypertone Lösungen (z. B. NaCl 20 %) sind nicht zu empfehlen, da die Aerosoltröpfchen auf dem Weg in die Atemwege sehr schnell Wasser aufnehmen, an Größe zunehmen und nur bis in die großen Atemwege dringen. Außerdem ist eine Reizung der Schleimhaut zu befürchten.

Wenn zähes Trachealsekret vorhanden ist, können alternativ zu NaCl 0,9 %/Aqua destillata auch Sekretolytika vernebelt werden. Allgemeine Empfehlungen im Rahmen von Leitlinien existieren für diese Verfahren nicht.

Vernebler

Verschiedene Vernebler eignen sich zur Feuchtigkeits- und Medikamentenvernebelung.

► **Mechanische Vernebler.** Ein Trägergas (z. B. Luft) wird mit Druck durch eine Düse geleitet. Die dabei entstehende Sogwirkung (Venturi-Effekt) wird dazu benutzt, die zu vernebelnde Flüssigkeit durch ein Röhrchen anzusaugen. Die Flüssigkeit wird gegen eine Prellplatte geleitet und zerstäubt dort zu kleinen Aerosolteilchen. Bei manchen Verneblern ist es zusätzlich möglich, die Flüssigkeit zu erwärmen und damit die vernebelte Flüssigkeitsmenge zu steigern.

► **Ultraschallvernebler.** Diese Vernebler wandeln elektrischen Strom in hochfrequente mechanische Schwingungen. Diese werden über eine Membran auf die zu vernebelnde Flüssigkeit übertragen. Dabei entsteht das Aerosol, das zusammen mit Luft zum Patienten geblasen wird. Ultraschallvernebler können eine große Flüssigkeitsmenge vernebeln, fast alle entstehenden Tröpfchen sind in einem günstigen Größenbereich zwischen 1 und 3 µm.

Abb. 8.27 Vernebler „Aeroneb Solo" mit Kontrollmodul. (Fa. Inspiration Medical)

► **„Mikropumpen"-Vernebler.** Das Aerosol wird durch eine hochfrequent schwingende Membran mit winzigen Öffnungen erzeugt. Die Flüssigkeit wird durch diese Öffnungen „gepumpt" und es entstehen Aerosoltröpfchen in einer Größe von etwa 1–5 µm. Die kleine Verneblungseinheit hat keinen Einfluss auf die Beatmungsparameter und kann auch in der Beatmung Neugeborener eingesetzt werden (▶ Abb. 8.27).

► **Hygiene.** Die hygienischen Vorschriften beim Umgang mit Verneblern müssen streng eingehalten werden, denn in Aerosoltröpfchen können Keime bis in die tiefen Atemwege transportiert werden. Folgendes ist zu beachten (KRINKO 2013):

- Hygienische Händedesinfektion vor Manipulation an Verneblern durchführen und Einmalhandschuhe tragen.
- Nur sterile Flüssigkeiten unter sterilen Kautelen verwenden, am besten aus Einzelampullen.
- Bei aktiver Atemgasklimatisierung wird der Vernebler im Inspirationsschenkel des Beatmungssystems und bei passiver Atemgasklimatisierung zwischen HME und Patient eingesetzt. Das Robert Koch-Institut empfiehlt einen täglichen Wechsel der Vernebler.

Perkussion und Vibration

Definition

Vibrationen werden angewendet, um die Sekretmobilisation in den Atemwegen zu unterstützen. Sie können indirekt (am Thorax) oder direkt (über den Luftstrom) auf die Atemwege ausgeübt werden.

Wirkungsweise

Vibrationen werden unter der Vorstellung angewendet, dass in den Atemwegen festhaftendes Sekret gelockert wird. Für diese Maßnahmen gibt es positive Erfahrungen,

aber nur wenig wissenschaftliche Evidenz (z. B. Tholen 2009).

Der Patient muss das gelöste Sekret möglichst aktiv abhusten. Bei schwachem oder fehlendem Husten kann der betroffene Lungenbereich bei der Anwendung hoch gelagert werden, um die Schwerkraft auszunutzen.

Durchführung

Vibrationen am Thorax werden mit Händen oder mit Vibrationsgeräten durchgeführt. Eine weitere Möglichkeit ist die Anwendung einer Spezialweste, mit der hochfrequente Oszillationen auf den Thorax übertragen werden.

► **Mit Händen.** Die Perkussion wird mit der schüsselförmig gewölbten Hand durchgeführt. Zur Vibration werden beide Hände mit deutlichem Druck flach an den Thorax gelegt und schnelle, feine Schüttlungen auf die Rippen ausgeübt.

► **Mit Vibrationsgeräten.** Hiermit werden Schwingungen auf den Thorax des Patienten übertragen. Die Anwendung muss mit deutlichem Druck erfolgen. Als Hautschutz können Emulsionen als Gleitmittel oder ein Handtuch verwendet werden.

Grundsätze der Durchführung sind:

- Vibrationen werden nicht grob aber intensiv ausgeübt, damit die Schwingungen sich auch auf die tiefer gelegenen Atemwege übertragen können.
- Die Anwendung erfolgt an den Rippen, nicht aber an Wirbelsäule, Schulterblättern oder Nierenlager.
- Das Sekret wird nach der Anwendung abgehustet oder endotracheal abgesaugt (nur wenn dies gelingt, kann die Maßnahme als erfolgreich bezeichnet werden).

Vibrationen über den Luftstrom können mit verschiedenen Geräten ausgeübt werden. Die meisten funktionieren über ein Mundstück oder eine Maske.

► **VRP-Gerät.** Mit einem VRP-Gerät (Flutter) werden Vibrationen über den exspiratorischen Atemstrom auf die Bronchien übertragen, um dort Sekret zu lösen. Das VRP-Gerät ähnelt einer Trillerpfeife, bei der der Luftstrom durch eine Kugel mehrmals unterbrochen wird (Stop-and-go-Mechanismus).

Mit der „mechanischen Insufflation-Exsufflation“ (S. 188) kann ebenfalls eine Oszillation des Luftstroms in den Atemwegen erreicht werden. Dieses Gerät eignet sich auch für intubierte/ tracheotomierte Patienten.

Unterstützung des Hustens

Durch effektives Husten werden Sekrete oder Fremdkörper aus den Atemwegen entfernt.

Physiologie

Sekrete oder Fremdkörper in den Atemwegen lösen den Hustenreflex aus. Nach einer tiefen Einatmung wird die Stimmritze geschlossen. Die exspiratorischen Muskeln (innere Zwischenrippenmuskeln, Bauchmuskeln) kontrahieren sich, der Druck in Thorax und Atemwegen steigt, bis die Stimmritze wieder geöffnet wird und die Luft explosionsartig herausströmt. Mit diesem forcierten Ausatmungsstrom werden Sekrete und/oder Fremdkörper mitgerissen und herausbefördert.

Einschränkungen des Hustens

Folgende Bedingungen führen zu eingeschränkter Hustenaktivität und -effektivität:

- zentrale „Dämpfung“ (Medikamente, Gifte, Hirnschäden)
- Rippenserienfraktur
- muskuläre Schwäche
- Schmerzen
- fehlender Glottisschluss (durch Tubus, Trachealkanüle)
- instabile Bronchien

Voraussetzungen

Ist der Hustenstoß ineffektiv und besteht Verdacht auf einen Sekretverhalt, so wird der Patient gezielt zum effektiven Husten angeleitet. Dies ist allerdings nur möglich und sinnvoll, wenn

- der Patient die Anweisungen verstehen und umsetzen kann,
- das Atemwegssekret nicht zu zäh ist,
- eine effektive Analgesie das Husten ermöglicht.

Durchführung

Zum effektiven Husten wird der Patient möglichst in eine aufrechte oder sitzende Position gebracht, sodass Ein- und Ausatmung erleichtert werden. Zunächst soll der Patient ein paar Atemzüge langsam und maximal tief einatmen. Siehe SMI (S. 185). Dadurch kommt es zu Schwankungen im Bronchiolendurchmesser und evtl. zur Sekretmobilisation. Nun kann man versuchen, ob die alleinige Aufforderung zum Husten zum Erfolg führt: Der Patient soll aus der tiefen Einatmung heraus kurz und kräftig husten.

Bei manchen Patienten ist diese Technik aber nicht effektiv, weil das Husten bei ihnen durch den hohen intrathorakalen Druck zum Kollaps kleiner Atemwege führt.

► **Forced Expiratory Technique („Huffing“).** Eine Alternative ist hier die vorsichtig dosierte Hustentechnik, die sog. „Forced Expiratory Technique“ („Huffing“). Diese Technik zielt darauf ab, den Atemstrom in den Bronchien zu beschleunigen, ohne dass kleine Atemwege kollabieren. Der Patient atmet nach tiefer Einatmung zunächst normal aus und hustet erst gegen Ende der Exspiration (also mit mittlerem bis niedrigem Lungenvolumen) 1- oder 2-mal mit offener Stimmritze. Nach kurzen Pausen, in denen der Patient ruhig und entspannt in den Bauch atmet, wird diese Hustentechnik bei Bedarf mehrmals wiederholt (Fink 2007).

Eine weitere Möglichkeit, das Husten vorsichtig zu dosieren, besteht darin, den Patienten (analog zur dosierten Lippenbremse) gegen die geschlossenen Lippen oder gegen die Hand husten zu lassen.

► **Manuelle Unterstützung.** Das Husten kann manuell unterstützt werden durch:

- Kompression des Thorax (synchron mit dem Hustenstoß)
- Fixierung der Bauchdecke (bei schwacher Bauchmuskulatur)
- Fixierung von Wunden (zur Reduzierung von Schmerzen)

► **Mechanische Insufflation-Exsufflation (M I-E).** Bei Patienten mit schwachem oder fehlendem Husten kann mit dieser Technik ein apparativ unterstützter Hustenstoß herbeigeführt werden. Dazu wird die Einatmung mit positivem Druck unterstützt und durch schnelles Umschalten auf negativen Druck ein forcierter exspiratorischer Luftstrom herbeigeführt. Der Apparat kann mit Mundstück, Maske oder Adapter für Tubus/ Trachealkanüle angewendet werden.

Kontraindikationen und Nebenwirkungen

Maßnahmen zur Unterstützung des Hustens sind nur selten kontraindiziert, z. B. in Situationen, in denen keine Manipulationen oder Bewegungen am Patienten durchgeführt werden dürfen (Minimal Handling). Verschiedene Lungenerkrankungen verbieten einen Einsatz der M I-E (z. B. Pneumothorax, ARDS).

Folgende Nebenwirkungen sind möglich:

- Synkopen
- Bronchospasmus
- Spontanpneumothorax

8.3.4 Endotracheales Absaugen

Definition

Beim endotrachealen Absaugen wird Atemwegssekret mit einem Katheter unter Sog aus der Trachea entfernt.

Grundlagen

Tubus und Trachealkanüle beeinträchtigen die Funktion des Flimmerepithels und verhindern, dass der Patient das in den Atemwegen gebildete Sekret aus der Lunge abhusten kann. Um einen Sekretstau, ein Eindicken und Verkrusten des Sekrets und dadurch eine Verschlechterung der Lungenfunktion zu vermeiden, muss das Sekret abgesaugt werden.

Arten

Es gibt verschiedene Verfahren, um endotracheal abzusaugen:

- Die konventionelle Methode ist das Absaugen mit sterilem Einmalkatheter, der über Tubus oder Trachealkanüle in die Trachea eingeführt wird. Siehe „offenes" Absaugen (S. 190).
- Bei geschlossenen Absaugsystemen (S. 191) wird mit einem wiederverwendbaren Katheter abgesaugt, der in einer sterilen Hülle am Verbindungsstück zwischen Tubus und Beatmungsschlauch verbleibt.
- Das endotracheale Absaugen über Mund oder Nase bei Patienten, die nicht intubiert oder tracheotomiert sind, wird als „blindes" endotracheales Absaugen bezeichnet (S. 191).

Absaugkatheter

Absaugkatheter bestehen aus weichem und dennoch ausreichend knickfestem PVC. Sie sind durchsichtig, damit das Sekret beurteilt werden kann. Um die Verletzungsgefahr beim Vorschieben zu verringern, muss die Spitze des Katheters abgerundet sein. Absaugkatheter sollten an ihrer Spitze mehrere Öffnungen (Augen) aufweisen. Hierdurch wird die Gefahr verringert, dass der Katheter sich festsaugt und Schleimhautschäden (Blutungen, Erosionen) verursacht.

► **Luftkissenkatheter.** Die Traumatisierungsgefahr soll durch sog. Luftkissenkatheter gesenkt werden. Durch einen wulstförmigen Ring an der Katheterspitze und 4 darüberliegende kleine Seitenaugen entsteht unter Sog ein Luftpolster, das einen seitlichen Abstand zur Trachealwand sichern soll (► Abb. 8.28). Luftkissenkatheter werden mit kontinuierlichem Sog angewendet. Ihre Verwendung ist in vielen Kliniken bei Intensivpatienten Standard.

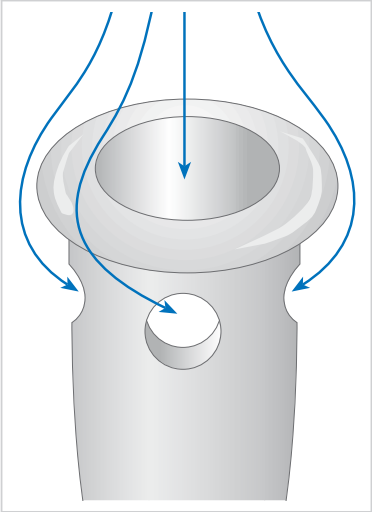


Abb. 8.28 Darstellung der Luftströmung beim Luftkissenkatheter.

► **Sonderformen.** Hier werden angeboten:

- *Absaugkatheter mit gebogener Spitze* (die Knickung kann das Einführen des Katheters beim blinden endotrachealen Absaugen erleichtern)
- *geknickte oder wellenförmige Spitzen*, um den rechten oder linken Hauptbronchus gezielt sondieren und dort absaugen zu können (ob dies einen klinisch relevanten Vorteil bringt, ist unklar)
- *zweilumige Absaugkatheter* zum endotrachealen Absaugen bei gleichzeitiger „Bronchiallavage" (auch hier ist der Nutzen umstritten)

► **Kathetergröße.** Die Größe des Katheters muss der Tubusgröße angepasst sein, ein zu großer Katheter lässt sich wegen der Reibung im Tubus oder in der Trachealkanüle schlecht vorschieben. Bei erwachsenen Patienten (Tubusgröße 7,5–9,0 mmID) sind Absaugkatheter der Größen 12–16 Charrière passend. Die Größe des Absaugkatheters beträgt also etwa die Hälfte des Tubusinnendurchmessers.

Absaugeinheit

Zu einer Absaugeinheit gehören:

- Vakuumanschluss oder Druckluftanschluss mit Druck-Sog-Wandler oder Absaugpumpe
- Verbindungsschlauch
- Vorrichtung zur Sogregulation
- Manometer
- Sekretbehälter (Einmal- oder Mehrweg-)
- Behälter für Spüllösung
- Absaugschlauch mit Fingertipp
- Aufhängevorrichtung für Fingertipp

Die Funktionstüchtigkeit der Absaugeinheit und die Vollständigkeit des Zubehörs werden regelmäßig kontrolliert. Bei Verschließen des Fingertipps muss sich ein Sog bis – 0,6 bar aufbauen. Verschiedene Absaugkatheter, Schutzhandschuhe, sterile Handschuhe und ein Abwurf müssen unmittelbar griffbereit sein.

Indikationen

Das endotracheale Absaugen wird durchgeführt

- bei Hinweis auf Sekret in den Atemwegen (hörbares Rasseln, Ansteigen des Beatmungsdrucks, Verschlechterung der Sauerstoffsättigung),
- nach Maßnahmen der Sekretolyse und Sekretmobilisation (Inhalation, Lagerungsdrainage, Perkussion und Vibration, evtl. nach Lagewechsel oder Mobilisation),
- wenn der Cuff entblockt wird (bei Lageveränderung von Tubus/Trachealkanüle, vor der Extubation, bei Verdacht auf Aspiration und Undichtigkeit des Cuffs).

Merke

Das Absaugen erfolgt so oft wie nötig und so selten wie möglich. Ein regelmäßiges Absaugen nach einem festen Schema ist nicht sinnvoll.

Das „blinde" endotracheale Absaugen ist indiziert, wenn Atemwegssekret die Atemfunktion beeinträchtigt und der Patient trotz unterstützender Maßnahmen und gezielter Anleitung zum Husten (S. 188) nicht in der Lage ist, das Sekret abzuhusten.

Nebenwirkungen und Komplikationen

Das endotracheale Absaugen ist für den Patienten meistens unangenehm und schmerzhaft. Der Vorgang kann mit Luftnot, starkem Hustenreiz, Würgen, Übelkeit und Erbrechen einhergehen.

Zusätzlich können folgende Komplikationen auftreten:

- Hypoxie
- Bradykardie (durch Vagusreiz) oder Tachykardie (durch Stress)
- Verletzungen/Blutungen der Trachealschleimhaut
- versehentliche Extubation/Dekanülierung
- Keimverschleppung durch unsauberes Arbeiten

Grundsätze bei der Durchführung

Wegen der möglichen Komplikationen und Nebenwirkungen gelten folgende Grundsätze:

- strenge Indikationsstellung (nicht unnötig absaugen)
- bestmögliche Information und Betreuung des Patienten
- aseptisches Vorgehen
- vorsichtiges und atraumatisches Vorgehen

Hygiene

Das endotracheale Absaugen erfordert ein aseptisches Vorgehen. Dies umfasst folgende Maßnahmen (KRINKO 2013):

- Vor Beginn hygienische Händedesinfektion durchführen, keimarme Handschuhe tragen.
- Bei offener Absaugung einen sterilen Handschuh an der katheterführenden Hand tragen.
- Ausschließlich sterile Einmalkatheter verwenden.
- Geschlossene Systeme mit steriler Lösung durchspülen und nach klinikinternem Standard wechseln, spätestens nach 7 Tagen (Herstellerangabe beachten).
- Bei Patienten mit multiresistenten Erregern in den Atemwegen bevorzugt geschlossene Absaugsysteme verwenden.

▶ **Fingertipp.** Dieser ist potenziell hochgradig verkeimt. Um eine Umgebungskontamination zu vermeiden, darf der Fingertipp nicht mit Bett oder Kittel in Berührung kommen. Er wird nach Gebrauch in senkrechter Position aufgehängt.

▶ **Absaugschlauch und Sekretbehälter.** Diese werden patientbezogen verwendet und täglich gewechselt. Einmal-Sekretbehälter mit integriertem Bakterienfilter werden am Patienten belassen, bis sie voll sind und anschließend verschlossen in den Müll entsorgt.

▶ **Schutzmaßnahmen.** Für das endotracheale Absaugen wird ein Gesichts- und Augenschutz empfohlen (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin 2013).

„Offenes" Absaugen

Vorbereitung

Der Pflegende nimmt Kontakt mit dem Patienten auf und informiert in verständlicher Weise über die bevorstehende Maßnahme. Ein zugewandtes, freundliches und sicheres Auftreten des Pflegenden wirkt möglichen Ängsten entgegen. Für den Patienten kann es angenehmer sein, mit erhöhtem Oberkörper gelagert zu werden; gleichzeitig wird dadurch die Gefahr einer Regurgitation von Mageninhalt und einer Aspiration verringert.

Der Absaugvorgang wird wie folgt vorbereitet:

- Patient evtl. präoxygenieren (100 % Sauerstoff für 0–3 min, abhängig von der Situation des Patienten).
- Hände desinfizieren, keimarme Schutzhandschuhe anziehen.
- Sterilen Einmalkatheter mit Fingertipp verbinden, dabei die Schutzhülle noch belassen.
- Sterilen Handschuh auf die „katheterführende" Hand ziehen.
- Handschuhverpackung in die Nähe des Tubus platzieren.
- Schutzhülle des Katheters entfernen und gleichzeitig den Katheter mit der „sterilen" Hand greifen, ohne ihn zu kontaminieren.

Bei Patienten, die mit hohem PEEP beatmet werden, kann man die Beatmungsdrücke vor dem Absaugen etwas reduzieren, um mögliche hämodynamische oder respiratorische Folgen des intrathorakalen Druckabfalls zu verringern. Die Bedeutung dieser Maßnahme ist umstritten.

Durchführung

▶ **Schritt 1.** Die „unsterile" Hand trennt Tubus und Beatmungsschlauch. Den Tubuskonnektor mit dem Beatmungsschlauch („Gänsegurgel") auf die sterile Unterlage legen. Den Konnektor so platzieren, dass evtl. herausströmende Kondenswasser- oder Sekrettröpfchen nicht den Patienten, den Pflegenden oder die Umgebung kontaminieren (▶ Abb. 8.29a–▶ Abb. 8.29b).

▶ **Schritt 2.** Den Katheter unter sterilen Kautelen in den Tubus einführen, bei Luftkissenkathetern mit und bei herkömmlichen Kathetern ohne Sog. Dabei stabilisiert die „unsterile" Hand den Tubus, um ein Hin- und Hergleiten und damit eine tracheale Reizung zu verhindern (▶ Abb. 8.29c).

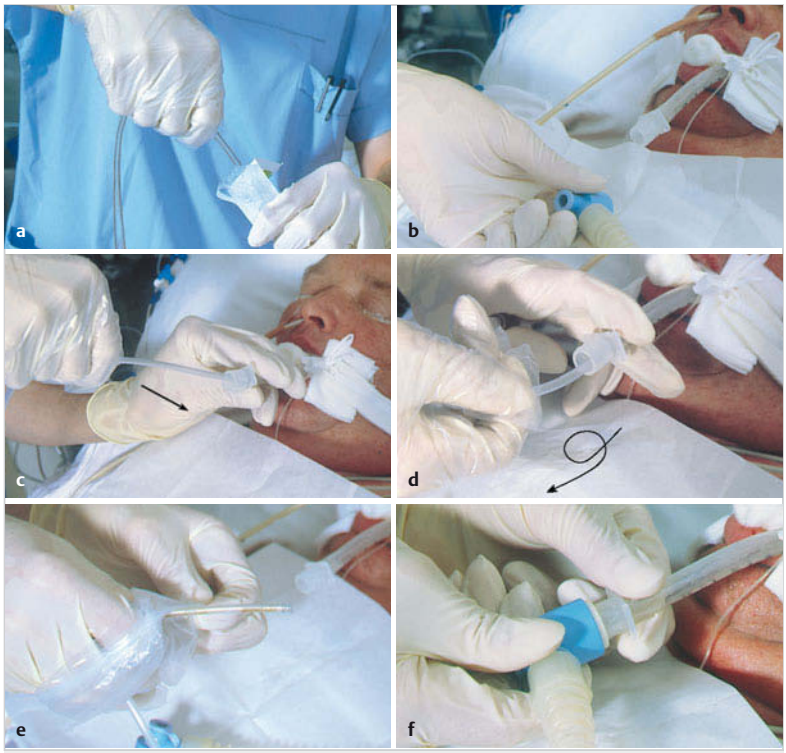


Abb. 8.29 Endotracheales Absaugen. Der beschriebene Ablauf sollte wegen der möglichen Nebenwirkungen nicht länger als 10–15 Sekunden dauern. Die Assistenz durch eine 2. Person kann ein schnelles und sicheres Vorgehen erleichtern.

- **a** Katheter mit der „sterilen" Hand greifen.
- **b** Beatmungsschlauch vom Tubus diskonnektieren.
- **c** Katheter unter sterilen Kautelen einführen, dabei den Tubus mit der „unsterilen" Hand fixieren.
- **d** Katheter zurückziehen und dabei um den Zeigefinger wickeln.
- **e** Sterilen Handschuh über den Katheter streifen.
- **f** Beatmungsschlauch und Tubus wieder konnektieren.

► **Schritt 3.** Den Katheter bis zum Ende von Tubus/Trachealkanüle oder kurz darüber hinaus einführen und den Patienten zum Husten auffordern. Bei herkömmlichen Kathetern nun den Fingertipp verschließen, um Sog aufzubauen. Eventuell muss der Katheter noch etwas weiter vorgeschoben werden, um einen Hustenreiz auszulösen. Ein tiefes Vorschieben bis zum Widerstand kann für den Patienten sehr unangenehm sein und ist nur selten erforderlich.

► **Schritt 4.** Nun den Katheter unter Sog wieder herausziehen. Die „sterile" Hand macht dabei drehende Bewegungen und wickelt den Katheter um den Finger, die „unsterile" Hand fixiert den Tubus (► Abb. 8.29d).

► **Schritt 5.** Den sterilen Handschuh über den Absaugkatheter stülpen und verwerfen (► Abb. 8.29e). Tubus und Beatmungsschlauch wieder konnektieren (► Abb. 8.29f).

Nachbereitung

Der Absaugschlauch wird mit keimarmem Leitungswasser gespült. Der Pflegende verschafft sich einen Überblick über das Befinden des Patienten und die Beatmungsparameter.

► **Dokumentation.** Dokumentiert werden:
- Hustenaktivität (kräftig, schwach, kein Husten)
- evtl. Veränderungen am Patienten (Reaktionen, Vitalwerte)
- Sekretmenge (viel, wenig, nichts)
- Sekretbeschaffenheit (Viskosität, Farbe, Beimengungen)

Absaugen mit geschlossenem Absaugsystem

Ein geschlossenes Absaugsystem besteht aus
- einem wiederverwendbaren Katheter in einer sterilen Schutzhülle,
- einem Konnektor, der zwischen Tubus und Atemschlauch gesetzt wird und durch den der Katheter vorgeschoben werden kann,
- einem Ansatzstück zur Verbindung mit dem Saugsystem,
- einer Zuleitung zum Spülen des Katheters.

► **Vorteile.** Mit dem geschlossenen Absaugsystem kann man endotracheal absaugen, ohne das Beatmungssystem vom Tubus zu diskonnektieren und die Beatmung zu unterbrechen. Deshalb kann man diese Technik generell für beatmete Patienten in Erwägung ziehen (AARC 2010). Bei Patienten, die mit erhöhtem PEEP beatmet werden, wird ein plötzlicher intrapulmonaler Druckabfall vermieden, der zum Kollaps von Alveolen und, durch plötzlich erhöhten venösen Rückstrom, zu Herz-Kreislauf-Instabilität führen könnte.

Abb. 8.30 Endotracheales Absaugen mit geschlossenem Absaugsystem.

Indikationen

Geschlossene Absaugsysteme werden besonders in folgenden Situationen eingesetzt:
- Beatmung mit hohem PEEP und/ oder hoher FiO_2
- hochgradig infektiöses Trachealsekret (z. B. MRSA)
- Bauchlage/150 °-Seit-Bauchlage

Durchführung

Beim praktischen Vorgehen gibt es zum „offenen Absaugen" folgende Abweichungen:
- Es wird nicht präoxygeniert.
- Beatmungssystem wird nicht vom Tubus diskonnektiert.
- Es wird kein steriler Handschuh benötigt.
- Absaugkatheter wird nach dem Absaugen mit steriler Lösung gespült (► Abb. 8.30).

„Blindes" endotracheales Absaugen

Diese Maßnahme ist durch die zusätzliche Traumatisierung in Nase, Rachen und Kehlkopf für Patienten besonders unangenehm. Durch den Weg, den der Katheter nimmt, kann eine Keimeinschleppung in die Trachea nicht sicher verhindert werden. Aus diesen Gründen ist eine strenge Indikationsstellung erforderlich.

Beim praktischen Vorgehen bestehen folgende Besonderheiten:
- Vor dem Absaugen möglichst Nasen- und Mundpflege durchführen (Keimreduzierung).
- Katheter vor dem Einführen gleitfähiger machen (z. B. mit einem Spray gegen Mundtrockenheit).
- Verbindung mit Absaugschlauch erst später herstellen.
- Katheter zunächst bis kurz vor die Stimmritze vorschieben (erkennbar am Atemgeräusch, das durch den Katheter fortgeleitet wird).
- Katheter mit der Inspiration des Patienten zügig, aber vorsichtig vorschieben.
- Wenn der Katheter endotracheal liegt, mit dem Absaugschlauch verbinden, absaugen und unter Sog zurückziehen.

Nicht immer gelingt es, die Trachea zu treffen. Ein positiver Effekt kann aber schon darin bestehen, einen Hustenreiz auszulösen und Sekret aus dem Nasenrachenraum abzusaugen.

8.3.5 Sauerstoffgabe

Definition

Unter Sauerstoffgabe versteht man die Anreicherung der Inspirationsluft mit Sauerstoff und damit die Anhebung der Sauerstoffkonzentration in der Einatmungsluft auf mehr als 21 %.

Ziel ist die Prophylaxe und Therapie der Hypoxie/Hypoxämie.

Indikationen

Indikationen zur Sauerstoffgabe sind:
- Hypoxämie
- Notfallsituation
- schweres Trauma
- akuter Myokardinfarkt

Applikationssysteme

Der Sauerstoff wird in Krankenhäusern üblicherweise der zentralen Gasversorgungsanlage oder einer Sauerstoffflasche entnommen. Um dem Patienten Sauerstoff zuzuführen, benötigt man ein Applikationssystem.

Grundsätzlich unterscheidet man bei der Sauerstoffapplikation:
- Low-Flow-Systeme
- High-Flow-Systeme

► **Low-Flow-Systeme.** Diese liefern reinen Sauerstoff mit einem Flow, der deutlich unter dem inspiratorischen Flow des Patienten liegt. Die tatsächliche inspiratorische Sauerstoffkonzentration hängt dann von folgenden Faktoren ab:
- Höhe des Sauerstoffflusses (l/min)
- Applikationssystem (Sonde, Brille oder Maske)
- inspiratorischer Flow des Patienten
- Mund- oder Nasenatmung

Zu einem Low-Flow-System gehören:
- Durchflussmesser zur Dosierung des Sauerstoffs

- Sprudler zur Anfeuchtung
- zuleitender Schlauch
- Nasensonde, Sauerstoffbrille oder Sauerstoffmaske

► **High-Flow-Systeme.** Sie liefern eine Mischung aus Sauerstoff und Druckluft mit einem deutlich höheren Flow. Dadurch atmet der Patient weniger Raumluft als bei Low-Flow-Systemen. Es kann eine höhere inspiratorische Sauerstoffkonzentration erreicht werden.

Zu einem High-Flow-System gehören:

- Gerät mit einem Sauerstoff-Luft-Mischer (z. B. CPAP-Gerät)
- aktives Befeuchtungssystem
- zuleitender Schlauch
- Sauerstoffmaske oder ein T-Stück (bei intubierten/ tracheotomierten Patienten)

Nasensonden, Nasenkatheter, Sauerstoffbrillen

Nasensonden, Nasenkatheter oder Sauerstoffbrillen werden eingesetzt, wenn der Patient eine geringe bis mäßige Sauerstoffzufuhr benötigt. Ein Sauerstoffflow bis 6 l/min ist bei diesen Systemen sinnvoll, dabei entstehen inspiratorische Sauerstoffkonzentrationen von bis zu 40 %.

Nasensonden und Sauerstoffbrillen werden im Naseneingang platziert, Nasenkatheter werden bis in den Nasenrachenraum vorgeschoben. Nasensonden (z. T. auch Nasenbrillen) haben einen abdichtenden Schaumstoff, der ein Entweichen von Sauerstoff in die Umgebung verringert.

Der Vorteil dieser Systeme ist der hohe Tragekomfort, sie sind deshalb auch zur mittel- und langfristigen Sauerstofftherapie sehr gut geeignet. Nachteilig ist die relativ geringe Erhöhung der inspiratorischen Sauerstoffkonzentration.

Sauerstoffmasken

Sauerstoffmasken werden bei höherem Sauerstoffbedarf des Patienten angewendet.

► **Einfache Sauerstoffmasken.** Damit erreicht man inspiratorische Sauerstoffkonzentrationen von bis zu 50 %. Eine Erhöhung des Sauerstoffflows über 10 l/min bringt keine weitere Erhöhung der Sauerstoffkonzentration.

► **Kinn-Masken.** Wenn der Patient die Sauerstoffmaske als zu eng empfindet und schlecht toleriert, kann man eine Kinn-Maske verwenden. Sie hat eine offene Form und eignet sich in Kombination mit einem High-Flow-System (► Abb. 8.31).

Abb. 8.31 Verabreichung von Sauerstoff mit einer Kinn-Maske.

► **Sauerstoffmasken mit Reservoirbeutel.** Diese Masken ermöglichen Sauerstoffkonzentrationen von 40–70 %. Hierzu liegt der eingestellte Flow bei 6–10 l/min. Sind diese Masken mit Nichtrückatmungsventil ausgestattet, dann wird der Sauerstoffflow über 10 l/min eingestellt und es werden Sauerstoffkonzentrationen bis 80 % erreicht.

Nebenwirkungen und Komplikationen

Bei der Sauerstoffgabe kann es zu folgenden Nebenwirkungen und Komplikationen kommen:

- Hypoventilation und Atemstillstand (bei Patienten mit chronisch erhöhtem CO_2)
- Resorptionsatelektasen (bei hoher Sauerstoffkonzentration)
- Beeinträchtigung der Ziliar- und Leukozytenfunktion, Alveolarschädigung, Surfactantschädigung (bei hoher Sauerstoffkonzentration)

Anfeuchtung

Der Sauerstoff kommt kalt und trocken aus der Gasversorgungsanlage/Sauerstoffflasche. Bei der Gabe von Sauerstoff besteht deshalb die Gefahr, dass die oberen Atemwege mit der Anfeuchtung und Erwärmung überfordert sind und austrocknen, insbesondere der Mund-Rachen- und der Nasen-Rachen-Raum. Das Sekret in diesem Bereich wird zäh und kann sogar zu respiratorischen Notfällen führen, wenn es aspiriert wird.

Um die Trockenheit zu kompensieren, wird der Sauerstoff deshalb angefeuchtet, bevor er zum Patienten geleitet wird. Dies geschieht mit Sprudlern (Kalt-Verdunstern). Ausnahme: Wenn nur sehr wenig Sauerstoff und nur über einen kurzen Zeitraum appliziert wird (z. B. 2 l/min für einige Stunden).

Bei der Gabe von Sauerstoff-Luft-Gemischen über High-Flow-Systeme werden aktive Befeuchtungssysteme eingesetzt.

Sauerstoffflaschen

Bei Verwendung von Sauerstoffflaschen (z. B. beim Transport von Patienten) müssen die Sicherheitsvorschriften beachtet werden, vor allem:

- Flaschen vor dem Umstürzen schützen.
- Gewinde nicht ölen/fetten.
- Starke Erwärmung der Flaschen vermeiden.
- Kein offenes Feuer in Flaschennähe verursachen (z. B. Rauchen).

8.3.6 Positiver Atemwegsdruck

Belüftungsstörungen entstehen, wenn die Druckdifferenz zwischen Atemwegen und umgebendem Lungengewebe nicht groß genug ist. Siehe transpulmonaler Druck (S. 181). Prinzipiell gibt es 2 Möglichkeiten, um diese Druckdifferenz zu erhöhen:

1. Erniedrigung des Drucks im umgebenden Lungengewebe durch aktive, maximale Einatmung; s. SMI (S. 185),
2. Erhöhung des Drucks in den Atemwegen.

Bei Patienten, die nicht intubiert/tracheotomiert sind, kann positiver Atemwegsdruck über eine Maske oder ein Mundstück verabreicht werden. Bei Intensivpatienten wird v. a. die CPAP-Therapie angewendet.

CPAP

Bei CPAP (Continuous Positive Airway Pressure) wird positiver Druck auf die Atemwege des Patienten ausgeübt und über den gesamten Atemzyklus kontinuierlich gehalten.

Der positive Atemwegsdruck kann über Tubus/ Trachealkanüle oder über eine dicht sitzende Gesichts- oder Nasenmaske angewendet werden. Der Atemwegsdruck wird als PEEP (Positive Endexpiratory Pressure = positiver Druck am Ende der Exspiration) oder als CPAP-Niveau bezeichnet.

Arten

CPAP ist bei intubierten /tracheotomierten Patienten eine Beatmungsform (S. 209), die zwischen assistierender Beatmung und Spontanatmung liegt. Bei Anwendung über eine Maske (Masken-CPAP) ist CPAP eine **nicht invasive Atemhilfe**, siehe NIV (S. 225).

Masken-CPAP wird mit speziellen CPAP-Geräten durchgeführt, die mit einem relativ hohen, kontinuierlichen Gasfluss arbeiten (High-Flow-CPAP = Continuous-Flow-CPAP). High-Flow-CPAP kann auch bei intubierten/tracheotomierten Patienten angewendet werden.

► Abb. 8.32 veranschaulicht das Prinzip des High-Flow-CPAP.

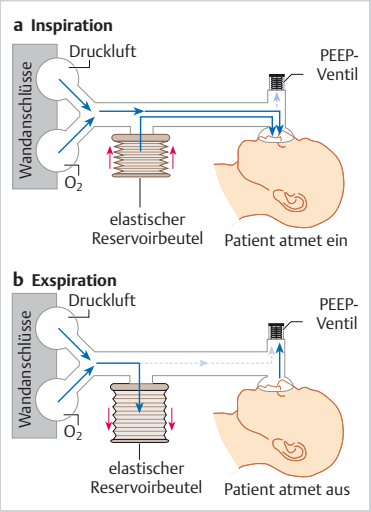


Abb. 8.32 Prinzip des High-Flow-CPAP.
a Während der Inspiration strömt Luft/Sauerstoff von den Wandanschlüssen und aus einem elastischen Reservoirbeutel zum Patienten.
b Die Exspirationsluft entweicht über ein PEEP-Ventil, gleichzeitig füllt sich der Reservoirbeutel wieder mit Luft/Sauerstoff. Der hohe Flow gewährleistet einen kontinuierlichen Luftstrom Richtung Patient und PEEP-Ventil. Dadurch wird ein gleichbleibender positiver Druck aufrecht erhalten.

Wirkungsweise

Durch die Anwendung von CPAP werden Atemwege und Alveolen am Ende der Exspiration leicht gebläht gehalten. Der Kollaps von Alveolen, der v. a. in der Exspiration auftritt, wird verringert und die funktionelle Residualkapazität (FRC) wird erhöht.

Dies hat bei Patienten mit (beginnenden) Belüftungsstörungen positive Wirkungen zur Folge:
- Der pulmonale Rechts-Links-Shunt wird verringert und die Oxygenierung verbessert.
- Die Compliance wird erhöht und die Atemarbeit verringert.

Durchführung (Masken-CPAP)

► **Auswahl der Maske.** Die Maske soll weich und hautfreundlich sein und sich optimal anpassen. Es kommen v. a. Nasenmasken, Mund-Nasen-Masken und Gesichtsmasken in Betracht. Siehe „Nicht Invasive Beatmung“ (S. 225).

► **Lagerung.** CPAP soll zu einer besseren Belüftung der Lunge führen, deshalb wird der Patient so gelagert, dass seine Atmung erleichtert wird, z. B. in sitzender Position oder mit erhöhtem Oberkörper. Der Patient soll frei in den Bauch atmen und sich entspannen können.

► **Informieren und Betreuen.** Die Art, wie der Patient atmet, ist entscheidend für den Erfolg von CPAP. Der Patient soll ruhig, entspannt und angstfrei atmen, insbesondere soll die *Exspiration passiv* erfolgen. Nur so wird die Hauptwirkung, die Erhöhung der FRC, erzielt. Eine sinnvolle Information ist z. B.: „Sie können ganz normal und ruhig unter der Maske weiter atmen“. Wenn der Patient trotz intensiver Betreuung und Begleitung gegen den erhöhten Atemwegsdruck presst oder verstärkt ausatmet, wird die Wirkung von CPAP verfehlt.

► **Geräteaufbau und -einstellung.** CPAP-Geräte, die Sauerstoff/Druckluft aus Wandanschlüssen verwenden, werden mit einem aktiven System zur Atemgasbefeuchtung aufgebaut. Um die Trockenheit der medizinischen Gase zu kompensieren, wird der Verdunster so eingestellt, dass etwa Raumluftniveau erreicht wird.

Die inspiratorische Sauerstoffkonzentration und der Atemwegsdruck werden überwacht.

Der PEEP wird am Ventil eingestellt und am Manometer kontrolliert. Maßgeblich ist der Wert am Manometer, denn PEEP-Ventile sind ungenau und der Druck ist flowabhängig.

Der Flow wird so hoch eingestellt, dass der Druck kontinuierlich aufrechterhalten wird, meistens zwischen 25 und 40 l/min. Ein zu niedriger Flow führt dazu, dass der Atemwegsdruck in der Inspiration erniedrigt wird, bei zu hohem Flow erhöht sich der Druck in der Exspiration. Die Sauerstoffeinstellung richtet sich danach, wie stark der Patient in der Oxygenierung eingeschränkt ist.

► **Beginn der Therapie.** Zunächst wird die Maske von Hand gehalten und die Atmung des Patienten beobachtet. Begleitend wird dem Patienten nochmals vermittelt, dass er „ganz normal“ weiter atmen kann. Wenn der Patient einverstanden ist, kann nach einiger Zeit die Maske mit einer elastischen Halterung fixiert werden. Der Sitz der Maske wird optimiert: sie soll dicht sein und gleichzeitig möglichst wenig Druck ausüben. Die Dauer und Häufigkeit der CPAP-Therapie wird mit dem Patienten vereinbart.

Merke

Patienten mit CPAP-Therapie dürfen nicht allein gelassen werden. Eine Ausnahme ist der mobile, sitzende Patient, der die Maske notfalls selbst entfernen kann.

Indikationen (Masken-CPAP)

CPAP ist v. a. bei Intensivpatienten mit Minder- und Fehlbelüftungen und schlechter Oxygenierung indiziert (Branson 2013). Bei pulmonal gefährdeten Patienten wird CPAP auch prophylaktisch zur intermittierenden Atemtherapie angewendet, z. B. nach thorakalen und abdominellen Eingriffen.

Nebenwirkungen und Komplikationen (Masken-CPAP)

Durch CPAP wird der intrathorakale Druck erhöht und der venöse Rückstrom zum Herzen reduziert. Dadurch können sich Herzminutenvolumen und Blutdruck verringern, der Hirndruck kann ansteigen. Weitere mögliche Probleme sind durch die Maske und/oder den hohen Luftstrom bedingt:
- Erbrechen und Aspiration unter der Maske
- Druckstellen, v. a. am Nasenrücken
- Konjunktivitis und Austrocknen der Schleimhaut durch den Luftstrom
- Stress, Beklemmungsgefühl, Atemnot

Kontraindikationen (Masken-CPAP)

CPAP kann nicht angewendet werden, wenn der Patient die Therapie nicht toleriert bzw. nicht kooperiert. Angst und Stress unter der Maske führen zu vermehrter exspiratorischer Atemanstrengung; dadurch wird die wichtigste Wirkung von CPAP, die Erhöhung der FRC, verfehlt. Weitere Kontraindikationen sind
- erhöhte Gefahr von Erbrechen und Aspiration,
- Verletzungen in Speiseröhre und oberen Atemwegen,
- Gesichtsverletzungen, die den Einsatz der Maske unmöglich machen,
- stark erhöhter Hirndruck.

8.3.7 Intubation und Extubation

Definition

Endotracheale Intubation ist das Einführen eines Tubus durch den Kehlkopf in die Trachea. Die Intubation kann orotracheal (durch den Mund) oder nasotracheal (durch die Nase) erfolgen.

Grundlagen

Möglichkeiten und Indikationen

Endotrachealtuben sichern den Zugang zu den Atemwegen. Durch Aufblasen eines Blockerballons (Cuff) wird die Trachea zum Larynx hin abgedichtet. Dadurch wird eine Überdruckbeatmung möglich und die Gefahr einer Aspiration von flüssigen oder festen Stoffen in die unteren Atemwege minimiert.

Indikationen zur endotrachealen Intubation sind

- respiratorische Störung, die eine „invasive" Beatmung des Patienten erforderlich macht,
- Anästhesie mit kontrollierter Beatmung (Alternative: Larynxmaske),
- Sicherung der Atemwege in Notfallsituationen,
- Fehlen von Schutzreflexen, Aspirationsgefahr.

Arten

► **Orotracheale Intubation.** Dieses Verfahren wird in Anästhesie, Intensivtherapie und Notfallmedizin häufig angewendet. Sie kann vom Geübten schnell und sicher durchgeführt werden. Nachteile des orotrachealen Tubus sind die Missempfindungen und Einschränkungen, die damit für einen wachen Patienten verbunden sind (Fremdkörper- und Druckgefühl, Übelkeit, erschwertes Schlucken). Die Gefahr der versehentlichen Extubation ist relativ hoch und die Durchführung der Mundpflege ist erschwert.

Der orotracheale Tubus dient v. a. der kurz- bis mittelfristigen Atemwegssicherung. Bei Langzeitbeatmung oder langfristig fehlenden Schutzreflexen wird eine Tracheotomie erwogen.

► **Nasotracheale Intubation.** Diese Intubation wird seltener durchgeführt. Die Komplikationsrate ist insgesamt höher (nasale Traumen, Druckulzera, Sinusitiden). Die wichtigsten Indikationen sind die Anästhesie bei Operationen im Gesichtsbereich und die Durchführung einer fiberoptischen Wachintubation, bei der der transnasale Zugang bevorzugt wird. Bei Früh- und Neugeborenen ist die nasotracheale Intubation das Standardverfahren der Atemwegssicherung.

Bestandteile eines Endotrachealtubus

Endotrachealtuben bestehen aus einem stabilen Schlauch und einem Normkonnektor zum Anschluss an einen Beatmungsbeutel oder ein Beatmungsgerät. Am distalen Ende befindet sich der Cuff, der den Tubus zur Trachealwand hin abdichtet und in der Mitte der Trachea fixiert. Zum Cuff führt ein gesonderter, in die Tubuswand eingearbeiteter Zuleitungsschlauch. An seinem Ende befinden sich der Kontroll- oder Pilotballon und ein Ventil (► Abb. 8.33).

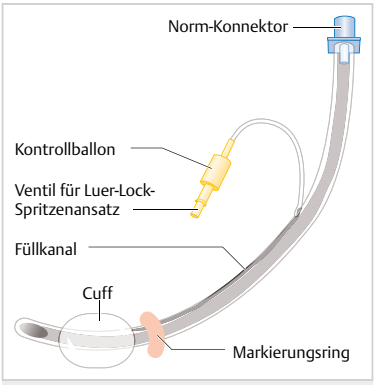


Abb. 8.33 Bestandteile eines Endotrachealtubus.

Tubusmaterial, Tubusarten

Das Tubusmaterial soll glatt und gewebefreundlich sein, formstabil und thermoplastisch, d. h. es darf nicht abknicken, soll aber bei Erwärmung weicher werden. Das Innenlumen soll im Vergleich zum Außendurchmesser möglichst groß sein. Heute gebräuchliche Tuben sind fast ausschließlich PVC-haltige Einmaltuben, seltener finden Materialien wie Silikon, Latex oder Weichgummi Verwendung.

Für besondere Indikationen gibt es Spezialtuben (► Tab. 8.14).

Tubusgröße

Um den Strömungswiderstand der Luft gering zu halten, soll der Tubus möglichst großlumig gewählt werden. Dabei soll die engste Stelle (bei Erwachsenen die Stimmritze, bei Kindern die Trachea in Höhe des ersten Ringknorpels) leicht passiert werden können. Bei Frauen sind Tuben der Größe 7.5–8,5 mm Innendurchmesser (ID) und bei Männern 8,0–9,0 mm ID zumeist passend.

► **Bei Kindern.** Als grobe Orientierung für die richtige Tubusgröße bei Kindern dient die Umrechnungsformel nach Cole: (Alter : 4) + 4 → Tubusgröße in mm ID.

Cuff

Der Blockerballon/Cuff soll eine möglichst sichere Abdichtung der Trachea mit möglichst niedrigem Druck gewährleisten. Bei zu hohem Cuffdruck wird die Durchblutung der Schleimhautkapillaren beeinträchtigt, bei zu niedrigem Cuffdruck ist die Aspirationsgefahr erhöht.

Es werden fast ausschließlich Cuffs mit großem Volumen verwendet (High-Volume-Low-Pressure Cuff), mit denen bei einem Druck von 20–25 cmH_2O in der Regel eine gute Abdichtung erreicht wird. Ein Cuffdruck von 30 cmH_2O sollte möglichst nur kurzfristig überschritten werden, damit Schleimhautläsionen oder gar Nekrosen vermieden werden.

► **Mikroaspiration.** Der Cuff legt sich nicht immer glatt an die Trachealwand an, auch innerhalb des Cuffs können sich kleine kapilläre Strukturen bilden. Deshalb kann es auch bei gut eingestelltem Cuffdruck zu Mikroaspirationen subglottischer Flüssigkeit und Infektionen der unteren Atemwege mit Keimen des Gastrointestinaltrakts kommen. Für Patienten, die länger als 72 h beatmet werden, wird eine subglottische Sekretabsaugung empfohlen (KRINKO 2013). Hierzu benötigt man Spezialtuben/ -kanülen mit einem zusätzlichen Lumen, das kurz über dem Cuff endet. Möglicherweise sind auch neu entwickelte Cuffs aus hauchdünnem Material vorteilhaft.

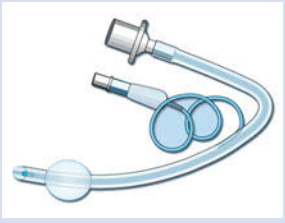
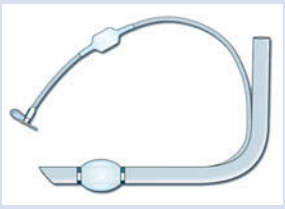
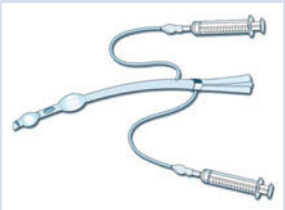
► **Cuffdruck.** Um den Cuffdruck möglichst konstant zu halten, wird er regelmäßig (z. B. alle 6 h) mit einem Manometer kontrolliert (► Abb. 8.34). In Phasen erhöhter Aspirationsgefahr, etwa bei der Mundpflege, kann der Cuffdruck vorübergehend erhöht werden (z. B. auf 50 cmH_2O).

Eine Alternative zur regelmäßigen Cuffdruckkontrolle sind selbstblockende Schaumstoff-Cuffs oder selbstregulierende Cuffdruckventile, die den Cuffdruck automatisch bei etwa 25 cmH_2O konstant halten.

► **Besonderheiten bei Kindern.** Bei Kindern bis zu einem Alter von etwa 8 Jahren verwendet man häufig Tuben ohne Cuff. Hier ist die Gefahr des Laryngo- oder Bronchospasmus durch Irritation der Trachealwand besonders groß, als Spätkomplikationen können Trachealstenosen auftreten.

Abb. 8.34 Einstellen des Cuffdrucks.

Tab. 8.14 Verschiedene Tuben.

Tubus	Besonderheiten	Indikation
	Magill-Tubus • Magill-Tuben unterscheiden sich untereinander hinsichtlich Materialbeschaffenheit und Cuff	• Standard-Tubus zur orotrachealen und nasotrachealen Intubation • zur Anästhesie, zur Kurzzeit- und zur Langzeitintubation
	**RAE-Tubus** • vorgeformter Tubus • oral: Ableitung und Fixierung zum Kinn • nasal: Ableitung und Fixierung zur Stirn	• zur Anästhesie bei Operationen im Gesichtsbereich
	Spiral-Tubus • dünnwandiger und weicher Tubus mit eingearbeiteter Metallspirale, die ein Abknicken verhindert	• Anästhesie bei Operationen im Gesichtsbereich • einige Spiraltuben sind auch zur Langzeitbeatmung geeignet
	**ONK-Tubus** • rechtwinklig vorgeformter Tubus • wird nur noch selten eingesetzt	• zur orotrachealen Notfall-Intubation
	**Doppelläufiger Tubus** • 2 getrennte Lumen • das distale Ende wird bis in einen Hauptbronchus (zumeist in den linken) vorgeschoben und mit einem kleinen, zusätzlichen Cuff abgedichtet	• zur getrennten Beatmung der beiden Lungenhälften • zur einseitigen Lungenbeatmung, z. B. bei Thorakotomien

Hilfsmittel zur Intubation

► **Laryngoskop.** Dies ist das wichtigste Hilfsmittel zur endotrachealen Intubation. Es ermöglicht bei den meisten anästhesierten und relaxierten Patienten die direkte Sicht auf die Stimmritze und damit eine sichere Intubation. Ein Laryngoskop besteht aus einem Handgriff mit Batterie/Akku und einem Spatel zum Einführen in den Mund- und Rachenraum. Spatel gibt es in verschiedenen Größen und Formen (► Abb. 8.35). Als Alternative zur klassischen Laryngoskopie wird heute häufig ein Videolaryngoskop verwendet (Kill et al. 2012).

► **Führungsstab.** Mit einem Führungsstab kann ein Tubus geschient oder in eine besondere Form gebracht werden, um die Einführung zu erleichtern (z. B. bei schwieriger Intubation oder bei Anwendung von Spiraltuben). Führungsstäbe bestehen aus biegsamem Metall und einem Kunststoffmantel, sie werden unter Anwendung eines Gleitmittels bis zur Tubusspitze in den Tubus eingelegt und beim Vorschieben in die Trachea wieder entfernt.

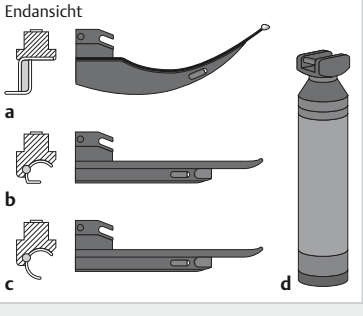


Abb. 8.35 Laryngoskop mit Macintosh-Spatel (**a**), Miller-Spatel (**b**) und Foregger-Spatel (**c**).

► **Intubationszange (z. B. Magill-Zange).** Diese wird v. a. zur nasotrachealen Intubation benötigt, um die Tubusspitze beim Vorschieben in den Kehlkopf zu führen.

► **Tubus-Changer.** Dies ist ein Hilfsmittel zur Extubation und Reintubation, wenn Schwierigkeiten bei der Reintubation zu befürchten sind. Es handelt sich um einen langen, dünnen Tubus, der vorübergehend als Leitschiene in der Trachea verbleibt.

Durchführung der Intubation

Bei der Intubation gibt es verschiedene Vorgehensweisen. Am häufigsten wird die orotracheale Intubation des nüchternen Patienten durchgeführt. Daneben gibt es zahlreiche Situationen, die ein abweichendes Vorgehen erfordern, z. B. die Intubation von Patienten mit erhöhter Aspirationsgefährdung und die fiberoptische Wachintubation bei erwartet schwieriger

Intubation. Eine besondere Anforderung stellen unerwartete Schwierigkeiten im Verlauf der Intubation dar. Im Folgenden werden vorgestellt:
- orotracheale Intubation
- nasotracheale Intubation
- Intubation bei erhöhter Aspirationsgefährdung
- fiberoptische Wachintubation

Orotracheale Intubation

Die orotracheale Intubation ist das Standardverfahren der Atemwegssicherung in Anästhesie und Intensivtherapie. Fast alle Patienten, die invasiv beatmet werden müssen, werden primär orotracheal intubiert.

Bei der Intubation kann es zu vital gefährdenden Komplikationen kommen, z. B. Hypoxie, Aspiration und Kreislaufinstabilität. Diese Risiken werden durch folgende Maßnahmen verringert: Einschätzen des Risikos, Vorbereiten des Patienten (informieren und begleiten, Nüchternheit), Vorbereiten der Geräte, Medikamente und Materialien, Präoxygenierung, Absprachen im Team über die Vorgehensweise.

Die Intubation wird in Allgemeinanästhesie durchgeführt, um die Reflexe zu unterdrücken, die durch den Stimulus von Laryngoskopie und Intubation ausgelöst werden können (z. B. Laryngospasmus, Erbrechen, kardiovaskuläre Nebenwirkungen).

Vorbereitung des Patienten

Vor jeder geplanten Intubation erfolgt die Risikoeinschätzung durch den Arzt anhand von Anamnese, Untersuchungsbefunden und klinischem Zustand. Im Aufklärungsgespräch werden nicht nur der Informationsbedarf, sondern auch mögliche Ängste des Patienten berücksichtigt, wie z. B. die Angst davor, nicht wieder zu erwachen oder anderen Menschen schutzlos ausgeliefert zu sein. Um dem Patienten die Zeit bis zur Intubation zu erleichtern, kann die Gabe von Sedativa notwendig sein.

Unmittelbar vor der Intubation ist es für den Patienten beruhigend, wenn Arzt und Pflegende Sicherheit und Ruhe ausstrahlen. Folgende vorbereitende Maßnahmen werden durchgeführt:
- Schmuck und lockere Zahnprothesen entfernen.
- Nüchternheit feststellen (der Patient soll innerhalb der letzten 2 h keine klaren Flüssigkeiten und innerhalb der letzten 6 h keine feste Nahrung mehr zu sich nehmen (Spiess 2003).
- In flacher Rückenlage mit leicht erhöhtem Kopf lagern („Schnüffelposition" oder Jacksonposition).
- Venösen Zugang mit Zuspritzmöglichkeit legen und Infusion anschließen.
- Überwachungsgeräte (EKG, Blutdruckmessung, Pulsoxymeter) anschließen.

Monitoring, Medikamente, Materialien

Vor der Intubation müssen alle Geräte vollständig vorhanden und auf Funktionstüchtigkeit überprüft sein.

Merke

Die wichtigste Maßnahme, um Komplikationen zu vermeiden, ist die vollständige Vorbereitung der Intubation.

Die benötigten Medikamente und Materialien werden griffbereit zurechtgelegt.

► **Monitoring.** Dazu zählen:
- EKG-Monitor, Pulsoxymeter
- nicht invasive Blutdruckmessung
- Stethoskop, Kapnometrie

► **Medikamente.** Dies sind:
- Hypnotikum, evtl. ein Opiat
- Relaxans
- Notfallmedikamente

► **Materialien zum Beatmen.** Dies sind:
- Gesichtsmaske (verschiedene Größen)
- oropharyngeale Tuben (Guedel-Tuben)
- nasopharyngeale Tuben (Wendl-Tuben)
- Beatmungsbeutel
- Sauerstoffanschluss
- Beatmungs- oder Narkosegerät

► **Materialien zum Intubieren.** Dazu zählen:
- Laryngoskop (verschiedene Spatel)
- Tubus (Cuff geprüft, befeuchtet)
- weitere Tuben (benachbarte Größen)
- Führungsstab
- Absauggerät, -katheter
- Intubationszange (Magill-Zange)
- Blockerspritze
- Cuffdruckmessgerät

► **Material zum Fixieren des Tubus**
- nach Standard der Abteilung

Präoxygenierung

Nachdem die Vorbereitungen abgeschlossen sind, beginnt die Präoxygenierung. Dabei atmet der Patient für 3–5 min langsam und tief Sauerstoff ein. Der Sauerstoff wird dem Patienten mit einer Beatmungsmaske zugeführt, die mit geringem Druck, aber ohne Leckage auf das Gesicht gesetzt wird. Wird die Maske nicht dicht aufgesetzt, sondern lediglich vor das Gesicht des Patienten gehalten, ist der eingeatmete Sauerstoffanteil deutlich niedriger und die Effektivität der Präoxygenierung geringer.

Durch die Präoxygenierung wird ein Großteil des Stickstoffs in der Lunge ausgewaschen und durch Sauerstoff ersetzt. Die FRC besteht am Ende einer optimalen Präoxygenierung überwiegend aus Sauerstoff. Dadurch entsteht ein intrapulmonaler Sauerstoffspeicher, mit dem die Apnoezeit bis zum Auftreten einer Hypoxämie bei lungengesunden Patienten auf 8–10 min verlängert wird. Bei Patienten mit geringer FRC ist diese Zeit erheblich kürzer, z. B. bei Kleinkindern, Schwangeren oder Patienten mit Atelektasen.

Eine effektive Präoxygenierung ist die entscheidende Maßnahme zur Verminderung des Hypoxämie-Risikos, v. a. bei unerwartet auftretenden Schwierigkeiten wird wertvolle Zeit gewonnen.

Anästhesie und Maskenbeatmung

Die Anästhetika werden je nach Situation, Vorerkrankungen und klinischem Zustand des Patienten ausgewählt. Initial werden i. d. R. ein Hypnotikum und evtl. ein Opiat injiziert. Sobald der Patient nicht mehr spontan atmet, wird er mit einer Gesichtsmaske manuell beatmet. Dazu steht man am günstigsten hinter dem Patienten. Der Kopf wird leicht überstreckt gehalten und der Unterkiefer mit Mittel-, Ring- und kleinem Finger einer Hand nach vorwärts und aufwärts gezogen (Esmarch-Position). Die Maske wird, beginnend am Nasenrücken, auf das Gesicht gesenkt und mit Daumen und Zeigefinger fixiert (C-Griff). Die andere Hand drückt den Beatmungsbeutel (► Abb. 8.36).

Zur Erfolgskontrolle wird das Heben und Senken des Thorax beobachtet, wünschenswert ist die Messung des Atemminutenvolumens und des endexspiratorischen CO_2. Um zu vermeiden, dass ein Teil der Beatmungsluft in den Magen gelangt (Überblähung des Magens, Gefahr des Erbrechens), sollte der Beatmungsdruck 20 cmH_2O nicht überschreiten. Lässt sich die Beatmung auf diese Weise nicht durchführen, kann man einen oropharyngealen Tubus (Guedel-Tubus) oder einen nasopharyngealen Tubus (Wendl-Tubus) zum Freihalten der Atemwege zu Hilfe nehmen. Bei Undichtigkeit wird die Maske evtl. beidhändig gehalten und der Beatmungsbeutel von einem Helfer gedrückt.

Abb. 8.36 Handhaltung bei der Maskenbeatmung.

Erst wenn der Patient sicher mit der Maske beatmet werden kann, darf das Muskelrelaxans injiziert werden. Nach dessen Wirkungseintritt folgt die eigentliche Intubation.

Laryngoskopie und Intubation

Merke

Bei Laryngoskopie und Intubation ist ein atraumatisches Vorgehen erforderlich, es besteht Verletzungsgefahr für Lippen, Zähne, Rachen, Kehlkopf, Ösophagus, Trachea und Augen.

Der Mund des Patienten wird geöffnet und das Laryngoskop vorsichtig mit der linken Hand rechts an der Zunge entlang vorgeschoben. Die Zunge wird nach links verdrängt und die Spatelspitze (bei gebogenem Spatel) zwischen Zungengrund und Epiglottis platziert. Durch Zug am Griff in Richtung Mundboden wird die Epiglottis aufgerichtet und die dahinter liegende Stimmritze sichtbar. Hierbei darf keine Hebelbewegung ausgeführt werden (Zahnschäden möglich!). Bei geradem Spatel wird die Epiglottis auf die Spatelspitze „aufgeladen" und direkt angehoben. Jetzt kann der Tubus vorsichtig und unter Sicht von rechts durch die Stimmritze bis in die Trachea vorgeschoben werden (▶ Abb. 8.37).

Merke

Der Tubus muss sich leicht und ohne Widerstand vorschieben lassen.

Der Cuff wird geblockt, das Laryngoskop entfernt und der Patient über den Tubus weiter beatmet.

▶ **Lagekontrolle.** Die Lagekontrolle des Tubus erfolgt durch Auskultation (seitengleiche Belüftung der Lunge) und kapnometrisch (Nachweis von CO_2 in der Ausatmungsluft), siehe Kapnometrie (S. 176). Als sichere Nachweise einer endotrachealen Tuslage gelten:

- Nachweis von CO_2 in der Exspirationluft
- laryngoskopisch erkennbare Tuslage zwischen den Stimmbändern
- fiberoptische Lagekontrolle

Bei korrekter Lage kann der Tubus fixiert und der Cuffdruck reguliert werden.

Merke

Die gefährlichste Komplikation ist die nicht erkannte Tubusfehllage. Im Zweifelsfall muss der Tubus entfernt und der Patient über Maske weiter beatmet werden. Erst danach erfolgt ein neuer Intubationsversuch.

Zur endotrachealen Intubation sind genaue Absprachen über die Vorgehensweise notwendig. Eine mögliche Arbeitsteilung während der Intubation ist in ▶ Tab. 8.15 dargestellt.

Tubusfixierung

Die Tubusfixierung muss sicher und komfortabel sein, d. h.

- eine Dislokation oder Extubation wird sicher verhindert,
- Lippen und Haut bleiben intakt und
- der Patient wird möglichst wenig durch die Fixierung eingeschränkt.

In der Praxis gibt es neben den speziell für die Tubusfixierung konzipierten Gewebebändern und Komplettsystemen nach wie vor selbst gefertigte Fixierungen mit festen Bändern oder Pflasterstreifen (Rothaug et al. 2013). Fixierungen, die um den Nacken herum geführt werden, dürfen nicht zu fest und nicht zu locker sein. Ein zusätzlicher „Beißschutz", z. B. eine Mull-

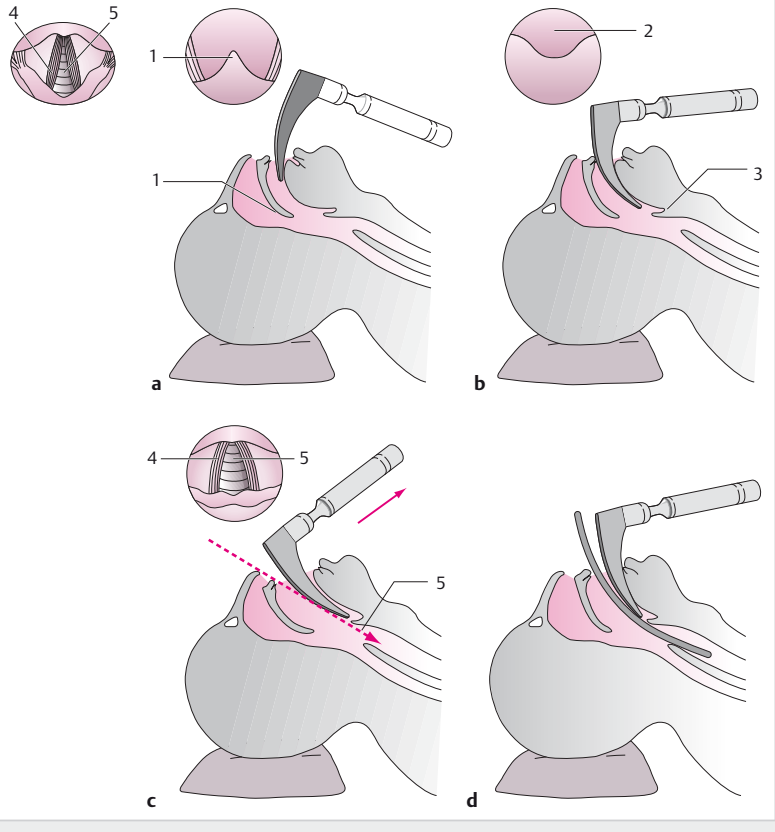


Abb. 8.37 Intubation unter laryngoskopischer Sicht. (Krier u. Georgi 2001)
a Vorschieben des Spatels.
b Platzieren der Spatelspitze zwischen Zungengrund und Epiglottis.
c Zug am Laryngoskopgriff (durchgezogener Pfeil) und Sicht auf die Glottis (gestrichelter Pfeil).
d Platzierter Tubus. 1) Uvula, 2) und 3) Epiglottis, 4) Stimmbänder, 5) Glottis.

Tab. 8.15 Mögliche Arbeitsteilung während der Intubation.

Arzt	Pflegender
• injiziert die Medikamente	• bleibt beim Patienten • hält die Maske
• kontrolliert die Vitalzeichen	• beatmet den Patienten mit der Maske
• führt die Laryngoskopie durch	• reicht den Tubus an
• beatmet den intubierten Patienten	• überprüft die korrekte Tuslage
• kontrolliert die Vitalzeichen	• fixiert den Tubus

binde im Mund des Patienten, ist normalerweise nicht erforderlich.

Nasotracheale Intubation

Die Vorbereitungen und einleitenden Maßnahmen entsprechen denen der orotrachealen Intubation. Zusätzlich werden beim nasalen Intubationsweg folgende Maßnahmen durchgeführt:

- Gefäßverengende Nasentropfen in beide Nasenlöcher geben.
- Größeres Nasenloch zur Intubation wählen.
- Evtl. Nasengang mit Wendl-Tuben in aufsteigender Größe dilatieren.
- Tubusgröße 0,5–1 mmID kleiner wählen als bei orotrachealer Intubation.
- In tiefer Anästhesie den Tubus vorsichtig bis in den Mesopharynx vorschieben (Achtung: Verletzungsgefahr der Nase!).
- Laryngoskopie durchführen und weiter unter Sicht vorschieben, i. d. R. mithilfe einer Magill-Zange (nicht den Cuff mit der Zange fassen!).

Nasotracheale Tuben werden in vielen Abteilungen mit Pflasterstreifen gesichert, die auf den Nasenrücken und evtl. zusätzlich auf die Wangen geklebt werden. Der Tubus soll möglichst nah am Nasenloch fixiert werden und dennoch wenig Druck auf dessen Rand ausüben.

Intubation bei erhöhter Aspirationsgefährdung

Die Aspiration von Mageninhalt ist eine gefürchtete Komplikation während einer Intubation, wenn die Schutzreflexe durch die verabreichten Anästhetika bereits erloschen sind, aber noch kein Aspirationsschutz durch einen geblockten Tubus besteht. Gerade in diesem Moment ist die Gefahr von Erbrechen oder Regurgitation von Mageninhalt erhöht. Erbrechen kann durch den pharyngealen Reiz des Intubationsvorgangs provoziert werden, Regurgitation wird dadurch begünstigt, dass Anästhetika und Muskelrelaxanzien ein Erschlaffen des unteren Ösophagussphinkters bewirken.

Als besonders aspirationsgefährdet gelten

- Patienten nach Aufnahme fester Nahrung innerhalb der letzten 6 h,
- Patienten mit Ileus, Magen-Darm-Atonie, Peritonitis, gastrointestinalen Blutungen, Refluxkrankheit, Ösophagusdivertikeln, Tumoren und Engstellen des Magen-Darm-Trakts,
- Patienten mit erhöhtem intraabdominellem Druck (z. B. Schwangere oder Übergewichtige),
- alkoholisierte Patienten,
- Notfallpatienten.

Rapid Sequence Induction (RSI)

Bei diesen Patienten wird die endotracheale Intubation modifiziert durchgeführt als **Rapid Sequence Induction (RSI)**, auch Blitzintubation oder Crush-Intubation genannt. Das Vorgehen zielt darauf ab, die Risiken für eine Aspiration zu verringern und die Phase der erhöhten Aspirationsgefahr möglichst kurz zu halten. Zur Vorbereitung und Durchführung der RSI siehe Kap. „Rapid Sequence Induction“ (S. 707).

Wenn bei einem Patienten mit erhöhter Aspirationsgefahr Intubationsschwierigkeiten erwartet werden, wird er primär fiberoptisch wach intubiert.

Fiberoptische Wachintubation

Die fiberoptische Wachintubation wird bei erwarteten Intubationsschwierigkeiten und/oder erhöhter Aspirationsgefahr angewendet. Sie hat folgende Vorteile:

- Schutzreflexe bleiben bis zum Einführen des Tubus weitgehend erhalten, das Risiko einer Aspiration ist dadurch deutlich geringer.
- Erfolgsaussichten unter fiberoptischer Führung sind auch bei schwierigen anatomischen Bedingungen sehr hoch.
- Auch bei Misslingen der Intubation ist der Patient durch die erhaltene Spontanatmung nicht vital gefährdet.

► **Vorbereitung.** Eine entscheidende Voraussetzung für den Erfolg der fiberoptischen Wachintubation ist, dass der wache oder gering sedierte Patient die Prozedur toleriert und mit dem Behandlungsteam kooperiert. Er wird Schritt für Schritt informiert und geführt und die Betreuer strahlen Ruhe und Sicherheit aus.

Vorab werden Bronchoskop samt Zubehör bereitgestellt und Tubus und Lokalanästhesie vorbereitet. Der Patient wird bequem und mit leicht erhöhtem Oberkörper gelagert. Über einen vorgehaltenen Sauerstoffschlauch wird die Inspirationsluft mit Sauerstoff angereichert. Die sonstige Vorbereitung erfolgt wie bei jeder Intubation (Überwachungsgeräte, venöser Zugang, usw.).

► **Lokalanästhesie.** Die Einführung des Bronchoskops und des Tubus erfolgen unter Lokalanästhesie von Nase, Pharynx, Larynx und Trachea. Hierfür eignet sich eine Oberflächenanästhesie durch Versprühen eines Lokalanästhetikums. Nase und Rachen können direkt besprüht werden; die tieferen Bereiche werden erreicht, indem der Patient das versprühte Anästhetikum tief einatmet oder indem das Anästhetikum intratracheal injiziert und durch Husten verteilt wird. Eine Alternative ist das Versprühen des Lokalanästhetikums über den Arbeitskanal des Bronchoskops, über den gleichzeitig Sauerstoff appliziert wird.

Zunge und Kehlkopfbereich können alternativ durch periphere Nervenblockaden anästhesiert werden (N. laryngeus superior, N. glossopharyngeus).

► **Durchführung.** Für die fiberoptische Wachintubation wird überwiegend der nasale Zugangsweg gewählt. Der technische Ablauf ist folgender:

- Größeres Nasenloch auswählen und mit gefäßverengenden Nasentropfen behandeln.
- Lokalanästhesie durchführen.
- Evtl. Nasengang mit Wendl-Tuben in aufsteigender Größe dilatieren.
- Tubus auf das Bronchoskop auffädeln.
- Bronchoskop über Nase, Rachenraum und Kehlkopf in die Trachea einführen (je nach Vorgehensweise erfolgt hierbei evtl. die Lokalanästhesie von Kehlkopf und Trachea).
- Tubus über das Bronchoskop in den Rachenraum und bis in die Trachea vorschieben.
- Tuboslage bronchoskopisch kontrollieren, Bronchoskop entfernen, Tubus blocken und fixieren.

Unerwartete Schwierigkeiten im Verlauf der Intubation

Im Verlauf einer Intubation können Schwierigkeiten auftreten bei

- der Ventilation (mit der Gesichtsmaske, mit Alternativen),
- der Laryngoskopie und Intubation.

Die Vorgehensweisen bei der schwierigen Atemwegssicherung variieren je nach Ausstattung der Abteilung und Erfahrung des Teams. Allen Strategien sind folgende Prinzipien gemeinsam:

- Eine effektive Präoxygenierung verringert das Risiko unerwarteter Schwierigkeiten.
- Bei allen Schritten muss geprüft werden, ob der Rückweg (Patient wach werden lassen) möglich und sinnvoll ist.
- Ein Patient, der nicht ventiliert werden kann, darf nicht relaxiert werden.
- Alternativen müssen geprüft werden (z. B. Larynxmaske statt Intubation).

Schwierigkeiten bei der Ventilation

Hierfür gibt es verschiedene Ursachen:

- Die Maske sitzt nicht dicht (z. B. durch falsche Maskengröße, bei Bartträgern, bei ungewöhnlicher Gesichtsform, z. B. bei zahnlosen oder adipösen Patienten, bei Fehlbildungen oder nach Gesichtstrauma).
- Der Atemweg ist nicht frei.

Um die Ventilation zu ermöglichen, wird die optimale Maske ausgesucht (Form, Größe) und evtl. die Maske beidhändig gehalten. Die Kopflage kann verändert werden, z. B. den Kopf etwas stärker überstrecken und den Unterkiefer stärker nach vorne und oben ziehen. Eine seitliche Drehung des Kopfes kann ebenfalls zum Erfolg führen.

Lässt sich der Patient dennoch nicht ventilieren, wird zusätzlich ein oropharyngealer (Guedel-) und/oder nasopharyngealer Tubus (Wendl-Tubus) eingeführt (auf passende Größe achten!).

Gelingt die Maskenbeatmung dennoch nicht („Cannot ventilate"), darf der Patient nicht relaxiert werden. Als Alternativen stehen in dieser Situation zur Verfügung:

- direkte Laryngoskopie und Intubation durch einen erfahrenen Arzt
- Einführung einer Larynxmaske oder eines Kombitubus

► **Larynxmaske.** Diese wird oropharyngeal bis vor den Kehlkopf eingeführt. Bei korrekter Lage dichtet der ovale Silikoncuff den Raum über und hinter dem Kehlkopf ab und ermöglicht eine kontrollierte Beatmung (► Abb. 8.38), s. a. ► Abb. 47.3.

► **Kombitubus.** Dabei handelt es sich um einen Doppellumentubus, der „blind" eingeführt wird. Sowohl bei trachealer als auch bei ösophagealer Lage kann der Patient beatmet werden (► Abb. 8.39).

Führen Larynxmaske oder Kombitubus dazu, dass der Patient ventiliert werden kann, muss die Indikation zur Intubation überdacht werden. Ist eine Intubation zwingend erforderlich, so kann sie über die Larynxmaske oder den Kombitubus (blind oder fiberoptisch gesteuert) durchgeführt werden.

Wenn auch über Larynxmaske oder Kombitubus keine Ventilation erzielt wird, wird eine direkte Laryngoskopie und Intubation versucht (falls vorher noch nicht geschehen). Bei Scheitern all dieser Bemühungen („Cannot ventilate, cannot intubate") bleibt als letzter Weg ein direkter laryngealer oder trachealer Zugang zu den Atemwegen, d. h. die Notfall-Koniotomie (S. 653) oder die Notfall-Tracheotomie.

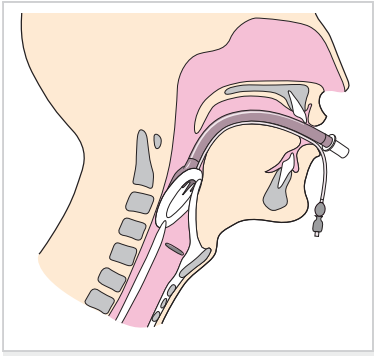


Abb. 8.38 Korrekt platzierte Larynxmaske. (Krier u. Georgi 2001)

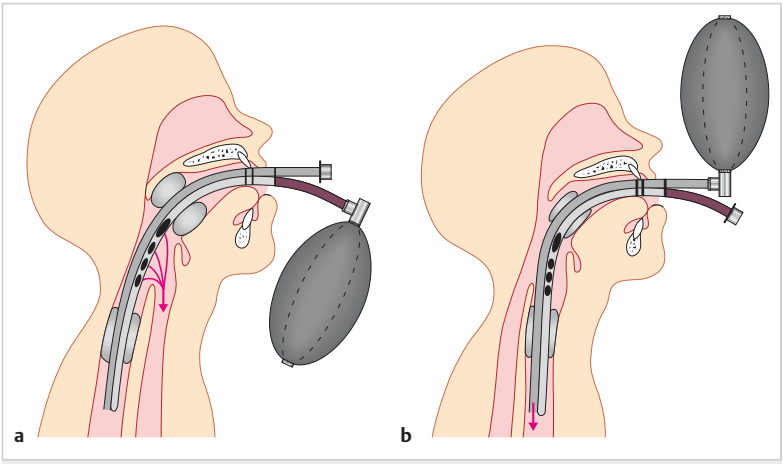


Abb. 8.39 Verschiedene Positionen des Kombitubus. (Georgi u. Pothmann 2001)
a Ösophageale Lage (Beatmung über Ansatz I).
b Tracheale Lage (Beatmung über Ansatz II, Entblocken des oropharyngealen Cuffs).

Schwierigkeiten bei Laryngoskopie und Intubation

Die Probleme bei der unerwartet schwierigen Laryngoskopie und Intubation sind danach zu bewerten, ob der Patient mit einer Maske beatmet werden kann oder nicht. Kann der Patient ventiliert und oxygeniert werden, dann ist genügend Zeit vorhanden, um die Situation zu optimieren. Beim Vorgehen muss man aber bedenken, dass jeder Intubationsversuch Ödeme und Blutungen im Rachen-Kehlkopf-Bereich hervorrufen kann. Aus einer Situation mit schwieriger Intubation kann eine Notfallsituation („Cannot ventilate, cannot intubate") werden.

Deshalb gilt grundsätzlich:

- Möglichst wenig Intubationsversuche durchführen.
- Möglichst atraumatisch vorgehen.
- Möglichst einen erfahrenen Arzt hinzuziehen.

► **Optimierung der Laryngoskopie.** Die Schwierigkeiten bei Laryngoskopie und Intubation bestehen darin, dass die Stimmritze nicht eingesehen und/oder der Tubus nicht eingeführt werden kann. Daher wird zunächst versucht, durch Optimierung der Laryngoskopie die Sicht auf die Stimmritze doch noch zu erzielen:

- Kopflage verändern: anheben, absenken, überstrecken.
- BURP („Backwards-upwards-rightwards-Pressure"): Druck auf den Schildknorpel mit Verschiebung des Kehlkopfs nach kranial und rechts ausüben.
- Laryngoskop-Spatel wechseln (größerer Spatel, evtl. gerader Spatel).

► **„Blinder" Intubationsversuch.** Gelingt die Sicht auf die Stimmritze nicht, kann ein „blinder" Intubationsversuch unternommen werden. Zusätzlich wird häufig ein Führungsstab verwendet, um den Tubus in eine Hockeyschläger-Form zu bringen und dadurch die Intubation zu ermöglichen.

► **Alternativen.** Ist die Intubation auf diese Weise nicht möglich, kommen als Alternativen die Anwendung einer Larynxmaske/Intubationslarynxmaske oder die fiberoptische Intubation in Betracht:

- Über die Larynxmaske kann der Versuch unternommen werden, den Patienten „blind" oder fiberoptisch gesteuert endotracheal zu intubieren. Die Intubationslarynxmaske ist eine Weiterentwicklung der Larynxmaske, mit der eine Intubation durch die liegende Maske erleichtert wird.
- Die fiberoptische Intubation ist eine gute Alternative, wenn der anästhesierte Patient problemlos mit der Gesichtsmaske beatmet werden kann. Nach Abschluss der Vorbereitungen erfolgt die fiberoptische Intubation in Apnoe.

► **Notfallsituation.** Kommt es während der Intubationsversuche zu einer Notfallsituation, in der weder intubiert, noch ventiliert werden kann, muss unverzüglich ein direkter laryngealer oder trachealer Zugang zu den Atemwegen hergestellt werden.

Einen Überblick über die Vorgehensweisen bei unerwarteten Schwierigkeiten im Verlauf der Intubation ist in ► Abb. 8.40 dargestellt.

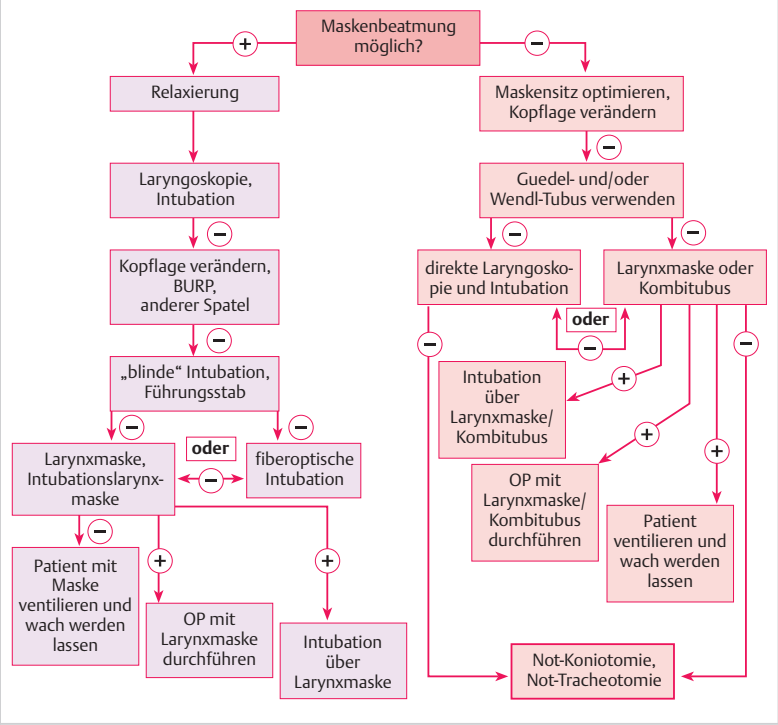


Abb. 8.40 Ventilation, Laryngoskopie und Intubation. Vorgehensweise bei unerwarteten Schwierigkeiten.

Es gibt eine Reihe weiterer Techniken und Hilfsmittel, die mögliche Alternativen in der schwierigen Atemwegssicherung darstellen. Sie sollten allerdings nur zum Einsatz kommen, wenn der Anwender genügend Erfahrung mit ihnen gesammelt hat.

Merke

Nie in einer Notfallsituation neue Techniken ausprobieren!

Extubation

Die Extubation erfolgt, wenn der Patient nicht länger auf den Tubus angewiesen ist. Zuvor wird er vom Beatmungsgerät entwöhnt, indem die Anteile der Atemunterstützung nach und nach reduziert werden. Siehe Weaning (S. 223).

Voraussetzungen

Folgende Kriterien müssen erfüllt sein, bevor ein Patient extubiert wird:
- ausreichende Spontanatmung ohne Erschöpfung
- zufriedenstellender Gasaustausch
- vorhandene Schutzreflexe
- Bewusstseinslage (erweckbar, Kontaktaufnahme ist möglich)
- stabile Herz-Kreislauf-Situation
- möglichst Normothermie

Bei der Entscheidung zur Extubation werden nicht nur die ermittelten Daten (z. B. Blutgasanalyse, Atemfrequenz, Atemminutenvolumen) berücksichtigt, sondern auch der klinische Eindruck, den der Patient hinterlässt. Eine drohende Erschöpfung ist in der Blutgasanalyse nicht unbedingt zu erkennen. Die Extubation sollte, insbesondere nach schwierigem Weaning, nicht nachts erfolgen.

Vorbereitung

Vor der Extubation werden alle Materialien bereitgelegt:
- Absauggerät und -katheter
- Blockerspritze
- Schläuche und Masken zur Sauerstoffgabe
- Utensilien und Medikamente für eine eventuelle Reintubation

Der Patient wird über die nächsten Schritte informiert und mit erhöhtem Oberkörper gelagert. Es folgt die Präoxygenierung mit 100 % Sauerstoff über 3 min. Das Sekret aus Mund, Nasen-Rachen-Raum und Magen (bei liegender Magensonde) wird abgesaugt.

Durchführung

Die Extubation wird in folgenden Schritten durchgeführt:
- Tubusfixierung lösen.
- Blockerspritze auf das Ventil der Cuffzuleitung setzen.
- Sterilen Absaugkatheter durch den Tubus in die Trachea vorschieben.
- Den Patienten auffordern, den Mund weit zu öffnen.
- Cuff entblocken, Tubus mit Absaugkatheter unter Sog zurückziehen, bei diesem Vorgang wird das Sekret aus der Trachea und aus dem Rachenraum abgesaugt.

► **Alternativen.** Mancherorts wird auf das gleichzeitige endotracheale Absaugen während der Extubation verzichtet. Die Begründung hierfür ist, dass durch das Absaugen Belüftungsstörungen entstehen könnten. Stattdessen wird der Patient „unter Blähen" extubiert, d. h. der Tubus wird herausgezogen, nachdem eine Inspiration mit einem Beatmungsbeutel hervorgerufen wurde. Dadurch kommt es gleichzeitig mit der Extubation zu einer Exspiration – in der Hoffnung, dass möglichst viel Sekret aus Rachen und Kehlkopf mit herausgeatmet wird. Diese Vorgehensweise ist bei der Extubation von Kindern etabliert.

Eine weitere Variante ist der Verzicht auf eine vollständige Präoxygenierung, um die Nebenwirkungen der Sauerstoffgabe (S. 191) zu umgehen. Ob diese Alternativen für Patienten Vorteile haben, ist umstritten.

Nach der Extubation werden die Atemfunktion überprüft und die Vitalparameter engmaschig überwacht. Der Patient bekommt nach Bedarf Sauerstoff zugeführt und darf sich zunächst ausruhen (Mobilisation und Atemtraining auf später verschieben). In der ersten Zeit (z. B. 2 h) ist eine Nahrungskarenz sinnvoll.

Prävention beatmungsassoziierter Pneumonien

Die Inzidenz beatmungsassoziierter Pneumonien steigt mit der Dauer der Intubation/ Tracheotomie und Beatmung. Präventionsmaßnahmen mit nachgewiesener Wirksamkeit sind vom Robert Koch-Institut zusammengefasst und veröffentlicht worden (KRINKO 2013). Neben allgemeinen Maßnahmen wie z. B. Mitarbeiterschulung und Händehygiene sind folgende Punkte für das pflegerische Handeln besonders bedeutsam:
- Beatmungsschläuche nicht häufiger als alle 7 Tage wechseln.
- Cuffdruck konstant zwischen 20 und 30 cmH_2O halten.
- Bei Beatmung > 72 h eine subglottische Sekretdrainage anwenden (► Abb. 8.41).

Abb. 8.41 Trachealkanüle mit zusätzlichem Lumen zur subglottischen Sekretdrainage. (Fa. TRACOE medical GmbH)

- Aseptisches Handling beim endotrachealen Absaugen und der Anwendung von Verneblern beachten.
- Regelmäßige Mundpflege (S. 266) mit wirksamen antiseptischen Substanzen durchführen.
- Die wichtigsten Maßnahmen in Maßnahmenbündeln zusammenfassen.

▸ **Maßnahmenbündel.** Diese sind entwickelt worden, um die Zuverlässigkeit zu verbessern, mit der die bedeutsamsten Pflege- und Behandlungsmaßnahmen durchgeführt werden. Die Einführung eines Maßnahmenbündels als Qualitätsverbesserungsstrategie ist wirksam, wenn sie multidiziplinär entwickelt wird und eine hohe Zustimmung im Team erfährt. Ziel ist die konsequente Durchführung und Dokumentation aller Maßnahmen innerhalb des Bündels (Resar 2012). Sog. „VAP-Bundle" (Maßnahmenbündel zur Prävention ventilatorassoziierter Pneumonie) waren in verschiedenen Untersuchungen mit einer deutlichen Reduktion der Pneumonierate verbunden (z. B. Rello 2010).

8.3.8 Tracheotomie

Definition

Die Tracheotomie („Luftröhrenschnitt") ist die operative Eröffnung der Trachea mit anschließender Einführung einer Trachealkanüle.

Grundlagen

Möglichkeiten und Indikationen

Eine Trachealkanüle mit Blockerballon (Cuff) hat die gleiche Funktion wie ein Endotrachealtubus: Sie sichert den Zugang zu den Atemwegen mit der Möglichkeit der Beatmung und des endotrachealen Absaugens und bietet Schutz vor einer Aspiration.

▸ **Vorteile.** Trachealkanülen haben den Vorteil, dass sie relativ kurz und großlumig sind. Dadurch sind Atemwegswiderstand und Totraum kleiner als beim Endotrachealtubus. Der Komfort für den Patienten ist besser (keine Beeinträchtigung in Mund oder Nase) und die Fixierung ist einfach und sicher.

▸ **Nachteile.** Folgende Komplikationen bei einer Tracheotomie sind möglich: Blutungen, Fistelbildungen, Infektionen, Wundheilungsstörungen, Vernarbungen und Trachealstenosen.

▸ **Indikationen.** Eine Tracheotomie ist indiziert bei:
- Langzeitbeatmung
- langfristig fehlenden Schutzreflexen (z. B. bei Hirnschädigung)
- Blockade des oro- oder nasotrachealen Luftwegs (z. B. Tumor, große Operation im Bereich Mund, Rachen und Kehlkopf, Laryngektomie)

Arten

▸ **Chirurgische Tracheotomie.** Hierbei werden Haut, Fettgewebe und Muskulatur im vorderen Halsbereich durchtrennt und die Trachea in Höhe der 2./3. oder 3./4. Trachealspange eröffnet.

▸ **Tracheostomie.** Hierbei wird zusätzlich die Halshaut an die Trachealwand angenäht, sodass sich das Stoma nicht von selbst verschließen kann (epithelisiertes Stoma).

▸ **Punktionstracheotomie.** Dies ist ein Verfahren, bei dem die Trachea von außen punktiert und anschließend der Stichkanal soweit bougiert wird („Bougierungstracheotomie"), bis eine Trachealkanüle eingeführt werden kann.

▸ **Koniotomie.** Die Koniotomie ist ein Notfalleingriff, wenn bei Atemstillstand ein Patient weder ventiliert noch intubiert werden kann. Dabei wird das Lig. conicum durchtrennt und ein Tubus in die Trachea vorgeschoben.

Verschiedene Kanülen

Trachealkanülen bestehen aus einem gebogenen Stück Schlauch oder Rohr. Proximal befindet sich eine Verdickung oder ein Halsschild mit seitlichen Schlitzen für die Fixierung der Kanüle.

▸ **Kanülen mit Cuff.** Sie werden eingesetzt, wenn die Notwendigkeit zur Beatmung besteht oder die Aspirationsgefahr erhöht ist. Funktion und Bedeutung des Cuffs (S. 194) sind die gleichen wie bei Endotrachealtuben. Die Kanülen bestehen überwiegend aus PVC, bei Kanülen mit sehr weicher Wandung ist eine flexible Stahlspirale eingearbeitet, die eine Lumeneinengung verhindert. Proximal befindet sich ein Normkonnektor zum Anschluss an ein Beatmungsgerät. Das Halsschild, mit dem die Kanüle fixiert wird, ist bei vielen Kanülen verstellbar, sodass die Lage/Tiefe der Trachealkanüle individuell auf den Patienten eingestellt werden kann (▸ Abb. 8.42).

Abb. 8.42 Die Kanülen bestehen überwiegend aus PVC, bei Kanülen mit sehr weicher Wandung ist eine flexible Stahlspirale eingearbeitet, die eine Lumeneinengung verhindert. (Fa. Teleflex Medical GmbH)

▸ **Kanülen ohne Cuff.** Diese werden bei spontan atmenden Patienten verwendet, die langfristig auf ein Tracheostoma angewiesen sind. Die Kanüle stabilisiert das Stoma und hält den Atemweg offen, schützt aber nicht vor Aspiration. Kanülen ohne Cuff bestehen aus Kunststoff oder Silber. Einige Kanülen sind mit einer Innenkanüle (Inlet) ausgestattet. Sie haben den Vorteil, dass bei Verunreinigung durch zähes Trachealsekret nicht die ganze Kanüle, sondern nur das Innenstück ausgewechselt und gereinigt werden muss. Die Innenkanüle muss exakt in die Trachealkanüle hineinpassen, sie wird mit einer Arretiervorrichtung in Höhe des Halsschildes an der Außenkanüle befestigt.

▸ **Phonationskanülen (Sprechkanülen).** Diese Kanülen besitzen am äußeren Ende ein Sprechventil, das die Inspiration durch die Kanüle ermöglicht, aber bei der Exspiration die Kanüle verschließt. Die Ausatmungsluft muss also den natürlichen Weg durch den Kehlkopf nehmen. Dies wird durch eine Fensterung ermöglicht, die sich an passender Stelle in dem äußeren Bogen der Kanüle befindet. Auf diese Weise kann der Patient sprechen, wenn die Atemwege frei sind (▸ Abb. 8.43). Phonationskanülen werden mit und ohne Cuff und in verschiedenen Materialien (Kunststoff, Silber) angeboten.

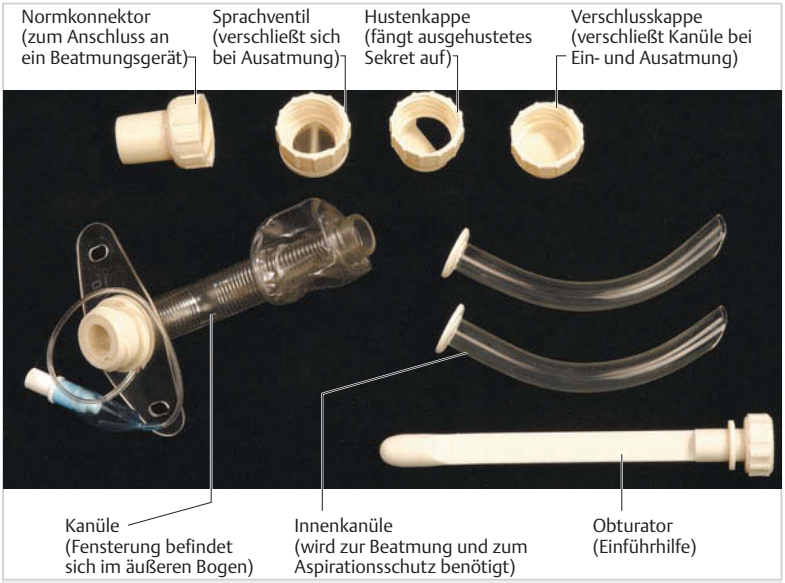


Abb. 8.43 Phonationskanüle mit Zubehör. (Fa. Teleflex Medical GmbH)

Durchführung

Den verschiedenen Techniken der Tracheotomie ist gemeinsam, dass sie unter aseptischen Bedingungen und unter engmaschiger Überwachung des Patienten erfolgen müssen. Zu einer Tracheotomie wird ein Patient intubiert und anästhesiert. Die Tracheotomie des wachen Patienten in Lokalanästhesie ist ein Ausnahmefall, wenn absolute Intubationshindernisse kein anderes Vorgehen ermöglichen.

Man unterscheidet:
- chirurgische Tracheotomie
- Punktionstracheotomie

Chirurgische Tracheotomie

Die chirurgische Tracheotomie wird i. d. R. im Operationssaal durchgeführt. Hier sind die Aufgaben des OP- und Anästhesieteams mit denen anderer Operationen vergleichbar.

In Ausnahmen muss eine chirurgische Tracheotomie auf der Intensivstation durchgeführt werden. In dieser für eine Operation nicht optimalen Situation sind genaue Absprachen aller Beteiligten erforderlich. Monitoring, hygienische Bedingungen, Lichtverhältnisse und die Einteilung des zur Verfügung stehenden Raumes werden bestmöglich organisiert. Ein besonderes Augenmerk in der Vorbereitung gilt den Medikamenten und Materialien, die nicht selbstverständlich vor Ort sind. Bei primär wachen Patienten sind auch Aufklärung und psychische Betreuung von großer Bedeutung.

Punktionstracheotomie

Die Punktionstracheotomie wird überwiegend folgendermaßen durchgeführt:
- Ein Bronchoskop wird durch den liegenden Tubus vorgeschoben und mit dem Tubus bis in den subglottischen Bereich zurückgezogen.
- Die Trachea wird unter fiberoptischer Sichtkontrolle von außen punktiert, meistens zwischen der 2. und 3. Trachealspange.
- Ein Seldinger-Draht wird eingeführt und anschließend der Punktionskanal bis zur Größe einer Trachealkanüle dilatiert. Die Dilatation erfolgt entweder mit einem oder mehreren Bougies über einen Führungskatheter (Technik nach Ciaglia, ▶ Abb. 8.44) oder nach einmaliger Bougierung mit einer Dilatationspinzette (Technik nach Griggs).
- Die Trachealkanüle wird eingeführt und nach fiberoptischer Lagekontrolle fixiert.
- Der Endotrachealtubus wird entfernt und die Beatmung über die Trachealkanüle fortgesetzt.

▶ **Alternative.** Eine Alternative zu den genannten Techniken ist die translaryngeale Dilatationstracheotomie nach Fantoni. Das Zubehör zu den jeweiligen Methoden wird in industriell gefertigten Sets angeboten.

Aufgaben der Pflegenden

Die Aufgaben der Pflegenden liegen in der gründlichen Vorbereitung und Assistenz bei der Punktionstracheotomie.

▶ **Material.** Zu richten sind:
- komplettes Zubehör für eine Bronchoskopie
- komplettes Zubehör für eine Reintubation
- Punktionstracheotomie-Set
- Medikamente (Sedierung, Lokalanästhesie, Notfallmedikamente)
- Materialien zur streng aseptischen Durchführung (sterile Kittel und Handschuhe, Haube und Mundschutz, sterile Abdeck- und Lochtücher, alkoholisches Desinfektionsmittel)

▶ **Patient.** Pflegerische Maßnahmen sind:
- Patient informieren und begleiten, solange der Patient wach ist.
- Nach Anordnung sedieren, Sedierungstiefe überprüfen.
- Mit 100 % Sauerstoff beatmen.
- Patient lagern (Rückenlage, Kopf überstreckt).
- Vitalparameter, Beatmungsdrücke, Atemminutenvolumen, Systolenton über Pulsoxymetrie überwachen.
- Punktionsstelle vorbereiten (Halsbereich frei machen, evtl. Rasur durchführen, evtl. EKG-Aufkleber neu positionieren).

▶ **Raum.** Zu den Maßnahmen gehört:
- Bett positionieren (Platz schaffen für alle Beteiligten).
- Kaltlichtquelle positionieren.
- Fahrbaren Tisch als Ablagefläche bereitstellen.
- Abtrennung zwischen Bronchoskop und „OP-Bereich“ schaffen.
- Mülleimer bereitstellen.

▶ **Assistenz.** Assistierende Maßnahmen sind:
- Materialien und Lokalanästhetikum steril anreichen.
- Bronchoskop anreichen und anschließen (Kaltlichtquelle, Absaugung, Silikonspray, Antibeschlag, steriler Tubusadapter).
- Tubusfixierung lockern, Tubus zurückziehen und sichern.

▶ **Nachsorge.** Dazu gehören:
- Trachealkanüle fixieren.
- Patienten lagern.
- Einstellwerte und Parameter überprüfen.
- Material entsorgen.
- Trachealspreitzer und Ersatzkanülen bereitstellen.

Merke

Nach einer Tracheotomie müssen Trachealspreizer und Ersatzkanülen unmittelbar griffbereit sein, um bei einem Herausrutschen sofort eine neue Kanüle einsetzen und so den Atemweg sicherstellen zu können.

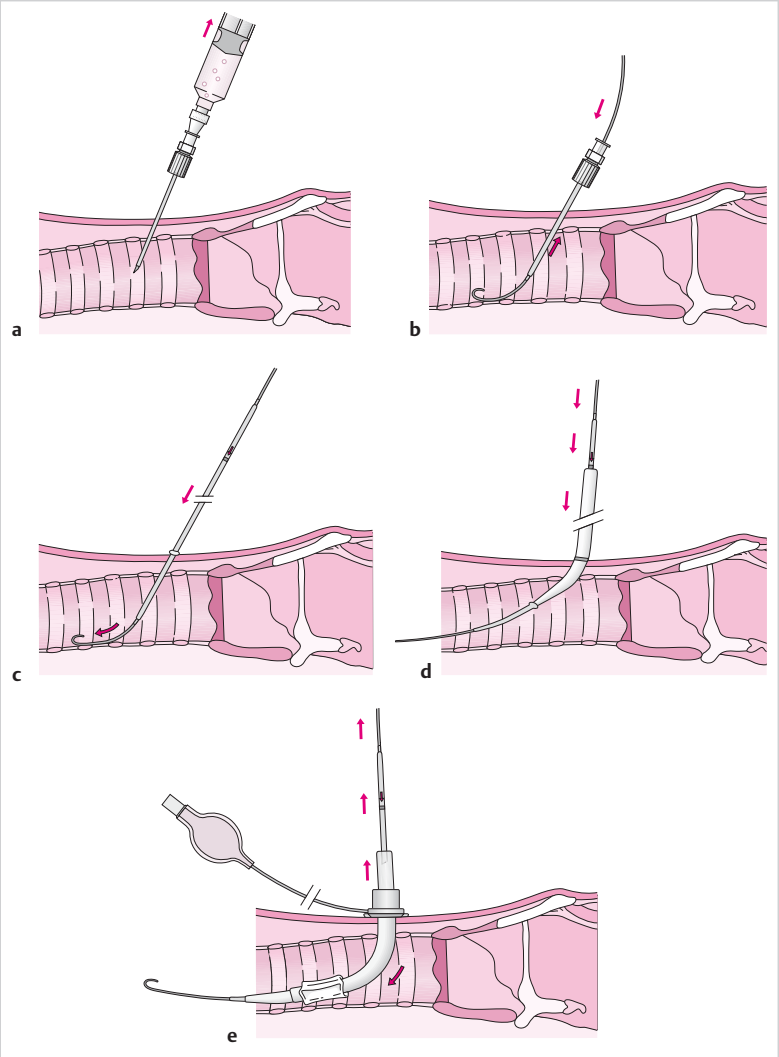


Abb. 8.44 Punktionstracheotomie, Technik nach Ciaglia. (Brauer et al. 2001)
a Punktion der Trachea.
b Einführen des Seldinger-Drahtes und erste Dilatation.
c Einführen des Führungskatheters über den Seldinger-Draht.
d Dilatation.
e Einführen der Trachealkanüle.

Komplikationen

Während einer Tracheotomie kann es u. a. zu folgenden Komplikationen kommen:

- Verletzungen (Blutungen, tracheoösophageale Fistel, Pneumothorax, Pneumomediastinum, subkutanes Emphysem, Verletzung des Nervus recurrens)
- Stimulation des vegetativen Nervensystems (Bronchospasmus, Herzrhythmusstörungen, Kreislaufinsuffizienz, Tachykardie, Blutdruckanstieg)
- versehentliche Extubation, Verlegung des Atemwegs, Hypoxie

Maßnahmen bei tracheotomierten Patienten

Überwachung

Im Zusammenhang mit Tracheostoma und Trachealkanülen kann es zu zahlreichen Komplikationen kommen. Eine akute Bedrohung entsteht, wenn Kanülen abknicken, herausrutschen oder durch Sekret oder Dislokation verlegt werden. Außerdem besteht, wie bei intubierten Patienten, eine erhöhte Gefahr für pulmonale Komplikationen durch Aspiration und Infektion. Die Überwachung tracheotomierter Patienten zielt darauf, Komplikationen frühzeitig zu erkennen:

- Kontrolle der Atemfunktion (Belüftung der Lunge, Gasaustausch, Trachealsekret)
- Überprüfung der Kanüle (Lage, Durchgängigkeit)
- Beurteilung des Stomas (Nachblutung, Entzündungszeichen, Hautbeschaffenheit)
- Cuffdruckkontrolle (S. 194)

Plötzliche Luftnot

Plötzliche Luftnot kann bei Patienten mit Trachealkanüle verschiedene Ursachen haben:

- Kanüle liegt nicht endotracheal (Dislokation, „Via falsa“ nach Kanülenwechsel).
- Kanüle ist nicht durchgängig (Sekret, Borken).
- Atemschläuche sind abgeknickt oder falsch konnektiert.
- Inspiratorischer Flow ist zu niedrig (bei High-Flow-CPAP).
- Exspiration ist unmöglich (bei Phonationskanülen mit Ventil).
- Filter ist verstopft (bei HME).

Bei Luftnot werden deshalb unverzüglich Lage und Durchgängigkeit der Kanüle, Atemschläuche und Luftzufuhr überprüft. HME-Filter oder Ventil (bei Phonationskanülen) werden entfernt. Bei Verdacht auf Verlegung der Kanüle wird endotracheal abgesaugt (ein Versuch!) und über Beatmungsbeutel beatmet. Gelingt dies nicht, muss unverzüglich die Kanüle entfernt werden!

Merke

Wenn sich im Notfall nach Dekanülierung nicht unverzüglich eine neue Kanüle platzieren lässt, wird der Patient endotracheal intubiert.

Fixierung der Trachealkanüle

Die Fixierung der Trachealkanüle muss ein Herausrutschen oder Dislozieren sicher verhindern. Ein weiches Band aus Schaumstoff wird an der Kanüle befestigt und um den Hals geführt. Ein allzu großer Spielraum führt zu einem Hin- und Hergleiten der Kanüle und zur Schleimhautreizung. Ein zu festes Halteband kann Hautläsionen verursachen und ist für den Träger unangenehm.

Wechsel der Trachealkanüle

Der Trachealkanülenwechsel kann bei einem Tracheostoma, das seit Längerem besteht, sehr einfach durchgeführt werden, indem die alte Kanüle entfernt und eine neue eingeführt wird. Das Tracheostoma ist bei diesen Patienten weit genug und stabil.

Schwieriger ist die Situation bei einem neuen, engen Tracheostoma, z. B. nach Punktionstracheotomie. Hier besteht die Gefahr, dass sich die Trachealkanüle beim Vorschieben in den Halsweichteilen verfängt („via falsa") und nicht in die Luftröhre gelangt. Beim ersten Trachealkanülenwechsel werden deshalb zusätzlich eine kleinere Trachealkanüle, ein Trachealspreizer und alle Utensilien für eine Intubation bereitgehalten. Für die praktische Durchführung empfiehlt es sich, bei Entfernung der alten Trachealkanüle einen Tubus-Changer im Tracheotomiekanal zu belassen.

Praxistipp

Zunächst den Cuff entblocken und gleichzeitig endotracheal absaugen. Danach den Tubus-Changer einführen und die Trachealkanüle entfernen.

Auf diese Weise bekommt man eine Leitschiene, über die man die neue Kanüle vorschieben kann. Eine „via falsa" kann somit nahezu ausgeschlossen werden. Je nach Situation müssen weitere Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden, wie z. B. bei beatmeten Patienten die ausreichende Präoxygenierung und das Absaugen des Sekrets aus Mund und Rachen.

Ob und wann ein routinemäßiger Trachealkanülenwechsel bei beatmeten Patienten durchgeführt werden muss, ist umstritten.

Phonationskanülen

Phonations- oder Sprechkanülen sind dann sinnvoll, wenn der Luftweg durch den Kehlkopf frei ist, der Patient tief genug spontan ein- und ausatmet und sich bei der Atmung sicher fühlt.

Beim Sprechversuch muss genau darauf geachtet werden, ob die Exspiration durch den Kehlkopf gelingt oder ob der Luftweg verlegt ist. Dies kann zu einer lebensbedrohenden Situation führen.

Merke

Phonationskanülen nur verwenden, wenn Ein- und Ausatmung problemlos möglich sind!

Ausatmung und Sprechen funktionieren manchmal erst, wenn der Cuff entblockt wird. Dabei muss gleichzeitig Sekret endotracheal abgesaugt werden. Eine Stimmbildung ist auch bei der Verwendung „normaler" Kanülen möglich, wenn der Cuff entblockt und die Kanüle bei der Exspiration verschlossen wird.

Um die Sprechfunktion der Kanüle zu aktivieren, empfiehlt sich folgendes Vorgehen:

- Patient informieren und aufrecht lagern, präoxygenieren.
- Sekret aus dem Nasen-Rachen-Raum absaugen.
- Innenkanüle herausnehmen (kein Aspirationsschutz!), evtl. muss jetzt endotracheal abgesaugt werden.
- Ventil aufsetzen und Atmung kontrollieren, Ventil sofort entfernen, wenn die Ausatmung nicht funktioniert.

Häufig haben Patienten zunächst einen Hustenreiz und benötigen eine Zeit, bis sie sprechen können. Wenn altes Sekret aus dem Rachenraum mobilisiert wird, wird dieses abgesaugt oder der Patient beim Ausspucken unterstützt.

► **Pittsburgh-Kanüle.** Eine Alternative zur Phonationskanüle mit Ventil ist die Pittsburgh-Kanüle, die bei manchen Patienten zum Sprecherfolg führt. Hier wird bei geblocktem Cuff ein kontinuierlicher Flow oberhalb des Cuffs in Richtung Stimmritze geleitet.

Tracheostomapflege

Komplikationen, die am Tracheostoma auftreten können, sind v. a. Wundheilungsstörungen (Wundinfektion, Abszessbildung, Nahtdehiszenz) und Hautmazerationen. Pflegeprinzipien sind das Sauber- und Trockenhalten des Stomas und die Vermeidung von Hautläsionen.

Im Bereich der Intensivpflege wird ein Tracheostoma wie alle Operationswunden behandelt, d. h. unter aseptischen Bedingungen. Das Tracheostoma wird mit Kochsalz- oder Ringerlösung gereinigt und eine sterile Schlitzkompresse vorgelegt. Bei Infektionszeichen werden Hautantiseptika (z. B. Polihexanid, Octenidin) angewendet.

Hautreizungen und -mazerationen entstehen durch Speichel und Trachealsekret, aber auch durch mechanischen Reiz der Kanüle oder des Haltebandes. Die Schlitzkompresse hat die Funktion, Trachealsekret aufzufangen und die Halteplatte der Kanüle gegenüber der Haut abzupolstern (► Abb. 8.45). Bei starker Sekretion werden die Kompressen häufig gewechselt. Das Sekret, das sich neben der Kanüle befindet, kann mit einem dünnen, sterilen Katheter abgesaugt werden.

Abb. 8.45 Neu verbundenes Tracheostoma.

Merke

Fettende Salben und Cremes sollten nicht angewendet werden, weil sie die Haut aufweichen und empfindlicher machen.

► **Nachsorge.** Wenn die Trachealkanüle entfernt ist, soll sich der Tracheotomiekanal durch Gewebegranulation möglichst schnell verschließen. Bei einem epithelisierten Stoma muss der Verschluss operativ erfolgen, bei einem nicht epithelisierten Stoma genügt im Allgemeinen eine Unterstützung der Wundadaption durch quer verklebtes Pflaster. Hierfür sind transparente Wundverbände geeignet, die durch stärker klebendes Pflaster ergänzt werden.

Praxistipp

Ein häufiges Problem ist, dass sich die Verbände beim Husten oder Sprechen durch den Druck von innen wieder lösen. Der Patient soll beim Husten und Sprechen mit 2 Fingern Gegendruck auf das Stoma ausüben.

8.3.9 Atemgaskonditionierung

Definition

Das Anfeuchten und Erwärmen von Inspirationsgasen bezeichnet man als Atemgaskonditionierung. Dies ist bei allen beatmeten Patienten erforderlich, weil Tubus und Trachealkanüle die Klimatisierungsfunktion der oberen Atemwege ausschalten.

Grundlagen

Physiologie

Die Einatmungsluft wird zum großen Teil durch die Schleimhäute der oberen Atemwege befeuchtet und erwärmt. Auch in den unteren Atemwegen wird noch Wärme und Feuchtigkeit zugefügt, bis die Luft auf Körpertemperatur erwärmt und zu 100 % mit Wasserdampf gesättigt ist (isothermischer Sättigungszustand). Dieser Zustand ist bei ruhiger Nasenatmung direkt unterhalb der Bifurkation der Trachea erreicht. Bei der Ausatmung gibt die Luft

einen Teil der Feuchtigkeit und Wärme wieder an die Schleimhäute zurück.

Das Flimmerepithel, das die unteren Atemwege auskleidet, ist von 2 unterschiedlichen Schleimschichten bedeckt: einer wässrigen und einer zähflüssigen Schicht. Nur bei einer weitgehend gleichbleibenden Konsistenz dieser Schleimschichten können die Zilien des Flimmerepithels ihre Reinigungs- und Transportfunktion erfüllen.

Folgen trockener Beatmung

Wenn trockene und kalte Luft in die unteren Atemwege gelangt, verschiebt sich die isothermische Sättigungsgrenze in Richtung Lungenperipherie. In den Atemwegen, in denen der isothermische Sättigungszustand noch nicht erreicht ist, wird den Schleimschichten und den Epithelzellen Feuchtigkeit und Wärme entzogen. Der Schleim wird zäh und die Zilienfunktion beeinträchtigt, dadurch werden Sekretstau und Atemwegsinfektionen begünstigt. Der Schleim kann Pfropfen und Borken bilden und Atemwege verschließen. Atelektasen und Störungen der Lungenfunktion sind die Folge. Im weiteren Verlauf kommt es zum Absterben von Epithelzellen und zu Nekrosenbildung.

Physikalische Grundlagen

▶ **Wasserdampf.** Dies ist die nicht sichtbare Feuchtigkeit (Wassermoleküle) in einem Gas.

▶ **Aerosole.** Dies sind kleinste Wassertröpfchen, die als Nebel sichtbar sind.

▶ **Absolute Feuchtigkeit.** Dies bezeichnet die Menge an Wasserdampf, die in einem Liter Gas enthalten ist (gemessen in mg). Je wärmer Luft ist, desto größer ist die Menge an Wasserdampf, die sie aufnehmen kann. Deshalb wird bei der Atemgaskonditionierung die Luft nicht nur befeuchtet, sondern auch erwärmt.

Fallbeispiel

37 ° warme Luft kann maximal 44 mg/l Wasser aufnehmen, 22 ° warme Luft aber nur 19 mg/l.

▶ **Relative Feuchtigkeit.** Sie gibt an, wieviel Prozent der (temperaturabhängig) maximal möglichen Feuchtigkeit in einem Gas vorhanden sind.

Ziele

Effektive Atemgaskonditionierung minimiert den Feuchtigkeits- und Wärmeverlust des respiratorischen Epithels und deren negative Folgen. Dazu sind Temperatur- und Feuchtigkeitswerte erforderlich, die an physiologische Werte heranreichen. Physiologisch sind etwa 35 mg/l Luftfeuchtigkeit zu Beginn der Trachea und 44 mg/l Luftfeuchtigkeit knapp unterhalb der Bifurkation (Rathgeber 1995). Da der Tubus kaum Feuchtigkeit speichern kann, können 35 mg/l Luftfeuchtigkeit als Zielwert einer physiologischen Atemgaskonditionierung angesehen werden. Eine Befeuchtung über diesen Wert hinaus könnte den physiologischen Feuchtigkeitsverlust der unteren Atemwege verringern; ob dies für den Patienten von Vorteil ist, ist umstritten.

Durch Atemgaskonditionierung wird keine Feuchtigkeit an die Schleimhaut abgegeben. Soll Feuchtigkeit über die Atemwege zugeführt werden, etwa um zähes Sekret zu verflüssigen, werden Flüssigkeiten vernebelt, die der Patient als Aerosol inhaliert. ▶ Tab. 8.16 gibt einen Überblick über die verschiedenen Arten und Gründe, der Atmungsluft Feuchtigkeit zuzusetzen.

Arten

Bei der Atemgaskonditionierung unterscheidet man:

- **Aktive Systeme:** Hier wird die Einatmungsluft unter Energiezufuhr befeuchtet und erwärmt.
- **Passive Systeme:** Bei der passiven Befeuchtung wird der Ausatmungsluft Wärme und Feuchtigkeit entzogen und anschließend der Einatmungsluft wieder zugeführt.

Aktive Systeme – Verdunster

Aktive Systeme zur Atemgaskonditionierung sind Verdunster. Hierbei wird steriles Wasser erwärmt und das Atemgas über die Oberfläche des erwärmten Wassers (Oberflächenverdunster) oder durch das warme Wasser (Durchströmungsverdunster) geleitet. Bei einigen Geräten wird die Verdunstungsfläche durch einen Docht aus saugfähigem Papier vergrößert. Verdunster werden im Inspirationsschenkel des Beatmungssystems eingesetzt. Das Atemgas wird durch den Verdunster geleitet, dabei erwärmt und mit Wasserdampf gesättigt.

Schlauchheizung

Aktive Systeme zur Atemgaskonditionierung werden mit oder ohne beheizbare Atemschläuche angeboten.

▶ **Systeme ohne Schlauchheizung.** Dabei wird das Atemgas im Verdunster relativ stark erwärmt und kühlt sich dann auf dem Weg zum Patienten wieder etwas ab. Bei der Abkühlung kondensiert ein Teil des Wassers und bleibt im Atemschlauch.

▶ **Systeme mit Schlauchheizung.** Hierbei wird das Atemgas im Verdunster etwa auf 37 ° erwärmt und vollständig mit Wasserdampf gesättigt. Auf dem Weg zum Patienten erwärmt die Schlauchheizung die Luft um 1–2 °, eine Kondensation im Schlauch wird hierdurch minimiert. Vom Y-Stück bis zur Trachea kühlt die Luft wieder auf 37 ° ab.

Tab. 8.16 Verschiedene Gründe, die Atmungsluft zu befeuchten.

Maßnahme	Patientengruppe	Ziel/Begründung	Verfahren
Atemgaskonditionierung	intubierte, tracheotomierte, beatmete Patienten	• um die jetzt fehlende Funktion der Anfeuchtung und Erwärmung in den oberen Atemwegen zu ersetzen • um einen Feuchtigkeits- und Wärmeverlust des respiratorischen Epithels zu vermeiden	• Verdampfer/Verdunster (aktive Befeuchtung) • HME-Filter (passive Befeuchtung) → es entsteht Wasserdampf
Inhalation von Aerosolen	Patienten mit zähem Atemwegssekret und Patienten mit Atemwegserkrankungen	• um Sekret zu verflüssigen • um Medikamente inhalativ zu applizieren	• Vernebler → es entstehen Aerosole
Anfeuchten von Sauerstoff	Patienten, die Sauerstoff appliziert bekommen	• um zu kompensieren, dass der Sauerstoff kalt und trocken aus der Gasversorgungsanlage oder Druckflasche kommt • um ein Austrocknen der Schleimhäute der oberen Atemwege zu verhindern	• Sprudler (Kalt-Verdampfer) → es entsteht (wenig) Wasserdampf

Temperaturregulierung

Moderne Verdunstersysteme haben eine automatische Temperaturregulierung. Die Atemgastemperatur wird kontinuierlich am Y-Stück gemessen, bei Abweichungen vom eingestellten Sollwert wird die Temperatur im Verdunster angepasst. Dadurch ist eine gleichbleibende, effektive Atemgaskonditionierung gewährleistet. Durch einstellbare Alarmgrenzen wird die Gefahr einer Überhitzung oder unzureichender Erwärmung nahezu ausgeschlossen.

Umgang mit Verdunstern

Folgendes sollte beim Umgang mit Verdunstern beachtet werden:

► **Asepsis.** Beim Befüllen der Verdunster ist strenge Asepsis erforderlich. Das System wird möglichst nicht diskonnektiert. Der Verdunster bzw. die Verdunsterkammer wird alle 7 d mit dem Atemschlauchwechsel ausgetauscht.

► **Füllstand.** Bei Geräten ohne automatische Befüllung der Verdunsterkammer muss der Füllstand regelmäßig kontrolliert werden. Eine ungenügende Befüllung führt zu „trockener" Beatmung und Schädigung der Atemfunktion (s. o.), eine Überfüllung kann zu Überhitzung und Verbrennungen der Atemwege führen.

► **Atemgastemperatur.** Sie wird patientennah überwacht. Eine Überhitzung des Patienten muss ebenso ausgeschlossen werden wie eine mangelnde Anfeuchtung und Erwärmung. Eine automatische Temperaturregulierung und die Möglichkeit Alarmgrenzen einzustellen (> 35 ° und < 40 °C) ist wünschenswert.

► **Kondenswasserbildung.** Bei Systemen ohne Schlauchheizung müssen Wasserfallen am tiefsten Punkt der Atemschläuche angebracht sein. Kondenswasser in den Atemschläuchen erhöht den Strömungswiderstand und kann u. a. zu Hypoventilation führen. Die Wasserfallen müssen regelmäßig entleert werden. Dabei müssen Schutzhandschuhe getragen und eine Kontamination vermieden werden. Vorsicht bei Veränderung der Bettstellung: Befindet sich Kondenswasser im Atemschlauch, kann es zu einer Aspiration kommen.

Passive Systeme – HME

Passive Systeme zur Atemgaskonditionierung sind HME (Heat and Moisture Exchanger = Wärme- und Feuchtigkeitsaustauscher). Sie werden zwischen Tubus und Y-Stück im Beatmungssystem eingesetzt, sodass sie von In- und Exspiration durchströmt werden.

► **Material.** HME bestehen aus einem Kunststoffgehäuse, in dem sich ein Papier oder Schwamm befindet. Die Oberfläche dieses Mediums ist bei vielen HME mit hygroskopischen (wasserbindenden) Substanzen beschichtet.

Funktionsweise

Die Feuchtigkeit der Exspirationsluft kondensiert im Filter und wird als warme Flüssigkeit auf der hygroskopischen Oberfläche gespeichert. Bei der Inspiration verdampft die Flüssigkeit im Filter wieder und erwärmt und befeuchtet die Inspirationsluft.

Viele HME haben zusätzlich eine Filterfunktion für Bakterien und Viren (HME-Filter). Diese Filterwirkung wird mechanisch durch ein hydrophobes (wasserundurchlässiges) Netz von Fasern und/oder durch elektrostatisch geladene Polypropylenfasern erzielt.

► **Befeuchtungs- und Filterwirkung.** Die Effektivität von HME hinsichtlich Befeuchtung und Filterwirkung sind unterschiedlich. Die Messverfahren zur Bestimmung der Eigenschaften von HME sind genormt (DIN EN ISO 9360), Herstellerangaben sollen sich auf diese Norm beziehen.

Leistungsfähige HME erreichen tubusnah gemessene inspiratorische Feuchtigkeitswerte von ca. 34 mg/l und liegen damit nah am physiologischen Bereich.

Die Befeuchtungsleistung eines HME kann durch einen sog. HME-Booster ergänzt werden. Über ein T-Stück zwischen HME und Tubus wird der Inspirationsluft zusätzlich Luftfeuchtigkeit zugeführt. Ob dies für Patienten Vorteile bringt, ist umstritten.

Umgang mit HME

► **Wechselintervalle.** HME sind Einmalprodukte und müssen regelmäßig gewechselt werden. Die Wechselintervalle betragen je nach Herstellerangabe zwischen 24 und 72 h. Beim Wechsel werden auch die Tubusverlängerung und (falls eingesetzt) der Vernebler ausgetauscht.

► **Vorzeitiger Austausch.** Blut, Sekret oder Wasser, die sich im Filter ansammeln, können den Durchströmungswiderstand erhöhen. In diesem Fall muss der HME vorzeitig ausgetauscht werden. Das Gleiche gilt, wenn Veränderungen der Beatmungsparameter auf einen erhöhten Durchströmungswiderstand schließen lassen.

► **Kombinationen.** HME dürfen nicht mit Verdunstern kombiniert werden. Eine intermittierende Verneblung von Medikamenten, Aqua dest. oder NaCl 0,9 % ist möglich. Hierzu wird der Vernebler zwischen HME und Tubus eingesetzt. Die gleichzeitige Vergrößerung des Totraums und eine mögliche Erhöhung des Durchströmungswiderstands müssen beachtet werden.

Passive versus aktive Befeuchtung

Die Vor- und Nachteile von aktiven und passiven Systemen zur Atemgaskonditionierung werden kontrovers diskutiert.

Vorteile von HME

► **Kosten und Handhabung.** Vorteile von HME oder HME-Filtern sind, dass ihr Einsatz kostengünstig und einfach in der Handhabung ist. Mögliche Fehler in der Handhabung von aktiven Befeuchtungssystemen werden bei Einsatz von HME vermieden (z. B. falsche Temperatureinstellung, fehlerhaftes Befüllen der Verdunsterkammer, mangelnde Achtsamkeit bezüglich Kondenswasserbildung).

Nachteile von HME

► **Totraumvergrößerung.** HME, die bei der Beatmung von erwachsenen Intensivpatienten eingesetzt werden, führen, je nach Modell, zu einer Totraumvergrößerung von 45–95 ml. Bei gleichzeitiger Inhalationsbehandlung wird ein Vernebler zwischen HME und Tubus eingesetzt, der den Totraum nochmals erhöht. Um eine gleichbleibende alveoläre Ventilation zu erreichen, müssen die Tidalvolumina entsprechend angepasst werden.

► **Strömungswiderstand.** HME erhöhen den Strömungswiderstand im Schlauchsystem. Der Strömungswiderstand der meisten HME beträgt flowabhängig ca. 1–5 mbar.

Die Vergrößerung von Totraum und Strömungswiderstand durch HME ist in der „normalen" Beatmungssituation einfach zu kompensieren. Bei extremer Beatmungssituation (lungenprotektive Beatmung mit niedrigen Tidalvolumina) oder bei schwierigem Weaning muss dieser nachteilige Einfluss jedoch berücksichtigt und evtl. auf aktive Befeuchtung umgestellt werden.

Fazit

Die Atemgaskonditionierung ist grundsätzlich mit aktiven und mit passiven Systemen möglich. HME eignen sich auch für die Atemgaskonditionierung bei Langzeitbeatmung. Sie sind kostengünstig und einfach in der Handhabung.

In einigen besonderen Situationen sind leistungsfähige aktive Befeuchtungssysteme überlegen und sollten bevorzugt angewendet werden bei

- Lungenversagen mit „lungenprotektiver" Beatmung (hoher Beatmungsdruck, niedriges Tidalvolumen, „permissive Hyperkapnie"),
- schwierigem Weaning,
- stark erhöhter Produktion von endotrachealem Sekret oder intrapulmonaler Blutung (wenn der HME mehrmals täglich ausgewechselt werden muss),
- Leckagen der Atemwege (bronchopleurale Fistel, ungeblockter Cuff).

Aktive Befeuchtungssysteme haben eine hohe Befeuchtungseffizienz und Anwendersicherheit, wenn sie mit Schlauchheizung, automatischer Temperaturregulation und automatischer Befüllung der Verdunsterkammer ausgestattet sind.

Bei der Auswahl des HME sollte v. a. auf eine hohe Befeuchtungsleistung und ein niedriges Innenvolumen geachtet werden.

8.4 Invasive Beatmung

Andrea Baermann, Ralf Vonier

8.4.1 Unterscheidung Atmung – Beatmung

Definition

Atmung ist definiert als die vom Atemzentrum gesteuerte Ventilation der Alveolen mit Gasaustausch von Sauerstoff und Kohlendioxid. Die Inspiration beginnt durch die Erweiterung des Thoraxraumes und dem damit erzeugten negativen Druck. Die Exspiration wird durch die passive Verkleinerung des Brustkorb-Lungenraumes ausgelöst, sodass die Luft durch Überdruck ausströmen kann.

Bei einer Beatmung werden die physiologischen Mechanismen umgekehrt. Die Luft wird mit Überdruck in die Lunge appliziert (Inspiration) und durch Entfallen des Druckes (Exspiration) kann die Luft wieder ausströmen.

Indikationen zur Respiratortherapie

Eine Indikation zur Atemhilfe/Beatmungstherapie über einen Respirator besteht immer dann, wenn bei Spontanatmung keine ausreichende Sauerstoffaufnahme oder Kohlendioxidabgabe trotz anderer therapeutischen Maßnahmen (z. B. Sauerstoffgabe, Lagerung) gewährleistet werden kann.

Die nicht invasive Atmung/Beatmung (S. 225) hat in den letzten Jahren deutlich an Stellenwert gewonnen. Mögliche Indikatoren, die eine aktive Atemhilfe anzeigen können, sind neben den klinischen Zeichen einer respiratorischen Insuffizienz in ▶ Tab. 8.17 dargestellt.

Tab. 8.17 Kenngrößen für die Indikation zur maschinellen Atemhilfe.

Parameter	Normbereich	Indikation zur maschinellen Atemhilfe
Oxygenierung		
P_aO_2 (mmHG)	75–100 (Raumluft)	< 50 (Raumluft) < 60 (O_2-Gabe)
Ventilation		
P_aCO_2 (mmHG) VD/VT	35–45 0,25–0,4	> 55 (nicht COPD-Patienten) > 0,6
Atemmechanik		
Atemfrequenz (Af/min)	12–20	> 35
Atemfrequenz/Atemzugvolumen	< 50	> 80–100
Vitalkapazität (ml/kgKG)	65–75	< 15
Pimax (mbar)	> 80	< 25
FEV1 (ml/kg)	50–60	< 10

Die Therapieverfahren reichen von der reinen Spontanatmung über einen Respirator über die aktiven Atemhilfen (unterstützende Verfahren) bis hin zur vollständigen Übernahme der gesamten Atemarbeit.

Ursachen der respiratorischen Insuffizienz

Die Ursachen der respiratorischen Insuffizienz, die letztendlich zu einer Respiratortherapie führen können, lassen sich unterscheiden in:

▶ **Gasausstörung durch Erkrankung des Lungenparenchyms (pulmonales Parenchymversagen).** Ein pulmonales Paremchymversagen geht einher mit einem Verlust an funktionellem Lungengewebe und primär einer Störung der Oxygenierung (P_aO_2 ↓, $AaDO_2$ ↑). Die CO_2-Elimination bleibt zumindest vorerst unbeeinflusst (P_aCO_2 normal)! Ursachen können z. B. Pneumonie, Lungenödem, Atelektasen, ARDS und Lungenkontusionen sein.

▶ **Störung der Ventilation durch Schwäche oder Versagen der Atempumpe (pulmonales Ventilationsversagen).** Beim pulmonalen Ventilationsversagen (Atempumpversagen) besteht eine Beeinträchtigung der CO_2-Elimination, womit der Patient keine ausreichende Ventilation aufrechterhalten kann. Primär kommt es zum Anstieg des P_aCO_2, sekundär, auch bedingt durch alveoläre Hypoventilation, zum P_aO_2-Abfall. Ursachen können z. B. sein:

- Schwäche/Erschöpfung der Atemmuskulatur
- Beeinträchtigung der Atemmechanik (z. B. Atemwegsverlegung, instabiler Thorax, Kyphoskoliose)
- Störungen des Atemzentrums (z. B. durch Opiate, Schädel-Hirn-Trauma)
- Störungen im zervikalen oder thorakalen Rückenmark (z. B. Querschnittslähmung)
- Störungen der neuromuskulären Übertragung (z. B. durch Muskelrelaxanzien)

Zur arteriellen Hypoxämie als Folge kardial bedingter Perfusionsstörungen der Lunge siehe Kap. 8.1.5 (S. 162).

8.4.2 Beatmungsmuster

Atemzyklus

Definition

Unter einem Atemzyklus versteht man die Zeitdauer von Beginn der Inspiration bis zum Abschluss der Exspiration. Diese Zeitdauer (T) setzt sich aus der Inspirationszeit (T_{insp}) und der Exspirationszeit (T_{exsp}) zusammen.

Es gilt: $T = T_{insp} + T_{exsp}$

Die Inspirationszeit besteht aus 2 Anteilen: einer Flowphase ($T_{insp\ Flow}$) und einer Pausenphase ($T_{insp\ Plateau}$). Es gilt:

- $T_{insp} = T_{insp\ Flow} + T_{insp\ Plateau}$
- Dann ist: $T_{insp\ Flow} = T_{insp} - T_{insp\ Plateau}$
- Oder: $T_{insp\ Plateau} = T_{insp} - T_{insp\ Flow}$

Während in der Flowphase Frischgas zum Patienten geführt wird, fließt in der Pausenphase kein Gas. Trotzdem kann es innerhalb der Lunge je nach Compliance und Resistance zur Umverteilung des Gases kommen.

Beatmungsparameter

An einem Respirator müssen folgende Beatmungsparameter gewählt bzw. eingestellt werden:

- Atemfrequenz
- Atemzyklus
- Sauerstoffkonzentration
- Beatmungsdrücke
- Beatmungsvolumen

- Trigger
- Flowformen
- Alarmfunktionen
- Apnoeventilation (Back-up-Beatmung)

► **Atemfrequenz.** Die Atemfrequenz (f) gibt die Anzahl der Atemhübe/min an. Es gilt: f = 60/T.

Beträgt die Atemzykluszeit z. B. T = 6 s, so ergibt sich daraus eine Atemfrequenz von 10/min.

Bei allen Geräten ist eine kontrollierte Frequenz im entsprechenden Modus einzustellen. Selten muss dazu eine SIMV/IMV- Frequenz vorgegeben werden (Geräte älterer Software).

► **Atemzeitverhältnis.** Das Verhältnis zwischen Inspirations- und Exspirationsdauer wird I:E- oder auch Atemzeitverhältnis genannt. Es gilt: I:E = T_{insp} : T_{exsp}

Beträgt die Inspirationsdauer z. B. 2 s und die Exspirationsdauer 4 s, so ergibt sich daraus eine Atemzykluszeit von 6 s mit einer Atemfrequenz von 10/min, wobei das I:E-Verhältnis 1:2 beträgt. Ein Atemzeitverhältnis von 1:2 ist physiologisch. Ist die Inspirationsdauer länger als die Exspirationsdauer, kommt es zu einem umgekehrten Atemzeitverhältnis. Man spricht dann von einer IRV-Beatmung (Inversed Ratio Ventilation).

Merke

Je nach Beatmungsgerät und/oder Software wird entweder die Inspirationsdauer + Atemfrequenz oder das I:E + Atemfrequenz eingestellt.

Sauerstoffkonzentration

Die Sauerstoffkonzentration wird angegeben in der Einheit F_iO_2 (Fragment of inspired Oxygen) im Bereich von 0,21 bis 1.0 oder in Prozent (21 %–100 %).

Beatmungsdrücke

Man unterscheidet:

- **Spitzendruck:** Dies ist der maximale Druck, der im Atemsystem aufgebaut wird. Er ist abhängig von Flow, Resistance, Compliance, Atemzugvolumen (V_T) und Druckbegrenzung.
- **Plateaudruck:** Dies ist der Druck, der nach Applikation des V_T gehalten wird, bis die Inspirationszeit abgelaufen ist. Bei Einsatz einer Druckbegrenzung kann der maximale Druck gleich dem Plateaudruck sein.
- **PEEP (Positiv end-expiratory Pressure):** Darunter versteht man den Druck, der nach der Exspiration in der Lunge verbleibt. Ein PEEP von 5 mbar ist durch den Glottisverschluss physiologisch und erhöht die funktionelle Residualkapazität (FRC).
- **Mitteldruck:** Er wird ermittelt aus Spitzen- und Plateaudruck sowie dem PEEP in der abgelaufenen Zeit.
- **Δ-P.:** Dies ist die reine Druckdifferenz zwischen dem Spitzendruck und dem eingestellten unteren Druckniveau (Atmosphärendruck oder PEEP).

Beatmungsvolumen

Je nach Beatmungsgerät oder Software wird das Atemminutenvolumen oder das Atemzugvolumen (V_T) bestimmt.

Trigger

Dies ist ein Mechanismus, mit dem der Patient eine Exspirationsphase beenden und eine Inspiration einleiten kann. Er ist die Kommunikationsstelle zwischen dem Beatmungsgerät und dem Patienten. Das Gerät kann Spontanbemühungen durch die Auslösung des Triggermechanismus erkennen, wozu der Patient ein gewisses Maß an Atemarbeit leisten muss (Schwelle oder Triggerempfindlichkeit). Je höher diese Triggerschwelle eingestellt wird, umso mehr Atemarbeit muss der Patient leisten. Ist die Triggerempfindlichkeit zu niedrig gewählt, besteht die Gefahr der Selbsttriggerung (durch geringe Druck-, Flow- oder Volumenschwankungen im Beatmungsschlauchsystem). Bei einigen Geräten ist die Triggerschwelle fest vorgegeben, bei anderen kann sie manuell eingestellt werden. Es gibt unterschiedliche Triggerarten:

► **Drucktrigger.** Der Patient muss einen negativen Druck (Unterdruck) erzeugen bis die Triggerschwelle erreicht wird, was elektronische Drucksensoren des Gerätes erkennen. Das zu erreichende Druckniveau bezieht sich entweder auf den atmosphärischen Druck oder auf ein eingestelltes PEEP-Niveau.

► **Flowtrigger.** Ein während der Exspirationsphase fließender Basisflow wird vom Gerät sowohl im in- wie auch im exspiratorischen Kanal gemessen. Zeigt der Patient nun eine Inspirationsbemühung, so wird er das Gas aus dem Basisflow entnehmen, was das Gerät als Flowdifferenz erkennt. Die Triggerschwelle ist nun erreicht und die Inspiration wird eingeleitet. Der Flowtrigger bietet eine bessere Synchronisation zwischen Patient und Gerät, reduziert die Atemarbeit und ist somit gegenüber dem Drucktrigger zu bevorzugen.

► **Volumentrigger.** Hier dient nun ein vorgegebenes Volumen zur Triggerauslösung.

► **Digitaler „Auto-Trak" Trigger.** Durch einen hochempfindlichen Algorithmus wird vom Respirator der Zeitpunkt, an dem Ein- und Ausatmung des Patienten erwartet werden, automatisch bestimmt. Der Trigger ist in einigen Respiratoren speziell für die noninvasive Beatmung integriert (z. B. V 60 der Fa. Respironics, Carina Fa. Dräger) und ermöglicht insbesondere auch bei Leckagen durch eine nicht dicht sitzende Maske eine relativ zuverlässige Triggerung der Ein- und Ausatmung.

► **Triggerung durch direkte Ableitung der Zwerchfellaktivität.** Siehe hierzu Neurally Adjusted Ventilatory Assist, kurz NAVA (S. 219).

Die Zeitspanne zwischen Einatembemühungen des Patienten und der tatsächlichen Gaslieferung wird als Triggerlatenz bezeichnet. Diese sollte im Sinne einer guten Synchronität zwischen Patienten und Respirator so gering wie möglich ausfallen. Der Flowtrigger hat im Vergleich zum Volumen- und Drucktrigger eine geringere Latenz und sollte bevorzugt werden. Neue Ansätze wie die Beatmungsform NAVA erscheinen sehr vielversprechend. Hierbei ist eine Triggerlatenz quasi nicht mehr vorhanden, da die Zwerchfellaktivität direkt abgeleitet wird.

Flowformen

Definition

Unter Flow versteht man die Geschwindigkeit, mit der das Gas in einer bestimmten Zeit verschoben wird. Er errechnet sich aus Volumen/Zeit.

Der normale Flow liegt unter Spontanatmung mind. bei 40–60 l/min und max. bei 180 l/min Es gibt folgende Flowformen:

- **Konstanter Flow:** Hier bleibt die Strömungsgeschwindigkeit über dem gesamten Verlauf der inspiratorischen Flowphase gleich. Diese Verlaufsform ist typisch für die volumenkontrollierten Beatmungsform.
- **Dezelerierender Flow:** Ist die Strömungsgeschwindigkeit initial hoch und mit zunehmender Zeit abnehmend, so handelt es sich um einen dezelerierenden Flow, der für die druckkontrollierte Beatmung steht.
- **Akzelerierender Flow:** Nimmt der Flow während der Flowphase von kleinen Werten mit zunehmender Zeit immer mehr zu, so spricht man von akzelerierendem Flow.
- **Akzelerierend/dezelerierender Flowverlauf:** Bei einigen Beatmungsgeräten besteht die Möglichkeit auf die Höhe des Initialflows Einfluss zu neh-

men. Es ist bei druckorientierten Beatmungsverfahren oft sinnvoll, den dezelerierenden Flow etwas abzumildern. Der Spitzenflow – und dadurch auch das Druckniveau – werden je nach Einstellung dieser sog. Rampe (ca. 0,2 s) entsprechend später erreicht. Der nun eingestellte Flowverlauf nennt sich akzelerierend/dezelerierend.

Wird die Druckanstieggeschwindigkeit zu gering gewählt, kann für den Patienten das Gefühl der Atemnot auftreten. Bei einer zu steil eingestellten Rampe kann es für den Patienten unangenehm sein und außerdem zu Sekretverwirbelungen führen.

Alarmfunktionen

Respiratoren sind mit verschiedenen Alarmen ausgestattet. Neben Gasmangel, Stromausfall, Gerätestörungen und Atemgastemperatur gehören dazu:

- **Sauerstoffkonzentration:** Entweder fest vorgegeben oder frei wählbar kann eine obere und eine untere Grenze eingestellt werden.
- **Apnoealarm:** Ist in Geräten oft fest eingestellt und liegt zwischen 15 und 20 s. Variable Einstellungen zwischen 15 und 60 s sind möglich (Evita 4, Servo i).
- **Atemfrequenz:** Zur Absicherung kann eine obere und untere Grenze bzw. eine Hechelüberwachung eingestellt werden.
- **Volumenüberwachung:** Es kann das AMV und/oder das V_T überwacht werden.
- **Beatmungsdruck:** Bei Einstellung einer oberen Druckgrenze (Stenosealarm) bricht die Maschine bei Erreichen des Drucks sofort die Inspiration ab und geht in die Exspiration (reine Sicherheitsfunktion, damit der Patient bei Husten nicht noch weiter mit Volumen belastet wird). Bei einigen Geräten kann man eine Druckbegrenzung vorgeben. Sollte das Beatmungsgerät bei der Inspiration nun diese eingestellte Grenze erreichen, wird das Druckniveau gehalten, bis die Inspirationszeit abgelaufen ist. Außerdem können die Maschinen durch einen Druckverlust eine Diskonnektion erkennen.

Apnoeventilation (Back-up-Beatmung)

An verschiedenen Respiratoren gibt es für augmentierende Beatmungsverfahren und reine spontane Atmungsformen eine Sicherheitsfunktion. Sollte der Patient aufhören zu triggern, erfolgt nach einer entweder fix vorgegebenen oder frei wählbaren Zeit (z. B. zwischen 15–60 s) ein Apnoealarm. Der Patient wird anschließend automatisch kontrolliert beatmet (der Modus ist abhängig vom Gerätetyp). Die Apnoeventilation lässt sich an einigen Beatmungsgeräten frei wählen (z. B. Dräger Eviten). Bei anderen Geräten (z. B. Maquet Servo i) ist die Back-up-Beatmung immer Bestandteil der spontanen oder augmentierenden Verfahren. Ist die Apnoeventilation ausgelöst worden, wird durch einen Triggermechanismus des Patienten der vorher gewählte Modus wieder aktiv, selten muss der Anwender eine manuelle Bestätigung durchführen (Reset-Taste).

Variable Parameter

Mit diesem Begriff ist die Beatmungsgröße gemeint, auf die man in der Einstellung keinen bzw. indirekt Einfluss hat. Sie beschreibt die Variationsmöglichkeit für das Beatmungsgerät bei Veränderungen von Beatmungsparametern oder von den Atemmechanismusgrößen (Compliance C und Resistance R). Bei der druckkontrollierten Beatmung wird ein Druckniveau in einer gewissen Zeit vorgegeben. Das Volumen, das der Patient tatsächlich erhält, ist abhängig von C und R der Lunge, also ist das Volumen in dieser Beatmungsform der variable Parameter. Da es also keinen direkten Einfluss auf diesen Parameter gibt, muss er durch Alarme begrenzt werden, womit für den Patienten bedrohliche Bereiche verhindert werden sollen.

Druck/Zeit-, Volumen/Zeit-, Flow/Zeit-Diagramme

An modernen Beatmungsgeräten besteht die Möglichkeit, grafische Darstellungen von Beatmungsdruck, Flow und Beatmungsvolumen anzuzeigen. Die Kurvenverläufe geben Aufschluss über die Beatmungsform, atemmechanische Störungen (Compliance/Resistance) und über das eingestellte Beatmungsmuster.

Steuerung der maschinellen Beatmung

Ein Beatmungsgerät benötigt 4 Schritte, um einen Atemzyklus zu realisieren. Der 1. Schritt ist die Inspiration, bei dem der Ventilator aktiv einen Beatmungshub ausführt. Im 2. Schritt findet die Umschaltung von In- zu Exspiration statt. Der 3. Schritt ist ein passiver Vorgang, bei dem das Exspirationsventil geöffnet wird und der Beatmungsdruck auf das Ausgangsniveau zurückgeht. Der 4. Schritt ist die Umschaltung von Exspiration auf Inspiration.

Die Umschaltung von Inspiration auf Exspiration kann durch das Volumen, den Druck, den Flow oder die Zeit gesteuert werden. Beatmungsgeräte werden nach diesem Steuerungsprinzip klassifiziert:

- Volumensteuerung: Abgabe eines vorgewählten Volumens beendet die Inspiration.
- Drucksteuerung: Erreichen eines vorgewählten Druckes beendet die Inspiration.
- Flowsteuerung: Überschreiten eines fest vorgegebenen Flows beendet die Inspiration.
- Zeitsteuerung: Ablauf einer vorgegebenen Zeit beendet die Inspiration.

Heutige Respiratoren sind meist zeitgesteuert. In den nachfolgenden Beschreibungen der Beatmungsformen ist dieser Steuerungsmechanismus Voraussetzung. Die Umschaltung von Exspiration auf Inspiration wird über die Zeit oder die Patiententriggerung gesteuert.

8.4.3 Beatmungsformen

Atmungs- bzw. Beatmungsverfahren lassen sich nach dem Grad der Atemarbeit, die der Patient dabei aufbringen muss, in 3 verschiedene Grundformen einteilen:

1. **Kontrollierte Beatmungsformen:** Der Respirator übernimmt die vollständige Atemarbeit.
2. **Augmentierende (unterstützende) Verfahren:** Die Atemarbeit wird je nach Einstellung vom Beatmungsgerät und vom Patienten geleistet.
3. **Spontanatmungverfahren:** Die Spontanatmung erfolgt über den Respirator, die Atemarbeit wird jedoch vollständig vom Patienten übernommen.

Die Vielzahl an unterschiedlichen Atmungs- und Beatmungsformen und die je nach Gerätetyp und -firma unterschiedliche Nomenklatur macht es dem Anwender nicht leicht, eine für den Patienten sinnvolle Respiratortherapie zu finden. Auch wenn sich die Internationale Organisation für Normung mittlerweile in einem Unterkomitee (SC 3 Lung Ventilators and Related Equipment) und andere Initiativen mit der Thematik befassen, wird es noch lange dauern, bis alle Hersteller eine einheitliche Nomenklatur verwenden. ▶ Abb. 8.46 versucht derzeit gebräuchliche Formen zu ordnen.

Kontrollierte Beatmung (Controlled mechanical Ventilation, CMV)

Bei kontrollierten Beatmungsverfahren wird die gesamte Ventilation durch den Respirator geleistet, sodass am Respirator sämtliche Parameter eingestellt werden müssen, die für eine adäquate Beatmung wichtig sind. Kontrollierte Beatmungsformen stellen für Patienten eine Zwangsbeatmung dar, sodass der Patient nur wenige Möglichkeiten hat, auf das, was ihm „angetan“ wird, Einfluss zu nehmen. Somit werden rein kontrollierte Beatmungsverfahren vom Patienten meist nur dann ausreichend toleriert, wenn das eigene Spontanatmungsvermögen durch das be-

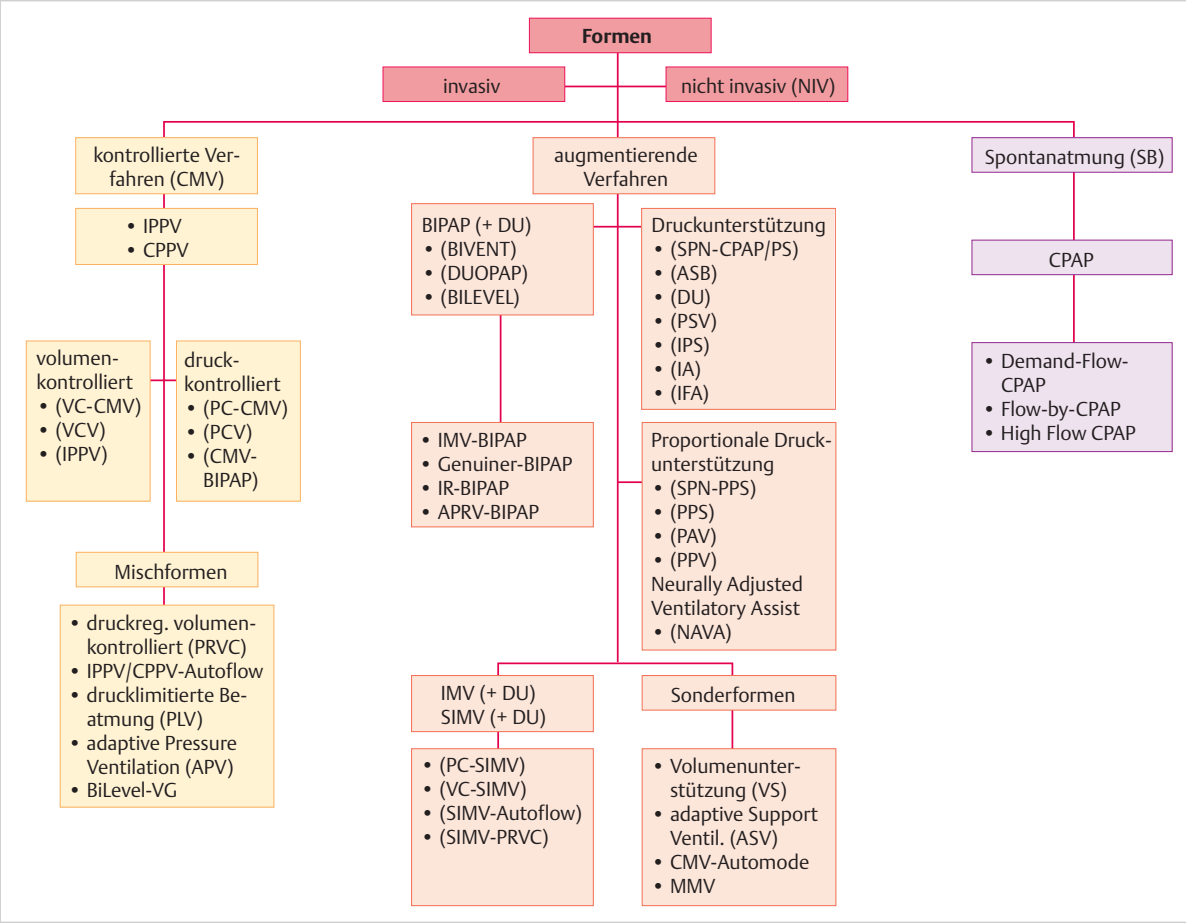


Abb. 8.46 Übersicht der Atmungs- und Beatmungsformen.

stehende Krankheitsbild (z. B. durch eine hohe Querschnittslähmung) aufgehoben ist und/oder es z. B. durch eine Analgosedierung oder Narkose unterdrückt wird.

Bei der schwierigen Entwöhnung vom Respirator können geplante Wechsel zwischen Spontanatmung (Trainingsphase) und kontrollierter Beatmung (Erholungsphase) möglichst ohne Sedativa das Rezept zum Erfolg sein. Siehe diskontinuierliches Weaning (S. 223).

► **CPPV (Continuous positive Pressure Ventilation).** Wendet man eine kontrollierte Beatmung mit PEEP an, so ist der endexspiratorischer Druck > 0.

► **IPPV (Intermittend positive Pressure Ventilation).** Eine kontrollierte Beatmung ohne PEEP (in heutiger Zeit obsolet) bedeutet eine intermittierende Überdruckbeatmung mit einem endexspiratorischer Druck = 0.

Praxistipp

Die Beatmungsgeräte Evita 2 dura bis Evita XL der Fa. Dräger zeigen fälschlicherweise auch im CPPV Modus IPPV an!

Der Modus IPPV Evita 1 bis XL ist primär ein volumenkontrollierter Modus.

► **Kontrolliert-assistierte Beatmung** . Synonyme: IPPV-Assist, VC-AC, PC-AC.

Auch in kontrollierten Beatmungsverfahren kann man dem Patienten durch eine Triggereinstellung die Möglichkeit geben, das Gerät durch Spontanatmungsimpulse (z. B. durch Erzeugen eines Unterdruckes) zu beeinflussen. „Triggert" der Patient in einer kontrollierten Beatmungsform, so liefert das Gerät einen zusätzlichen mandatorischen Atemhub. Das heißt, der Patient bekommt durch seinen Impuls außer der Reihe einen vom Anwender vordefinierten Atemhub. Man spricht hierbei von der kontrolliert-assistierten Beatmung.

► **Möglichkeiten der kontrollierten Beatmung.** Um kontrolliert zu beatmen, gibt es verschiedene Verfahren:

1. volumenkontrollierte Beatmung (Volume-controlled Ventilation, VC-CMV)
2. druckbegrenzte Beatmung (Pressure-limited Ventilation, VC-PLV)
3. druckkontrollierte Beatmung (Pressure-controlled Ventilation, PC-CMV)
4. druckregulierte-volumenkontrollierte Beatmung (Pressure-regulated Volume-controlled Ventilation, PRVC)

Volumenkontrollierte Beatmung

Synonyme: VC-CMV, IPPV.

Bei diesem Beatmungsverfahren erhält der Patient ein voreingestelltes AMV innerhalb einer vorgegebenen Zeit mit einer festgelegten Atemfrequenz. Auch der Flow kann vom Anwender je nach Beatmungsgerät direkt oder indirekt vorgegeben werden.

Folgende Parameter müssen für eine volumenkontrollierte Beatmung einge-

stellt bzw. über die Einstellungen der anderen Parameter festgelegt werden:

- AF (CMV-f) und V_T: Je nach Gerät wird ersatzweise das AMV eingestellt.
- Flow: Die Flussgeschwindigkeit kann bei einigen Geräten (z. B. Servo, Fa. Maquet) nicht direkt eingestellt werden. Der erforderliche Flow wird vom Gerät automatisch anhand der Höhe des eingestellten Atemzugvolumens (AMV: f) und der inspiratorischen Flowphase errechnet.
- I:E oder Inspirationszeit (T_{insp}) in Sekunden oder in Prozent des Atemzyklus (z. B. Servo der Fa. Maquet). Wird das Verhältnis von Inspirations- und Exspirationszeit direkt eingestellt, so kann mit den Parametern I:E und der CMV–f die Inspirationszeit errechnet werden.

▶ **Beispiel.** CMV f = 10, I:E = 1:2, T_{insp} = ?
= 60 s: f = T_{insp} + T_{exsp} (Atemzyklus)
= 60: 10 = 6 s, verteilt auf ein I:E von 1:2 ergibt sich also eine T_{insp} von 2 s + T_{exsp} 4 s

Umgekehrt kann mit den Parametern T_{insp} und CMV f das I:E ermittelt werden.

Lernaufgabe

Ermitteln Sie das Verhältnis von Inspirations- zur Exspirationszeit (I:E), indem Sie an einem Beatmungsgerät die Parameter CMV f 10, T_{insp} 2,0 s eingeben.

Ermitteln Sie die Inspirationszeit und das I:E, indem Sie bei einem Beatmungsgerät folgende Eingabe machen: CMV f 12, Inspirationsdauer 40 %, Pausendauer 10 %.

Weitere Parameter sind:

- Pausendauer (Plateauzeit) – wird je nach Gerät direkt eingestellt oder ergibt sich aus den Parametern Flow (T_{insp} Flowphase), CMV f und I:E
- PEEP, F_iO_2, ggf. Triggerfunktion
- Alarmfunktionen (Atemminutenvolumen, obere Druckgrenze, ggf. Druckbegrenzung)

Da die volumenkontrollierte Beatmung eine Volumenkonstanz garantiert, wird das eingestellte Volumen ohne Rücksicht auf entstehende Beatmungsdrücke (abhängig von der Resistance und Compliance der Lunge) verabreicht (variabler Parameter = Beatmungsdruck). Hierdurch können zusätzliche beatmungsinduzierte Lungenschädigungen auftreten. Das begründet u. a., warum die Beatmungsform in vielen Abteilungen, zumindest bei Therapie Lungenerkrankter, auf dem Rückzug ist.

Die herkömmliche Flowform hierbei ist ein sog. „Rechteckflow" oder konstanter

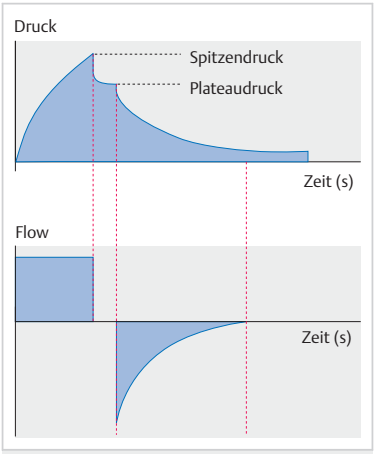


Abb. 8.47 Volumenkontrollierte Beatmung. Druck/Zeit- und Flow/Zeit-Diagramm bei volumenkontrollierter Beatmung (VC-CMV).

Flow: Während der inspiratorischen Flowphase (Inflationszeit) strömt das Atemgas mit konstanter Geschwindigkeit in die Lunge. Bei manchen Beatmungsgeräten lassen sich verschiedene „Flowformen" wählen. Der typische Druck-Zeit-Verlauf einer VCV mit auftretenden Spitzen- und Plateaudrücken ist in ▶ Abb. 8.47 dargestellt.

Lernaufgabe

Lösung Lernaufgabe 1: I:E = 1:2

Lösung Lernaufgabe 2: Die Inspirationszeit beträgt insgesamt 50 % vom Atemzyklus. Das entspricht 2,5 s. Bei einer CMV-Frequenz von 12. I:E = 1:1

Druckbegrenzte Beatmung (PLV)

Zur Minimierung der Gefahr von Barotraumen können mit PLV Spitzendrücke (P_{max}) durch den Parameter P_{max} im volumenkontrollierten Modus begrenzt werden. Diese Beatmung ist u. a. an allen Evitageräten (1 – XL) der Fa. Dräger möglich. Wird z. B. bei einer Verschlechterung der Compliance der Lunge diese Grenze erreicht, werden Atemwegsdrücke auf den voreingestellten Wert limitiert (eingestellte Inspirationszeit wird eingehalten). Im Druck/Zeit–Diagramm kommt es zur Ausbildung eines Druckplateaus. Im Flow/Zeit–Diagramm wird ein dezelerierender Flow erkennbar (▶ Abb. 8.48). Um bei druckbegrenzter Beatmung trotzdem das voreingestellte Volumen applizieren zu können, reduziert der Respirator automatisch die Nonflowphase. Volumenkonstanz ist gewährleistet solange der P_{max}

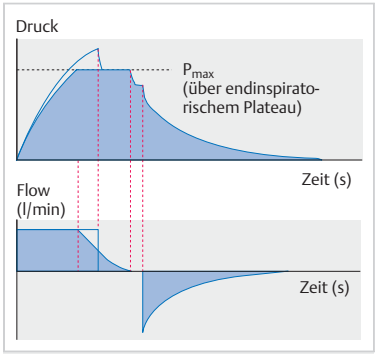


Abb. 8.48 Druckbegrenzte Beatmung. Druck/Zeit- und Flow/Zeit-Diagramm bei druckbegrenzter Beatmung (PLV).

über dem Plateaudruck (P_{plat}) liegt. Bei einer volumeninkonstanten Beatmung wird der entsprechende Alarm gemeldet.

Bei der druckbegrenzten Beatmung müssen neben P_{max} sämtliche Parameter und Alarmfunktionen der volumenkontrollierten Beatmung (Beatmungsmodus IPPV bei Dräger Evita) eingestellt werden.

Druckkontrollierte Beatmung

Synonyme: PC-CMV, PCV.

Bei diesem zeitgesteuert-kontrollierten Beatmungsverfahren wird während der gesamten Inspiration ein eingestellter Druck in der Lunge gehalten. Dazu muss der Respirator einen dezelerierenden Flow (S. 208) generieren, womit am Anfang der Inspiration der Flow am höchsten ist und mit zunehmender Füllung der Lungen rasch abnimmt (▶ Abb. 8.49).

Der variable Parameter ist hier das V_T, wonach demzufolge atemmechanische Veränderungen der Lunge (Compliance und Resistance) automatisch zur Änderung des AMV führen. Die druckkontrollierte Beatmung ist volumeninkonstant.

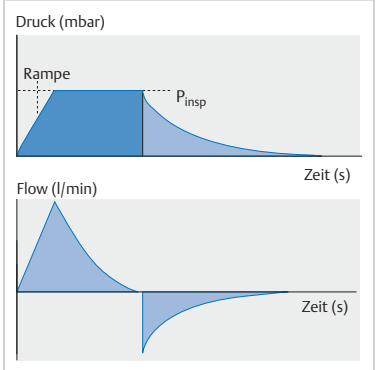


Abb. 8.49 Druckkontrollierte Beatmung. Druck/Zeit- und Flow/Zeit-Diagramm bei druckkontrollierter Beatmung (PC-CMV).

Um die Gefahr einer Hypo- oder Hyperventilation vorzubeugen, ist eine engmaschige Einstellung der Alarmgrenzen von größter Wichtigkeit.

Bei PC-CMV ist das Atemzugvolumen abhängig von

- der Druckdifferenz zwischen PEEP-Niveau und eingestelltem Inspirationsdruck (ΔP),
- den atemmechanischen Eigenschaften der Lunge (Resistance und Compliance),
- der Länge der gewählten Inspirationszeit.

Praxistipp

Um das für den Patienten richtige Druckniveau zu wählen, kann der Plateaudruck aus volumenkontrolliertem Modus übernommen oder zu Beginn der druckkontrollierten Beatmung mit einem geringen Druckniveau (ΔP von ca. 10 mbar) begonnen werden, womit ggf. anhand des gemessenen V_T der Druck höher oder niedriger titriert werden kann. Generell sollten längere Spitzendrücke von > 30 (35) mbar vermieden werden.

PC-CMV lässt sich prinzipiell als Standardverfahren der kontrollierten Verfahren anwenden. Sie eignet sich sowohl für die Beatmung des lungengesunden Patienten, bietet sich aber besonders für die Ventilation der Patienten mit erkrankter Lunge an.

► **Vorteile von PC-CMV.** Dies sind:

- Reduktion des Atemspitzendruckes möglich
- Minimierung der Überdehnung von „gesunden" Alveolen durch Limitierung des Inspirationsdruckes auf 30–35 mbar
- Verhinderung von „Pendelluft" (Überströmen von Luft aus gut belüfteten Alveolen in Lungenabschnitte mit „langsamen" Lungenkompartments während der inspiratorischen Pausenphase bei volumenkontrollierter Beatmung)
- Erreichen des Alveolarenöffnungsdruckes bereits zu Beginn der Inspirationszeit; dadurch bedingt mehr Zeit für Alveolar Recruitment (Eröffnung kollabierter Alveolen) mit nachfolgender Verbesserung der Oxygenierung
- Verbesserung der CO_2-Elimination und Kompensation von Leckagen (z. B. undichter oder ungeblockter Tubuscuff) durch eine vom Respirator automatische Flowerhöhung zur Aufrechterhaltung des eingesellten Druckniveaus

► **Einzustellende Parameter.** Dies sind:

- AF (CMV-f)
- druckkontrolliertes Niveau (je nach Gerät der maximale Druck oder das ΔP)
- I:E oder Inspirationszeit (T_{insp}) in Sekunden oder in % des Atemzyklus
- PEEP, F_iO_2, Rampe, ggf. Triggerfunktion
- Alarmfunktionen (Atemminutenvolumen, obere Druckgrenze)

Druckregulierte-volumenkontrollierte Beatmung (PRVC)

Synonyme: IPPV-„Autoflow", Adaptive Pressure Ventilation (APV), BiLevel-VG.

Bei dieser zeitgesteuert-kontrollierten Beatmungsform wird ein voreingestelltes Atemzugvolumen innerhalb einer vorgegebenen Zeit mit einer festgelegten Atemfrequenz appliziert. Genau wie bei der druckkontrollierten Beatmung wird der inspiratorische Druck während der gesamten Inspirationsdauer konstant gehalten (► Abb. 8.50). Der inspiratorische Flow verläuft dezelerierend. Die Höhe des inspiratorischen Druckniveaus ist variabel und wird von Atemzug zu Atemzug automatisch an evtl. Änderungen der mechanischen Lungen/Thorax-Eigenschaften angepasst. Der Respirator führt bei jedem Atemzug eine Volumen-Druck-Berechnung durch und regelt den für das eingestellte Atemzugvolumen nötigen inspiratorischen Druck bei dem folgenden Atemhub ggf. nach. Der variable Parameter ist also das inspiratorische Druckniveau, wobei die Druckänderungen von einem auf den nächsten Atemhub max. 3 mbar betragen können.

► **„Druckbegrenzung".** Das maximal erreichbare Druckniveau muss mit der „Druckbegrenzung" festgelegt werden. Diese liegt 5 mbar unterhalb der oberen Druckgrenze (Stenosealarm), 10 mbar bei den Respiratoren (GALILEO, G5 use.) der Fa. Hamilton Medical, und sollte so niedrig wie möglich eingestellt werden. Wird die „Druckbegrenzung" z. B. wegen einer Verschlechterung der Lungencompliance erreicht, ist die Beatmung volumeninkonstant, da das voreingestellte V_T nicht mehr vollständig appliziert werden kann. Der Respirator zeigt das Erreichen der „Druckbegrenzung" und eine evtl. Volumeninkonstanz durch entsprechende Alarme an. Der Patient wird in diesem Fall mit der eingestellten „Druckbegrenzung" als inspiratorisches Druckniveau und dem V_T als variablen Parameter druckkontrolliert beatmet.

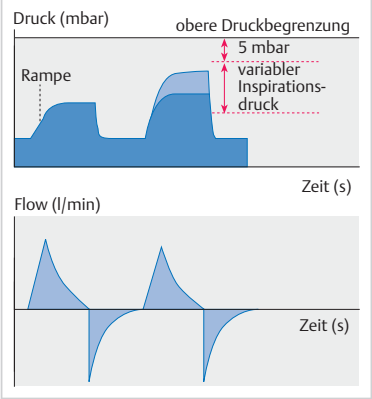


Abb. 8.50 Druckreguliert-volumenkontrollierte Beatmung (PRVC). Druck/Zeit- und Flow/Zeit-Diagramm bei druckreguliert-volumenkontrollierter Beatmung (PRVC).

► **Vorteile von PRVC.** Vorteile dieser Beatmung können sein:

- sämtliche Vorteile der druckkontrollierten Beatmung
- Verabreichung eines eingestellten Atemzug- bzw. Minutenvolumens mit eingestellter Atemfrequenz und konstantem (minimal notwendigen) Druck (automatische Druckadaptierung)

► **Einzustellende Parameter.** Folgende Parameter müssen eingestellt werden:

- AF (CMV-f, IPPV-f), PEEP, F_iO_2
- Druckbegrenzung (5 mbar unterhalb der oberen Druckgrenze)
- I:E oder Inspirationszeit (T_{insp}) in Sekunden oder in Prozent des Atemzyklus
- Alarmfunktionen (Atemminutenvolumen, obere Druckgrenze)
- Rampe und ggf. Triggerfunktion

Augmentierende Verfahren

Bei den augmentierenden Verfahren stehen folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

1. BIPAP (Biphasic positive Airway Pressure)
2. intermittierende mandatorische Ventilation (IMV)
3. synchronisierte intermittierende mandatorische Ventilation (SIMV)
4. Autoflow
5. Automode
6. MMV (Mandatory Minute Volume)
7. ASV (Adaptive Support Ventilation)
8. druckunterstützte Beatmung
9. Automatische Tubuskompensation (ATC)
10. PPS (Proportional Pressure Support)
11. NAVA (Neurally Adjust Ventlatory Assist)

BIPAP (Biphasic positive Airway Pressure)

Synonyme: DuoPAP, BiVENT, Bilevel.

BIPAP stellt einerseits eine druckkontrollierte Beatmung dar, bei der der Patient jedoch parallel zu jedem Zeitpunkt Spontanatmung leisten kann, und andererseits kann BIPAP als CPAP-System mit 2

unterschiedlich einstellbaren Druckniveaus beschrieben werden. In vom Anwender festgelegten zeitlichen Abständen findet der Wechsel vom unteren auf das obere CPAP-Niveau und umgekehrt statt (▶ Abb. 8.51). Die jeweiligen Drucksprünge sind mit der Spontanatmung des Patienten synchronisiert (nicht beim „APRV-BIPAP" der Dräger Eviten).

Beim Wechsel zwischen den Druckniveaus muss vom Respirator ein Volumen bewegt werden, das den maschinellen Anteil des AMV bildet. Die Höhe dieser Volumenverschiebung (maschinelles Atemzugvolumen) ist abhängig von:

- Druckdifferenz zwischen dem oberen und unteren Druckniveau (ΔP)
- atemmechanischen Eigenschaften der Lunge (Resistance und Compliance)
- Länge der gewählten Inspirationszeit

Der andere Anteil der Ventilation wird von der Spontanatmungsaktivität des Patienten bestimmt.

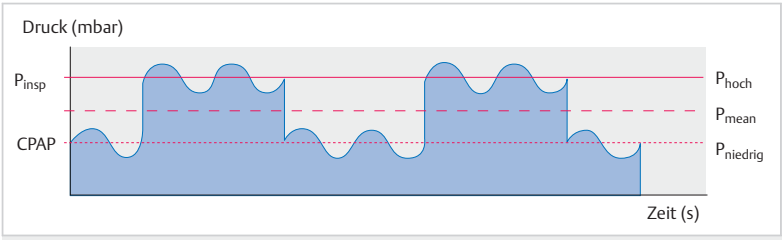


Abb. 8.51 BIPAP (Biphasic positive Airway Pressure). Die jeweiligen Drucksprünge sind mit der Spontanatmung des Patienten synchronisiert.

BIPAP-Formen

In Abhängigkeit vom Ausmaß einer vorhandenen Spontanatmung kann BIPAP in unterschiedlichen Erscheinungsformen vorliegen (▶ Abb. 8.52):

- **CMV-BIPAP:** Bei fehlender Spontanatmung findet eine druckkontrollierte Beatmung durch den zeitlichen Wechsel zwischen unterem und oberem Druckniveau statt.
- **SIMV-BIPAP:** Der Patient atmet nur auf dem unteren Druckniveau spontan. Der Wechsel vom unteren auf das obere Niveau erfolgt synchronisiert mit der Spontanatmung des Patienten (nicht beim Modus „APRV-BIPAP").
- **GENUINER-BIPAP („echter" BIPAP):** Der Patient atmet auf beiden Druckniveaus spontan. Der Wechsel vom unteren auf das obere Druckniveau und umgekehrt ist mit der Spontanatmung des Patienten synchronisiert (nicht beim Modus „APRV-BIPAP"). Parallel zur Spontanatmung des Patienten erfolgt eine druckkontrollierte Beatmung.
- **CPAP:** Beide Druckniveaus sind vollständig angeglichen. Der Patient atmet auf einem CPAP-Niveau und übernimmt die gesamte Atemarbeit.

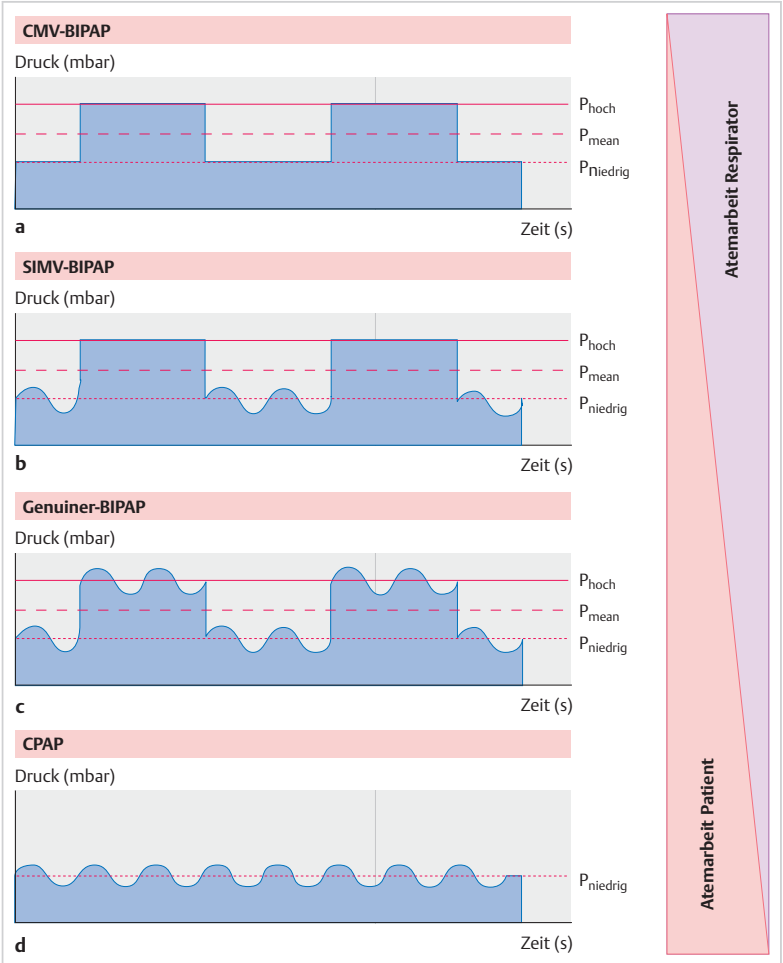


Abb. 8.52 Erscheinungsformen des BIPAP. Hier bezogen auf die Spontanatmung.

BIPAP Sonderformen

▶ **BIPAP-ASB.** Je nach Gerät bzw. gewähltem BIPAP-Modus kann die Spontanatmung des Patienten mit einer Druckunterstützung (ASB) kombiniert werden (▶ Abb. 8.53). BIPAP-Formen, bei denen sich eine Druckunterstützung wählen lässt, haben bei unterschiedlichen Firmen und Gerätetypen unterschiedliche Bezeichnungen:

- BIPAP-SIMV (Evita 2 der Fa. Dräger)
- BIPAP-ASB (Evita Dura, Evita 4, Evita XL der Fa. Dräger)
- Bi-Phasic-Ventilation im druckunterstützten Modus (Servo 300 mit der Zusatzausrüstung „Bi-Phasic Ventilations Modul" der Fa. Maquet)
- DuoPAP (Galileo der Fa. Heinen-Löwenstein)
- Bi-Vent (Servo i)

Bei allen Evita-Respiratoren kann die Druckunterstützung nur auf dem unteren Druckniveau ausgelöst werden. Atmet der Patient auch auf dem oberen (GENUINER-BIPAP oder APRV-BIPAP), so erhält er keine Unterstützung und atmet CPAP. Beim Servo 300 erhält der Patient bei Aktivierung der Druckunterstützung diese auf beiden Niveaus (Cave: Spitzendrücke!). Beim Servo i ist die Druckunterstützung frei wählbar. Auch beim Beatmungsgerät

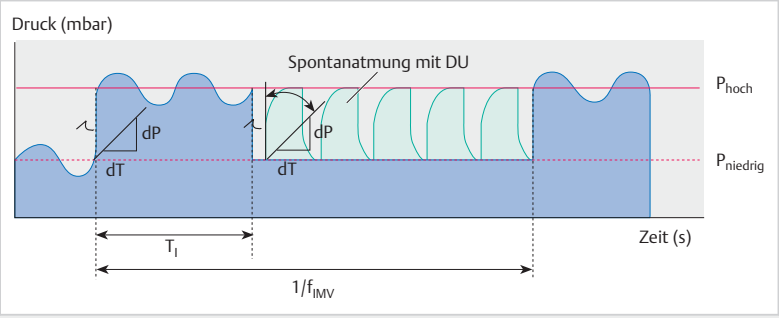


Abb. 8.53 BIPAP-ASB. BIPAP-Formen, bei denen sich eine Druckunterstützung wählen lässt, haben bei unterschiedlichen Firmen und Gerätetypen unterschiedliche Bezeichnungen.

Galileo kann eine Druckunterstützung auf dem oberen Druckniveau appliziert werden. Hierbei kann der max. erreichbare Spitzendruck jedoch nur so hoch sein, wie der auf dem unteren Niveau (P_{tief} + Druckunterstützung).

► **IR-BIPAP (Inversed-Ratio-Ventilation-BIPAP).** Bei dieser BIPAP-Einstellung wird der Patient druckkontrolliert mit umgekehrtem I:E beatmet. Die Phasenzeit des oberen Druckniveaus wird also länger eingestellt als die des unteren. Gleichzeitig besteht für den Patienten zu jedem Zeitpunkt freie Spontanatmungsmöglichkeit. Trotz hoher Beatmungsinvasivität kann auch in Abhängigkeit von der Sedierungstiefe zumindest ein Teil der Spontanatmung erhalten werden.

► **BIPAP-APRV (Airway Pressure Release Ventilation).** Diese Einstellung kann als eine Form des IR-BIPAP definiert werden, wobei die Einstellung so erfolgt, dass das eingestellte untere Phasenniveau nur kurzzeitig (0,5–1,5 s) gehalten wird. Anders betrachtet atmet der Patient auf einem hohen CPAP-Niveau spontan und erhält kurzfristig, zwecks CO_2-Elimination, eine Druckentlastung auf ein niedriges CPAP-Niveau. Durch diese kurze maschinelle Exspiration wird dem Patienten also ein Teil der erforderlichen Ventilation abgenommen (► Abb. 8.54).

Einstellparameter beim BIPAP

Um eine „BIPAP"-Einstellung vorzunehmen, genügt es 4 Grundparameter, $F_i\,O_2$ und notwendige Alarmgrenzen festzulegen (siehe z. B. BIPAP-Modus der Evita 1). Diese 4 Grundparameter haben je nach Firma, Beatmungsgerät, BIPAP-Modus und Software teilweise unterschiedliche Bezeichnungen und Einstellweisen, bilden aber das Grundgerüst jeder BIPAP-Einstellung. Dazu gehören:

► **Dauer des oberen und unteren Druckniveaus.** Für die Bezeichnung des oberen Zeitniveaus gibt es je nach Gerätetyp, Software und BIPAP-Modus unterschiedliche Begrifflichkeiten (T_{hi} = T_{hoch} = T_{insp} = Zeit PEEP hoch).

Auch das untere Zeitniveau kann unterschiedliche Bezeichnungen haben (T_{lo} = $T_{niedrig}$ = T_{exp} = Zeit PEEP tief).

Mit den beiden Phasenzeiten wird einerseits die Anzahl der druckkontrollierten Beatmungshübe/min festgelegt, andererseits wird auch das I:E-Verhältnis definiert. Dabei ist dieses Verhältnis kein starres Gebilde, sondern es unterliegt durch die Synchronisation bei vorhandener Spontanatmung kleineren Schwankungen. Je nach Gerät und BIPAP-Modus werden die Phasenzeiten direkt in Sekunden eingegeben, oder aber über eine einstellbare Atemfrequenz und dem I:E-Verhältnis bzw. der Inspirationszeit (T_{insp}) definiert.

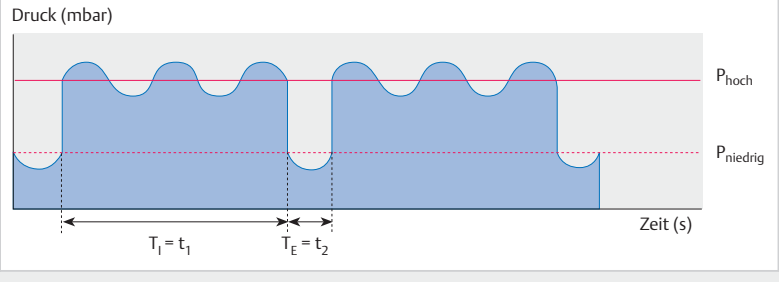


Abb. 8.54 BIPAP-APRV. Das eingestellte untere Phasenniveau wird nur kurzzeitig (0,5–1,5 s) gehalten.

Fallbeispiel

Beträgt die obere Phasenzeit 2 und die untere 4 s, so ergibt sich hieraus eine Atemzykluszeit von 6 s. Das Atemzeitverhältnis ist bei dieser Einstellung also 1:2 und die Atemfrequenz 10/min.

► **Höhe des oberen und unteren Druckniveaus.** Für die Bezeichnung des oberen Druckniveaus gibt es je nach Gerätetyp, Software und BIPAP-Modus unterschiedliche Begrifflichkeiten (P_{hi} = P_{hoch} = P_{insp} = PEEP hoch).

Auch das untere Druckniveau kann unterschiedliche Bezeichnungen haben (P_{lo} = $P_{niedrig}$ = PEEP = PEEP tief).

Durch die Differenz zwischen dem oberen und unteren Druckniveau wird das $\Delta P = P_{insp} - PEEP$ festgelegt. Um bei der Einstellung eine korrekte Größe zu wählen, kann die o. g. Vorgehensweise, siehe Praxistipp der druckkontrollierten Beatmung (S. 211), verwendet werden.

► **Zusätzliche wichtige Parameter.** Außer den 4 Grundparametern lassen sich in den meisten BIPAP-Modi die Einstellungen durch zusätzliche wichtige Parameter erweitern. Hierzu gehören:

- druckunterstütztes Niveau (je nach Gerät der maximale Druck oder das ΔP)
- Rampe, Trigger, $F_i\,O_2$
- erweiterte Alarmgrenzen (obere Druckgrenze, Atemminutenvolumen, ggf. Apnoealarm, Apnoeventilation/Backupbeatmung)

Intermittierende mandatorische Ventilation (IMV)

Bei dieser Kombination aus Spontanatmung und kontrollierter Beatmung werden die kontrollierten Atemzüge in bestimmten Abständen (voreingestellte Frequenz) mit einem bestimmten Volumen (voreingestelltes Atemzugvolumen) verabreicht. Zwischen den maschinellen Beatmungshüben kann der Patient mit beliebiger Eigenfrequenz spontan atmen, entweder auf dem atmosphärischen Druck oder auf einem PEEP-Niveau (s. CPAP). Durch die fest vorgegebenen kontrollierten Hübe wird der Patient sicher ausreichend beatmet, da diese Gewährleistung durch die Spontanatmung nicht aufrecht gehalten werden kann. Die Spontanatmung findet in der Exspirationsphase des maschinellen Hubes statt.

Da diese Beatmungsform sich aber nicht an den Patienten adaptieren kann (keine Synchronisation), wird der Ventilator immer seinen Atemzug verabreichen,

egal welche Atembemühungen der Patient gerade ausführen möchte. Aus diesem Grund kommt die IMV-Beatmung in der heutigen Zeit nicht mehr zum Einsatz, da es komfortablere Lösungen für den Patienten gibt (s. SIMV).

Synchronisierte intermittierende mandatorische Ventilation (SIMV)

Bei dieser Kombination aus Spontanatmung und kontrollierter Beatmung (Weiterentwicklung der IMV-Beatmung) liegt der Vorteil darin, dass der Atemhub des Ventilators mit der Atembemühung des Patienten synchronisiert werden kann. Diese Feinabstimmung soll verhindern, dass der kontrollierte Hub während der Atemarbeit des Patienten appliziert wird.

▶ **Triggererwartungsfenster.** Dem Respirator liegt ein sog. Triggererwartungsfenster fest vor (z. B. 5 Sekunden bei Evita der Fa. Dräger) oder kann eingestellt werden. Der maschinelle Hub wird also dann verabreicht, wenn der Patient in diesem entsprechenden Zeitfenster triggert bzw. spätestens nach Ablauf des Erwartungsfensters. Triggert er in diesem Zeitfenster nicht, so bekommt er spätestens nach Ablauf dieser Zeit einen kontrollierten Hub. Der Patient erhält also schon die Anzahl der vorgebenden kontrollierten Atemfrequenzen, aber evtl. etwas Zeit versetzt (▶ Abb. 8.55).

Triggert der Patient außerhalb des Erwartungsfensters, so atmet er spontan (sog. Spontanatmungsphase). Diese Einatembemühungen können je nach Beatmungsgerät für den Patienten mehr oder weniger angenehm durch Nutzung einer Rampe und/oder Druckunterstützung gestaltet werden. Siehe druckunterstützte Beatmung (S. 216).

▶ **Einzustellende Parameter.** Generell sind folgende Parameter für die SIMV-Beatmung einzustellen:

- F_iO_2, PEEP, Trigger, Rampe, evtl. druckunterstütztes Niveau
- Frequenz (um die Anzahl der kontrollierten Atemzüge einzustellen, selten ist das anstatt der CMV-Frequenz die SIMV-Frequenz)
- Inspirationszeit (z. B. t_{insp}, um die Länge des kontrollierten Hubes zu bestimmen)
  Cave: Selten muss, um diese Vorgabe zu erreichen, eine Kombination von Parametern eingestellt werden (f und I:E bei der Evita 2 von Dräger oder CMV-Frequenz und I:E beim Servo 300 von Maquet)
- Volumen oder Druckniveau (je nach kontrolliertem Modus), obere Druckgrenze
- Alarmfunktionen (Atemminutenvolumen, Atemfrequenz)

Merke

Je nach gewähltem SIMV-Modus (VC-SIMV, PC-SIMV, PRVC-SIMV) bzw. Möglichkeiten des Respirators können die kontrollierten Anteile volumenkontrolliert, druckkontrolliert oder volumenkontrolliert/druckkontrolliert verabreicht werden!

Autoflow

Das ist keine eigenständige Beatmungsform, sondern eine erweiterte Einstellungsmöglichkeit für einige Beatmungsformen.

Obwohl die Beatmungsform IPPV-Autoflow ein augmentierendes Beatmungsverfahren darstellt, kann sie auch als reine CMV-Form genutzt werden. Siehe PRVC (S. 212). Der Patient hat ähnlich wie bei BIPAP zu jedem Zeitpunkt (oberes und unteres Druckniveau) die Möglichkeit, spontan zu atmen (▶ Abb. 8.56). Wird SIMV mit Autoflow gekoppelt, so kann zusätzlich eine Druckunterstützung (ASB) eingestellt werden. Autoflow kann mit Evita 2 dura, Evita 4 und Evita XL der Fa. Dräger durchgeführt werden.

Automode

Bei dieser Zusatzfunktion springt das Gerät nach einer vorgegebenen oder eingestellten Apnoezeit von einer kontrollierten Beatmungsform in eine unterstützende um (nur möglich bei den Beatmungsgeräten der Fa. Maquet ab dem Servo 300 A). Der Respirator verbleibt im Spontanatemmodus, solange der Patient triggert. Hört die Patientenaktivität auf, schaltet das Gerät auf die kontrollierte Beatmung um. Das Ziel besteht in einem erhöhten Komfort: Sobald der Patient z. B. nach einer Narkose das Gerät antriggert, wird er nicht mehr kontrolliert beatmet, sondern kann seinen eigenen spontanen Atemrhythmus aufbauen. Sollten die Narkosemedikamente aber noch etwas nachwirken, ist eine ausreichende Ventilation durch den kontrollierten Modus gesichert. Die Sprünge des Respirators von einer Beatmungsform in die andere geschehen ohne jeglichen Alarm.

Folgende Kombinationen der Beatmung sind möglich:

- volumenkontrolliert/volumenunterstützt
- druckkontrolliert/druckunterstützt
- druckreguliert-volumenkontrolliert/volumenunterstützt

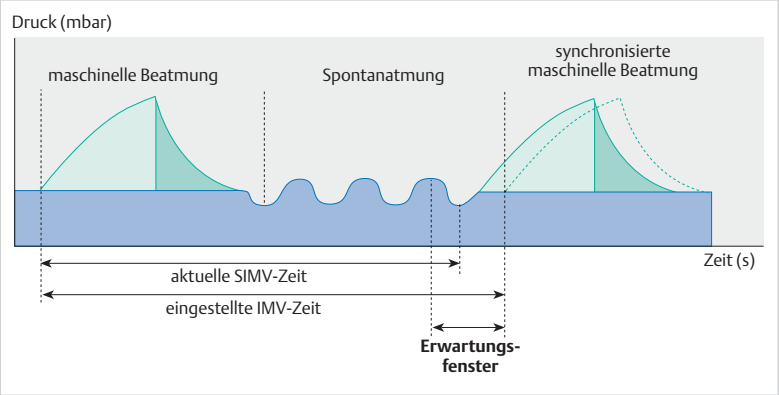


Abb. 8.55 SIMV. Synchronisierte intermittierende mandatorische Ventilation.

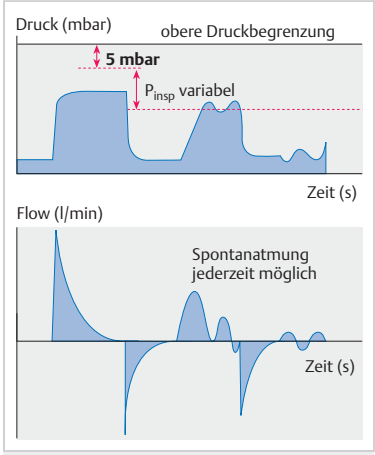


Abb. 8.56 IPPV-Autoflow. Der Patient hat ähnlich wie bei BIPAP zu jedem Zeitpunkt (oberes und unteres Druckniveau) die Möglichkeit, spontan zu atmen.

Die Parameter für den entsprechenden kontrollierten und spontanen Modus sind einzustellen. Die Automodefunktion muss dazu einfach nur aktiviert werden.

Merke

Ohne sinnvolle Triggereinstellung ist Automode nicht möglich.

MMV (Mandatory Minute Volume)

Während bei der SIMV das AMV anteilsmäßig zwischen Patient und Beatmungsgerät aufgeteilt wird und damit das Volumen zu gering werden kann, ist bei der MMV-Beatmung hingegen das AMV die Größe, die unbedingt erreicht werden muss. Erst wenn das eingestellte Mindestvolumen nicht erreicht wird (ständige Soll/Ist-Volumen-Messung), erfolgt eine maschinelle Unterstützung. Sollte eine Differenz in Höhe des eingestellten V_T entstehen, wird ein maschineller Hub verabreicht. Da Atemfrequenz und inspiratorisches V_T dabei nicht berücksichtigt werden, kann z. B. bei einer flachen schnellen Atmung das Soll-Volumen ohne eine ausreichende Ventilation erreicht werden, da das Beatmungsgerät nicht zwischen Totraum- und alveolärer Ventilation unterscheiden kann. Sinnvoll eingestellte Alarmgrenzen sind hier also besonders wichtig. Es ist sinnvoll, MMV mit dem Zusatz Autoflow zu nutzen, um die ursprüngliche VCV-Beatmung in eine Beatmungsform mit dezellerierenden Flow umzuwandeln.

ASV (Adaptive Support Ventilation)

Durch die Vorgabe von nur 3 Einstellwerten versucht der Respirator (ausschließlich Geräte der Fa. Hamilton Medical) für den jeweiligen Patienten das optimale Atemmuster zu finden.

► **Einzustellende Parameter.** Folgende Eingaben muss der Anwender vornehmen:

- **ideales** Körpergewicht des Patienten
- prozentuale Minutenventilation (% minVol), wobei eine Einstellung von 100 % im Erwachsenenbereich 0,1 l/min/kg und in der Pädiatrie 0,2 l/min/kg entspricht
- maximaler Atemwegsdruck (10 mbar unterhalb der oberen Druckgrenze [P-high Alarm])
- PEEP, F_iO_2, Rampe, Trigger
- ETS (S. 216)

Aus den Eingaben errechnet der Respirator die Minutenventilation und leitet daraus die Zielgrößen Atemfrequenz und Atemzugvolumen ab. Anhand der sog. Otis-Formel versucht der Respirator das optimale Atemmuster für den jeweiligen Patienten zu berechnen. Atemfrequenz und -zugvolumina der kontrollierten Atemhübe, Inspirationszeit sowie die jeweiligen inspiratorischen Druckniveaus werden automatisiert vom Respirator gewählt. Der Regelbereich des Atemzeitverhältnisses liegt zwischen 1:4 und 1:1. Demnach ist unter ASV keine Beatmung mit umgedrehtem Zeitverhältnis (IRV) möglich.

Die Verabreichung der kontrollierten und/oder druckunterstützten Atemhübe basiert auf dem Prinzip einer druckkontrollierten SIMV-Beatmung (PC-SIMV), wobei die jeweiligen Druckniveaus sowohl für die druckkontrollierten als auch für die druckunterstützten Anteile von Atemzug zu Atemzug reguliert werden. Die Höhe der inspiratorischen Druckniveaus ist für beide Varianten identisch.

► **Vorteile von ASV.** ASV fördert die Spontanatmung des Patienten, indem die kontrollierten Anteile der maschinellen Unterstützung vom Respirator automatisiert zurückgenommen werden. Alle spontanen Atemhübe werden druckunterstützt verabreicht.

Bei noch nicht ausreichender spontaner Ventilation kompensiert ASV das Defizit bis zum eingestellten Minutenvolumen (% minVol.) durch die Verabreichung von kontrollierten Atemhüben (PC-SIMV).

Sicherheitsrelevante Alarmgrenzen wie obere und untere Volumen- und Frequenzgrenze werden vom Respirator automatisch gesetzt, können aber zusätzlich durch den Anwender enger gefasst werden. Die obere Druckbegrenzung (10 mbar unter der Alarmgrenze „Hochdruckalarm") muss immer vom Anwender festgelegt werden.

Druckunterstützte Beatmung

Synonyme: Assisted spontaneous Breathing (ASB), Pressure Support Ventilation (PSV), Inspiratory Pressure Support (IPS), SPN-CPAP/PS.

Bei diesem augmentierten Beatmungsverfahren wird jeder Atemzug des Patienten in der Inspiration mit Druck unterstützt (► Abb. 8.57). Dieses Druckniveau bleibt während der gesamten Einatmung konstant und der Flow verläuft dazu dezellerierend. AF, Verlauf (Inspirationszeit) und V_T werden vom Patienten gesteuert. Wenn er inspiriert, registriert das Beatmungsgerät dieses durch eine Druck- oder Flowveränderung (je nach eingestellter Triggerform). Es findet nun ein Drucksprung von einem unteren Niveau (Atmosphärendruck oder auch PEEP-Niveau) auf ein oberes Niveau statt. Die Höhe der eingestellten inspiratorischen Druckunterstützung ist abhängig von der Compliance und Resistance der zu beatmenden Lunge und von der Leistungskapazität der Atemmuskulatur des Patienten. Das V_T des Patienten wird nach einem Inspirationsversuch ersichtlich, sodass dazu die Druckunterstützung vom Therapeuten reguliert werden sollte. Auch die erreichte Atemfrequenz kann einen Aufschluss über das korrekt eingestellte Druckniveau geben. Ist die Unterstützung zu niedrig gewählt, so fordert man dem Patienten eine sehr hohe Atemarbeit ab, da dieser zusätzlich die Strömungswiderstände des Trachealtubus überwinden muss. Die Exspiration kann unterschiedlich eingeleitet werden. Sollte die obere Druckgrenze erreicht werden, wird die Inspiration sofort abgebrochen. Wenn der Inspirationsflow einen gewissen Prozentsatz (z. B. 25 %) des vorher gelieferten maximalen Flows (= 100 %) unterschritten hat, wird auch das Exspirationsventil geöffnet. Dieser Prozentsatz ist entweder fest integriert oder kann variabel eingestellt werden (Insp.-Zyklus Ende = ETS = Expiratorische Trigger Sensitivity = Empfindlichkeit des Ausatmungstriggers).

Spätestens nach Ablauf einer gewissen Zeit wird die Exspiration eingeleitet. Der Initialflow kann in seiner Anstiegssteilheit bei vielen Beatmungsgeräten abgemildert werden, um dem Patienten eine angenehmere Einatmung zu ermöglichen (Rampe).

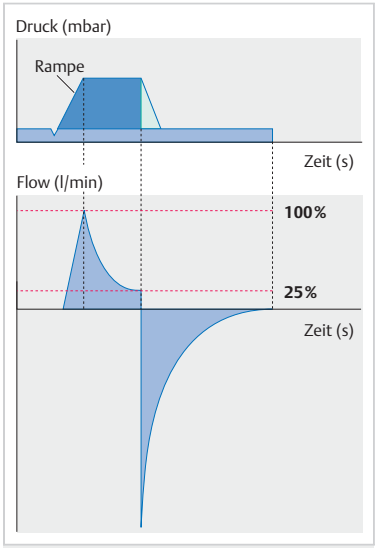


Abb. 8.57 Druckunterstützte Beatmung. Druck/Zeit- und Flow/Zeit-Diagramm bei druckunterstützter Beatmung.

► **Einzustellende Parameter.** Folgende Parameter werden eingestellt:
- druckunterstütztes Niveau (je nach Gerät der maximale Druck oder das ΔP)
- PEEP, Trigger, Rampe
- ggf. ETS, F_iO_2
- obere Druckgrenze
- Alarmfunktionen (Atemminutenvolumen, Atemfrequenz)

► **Vorteile der druckunterstützten Beatmung.** Ein Vorteil liegt in der überwachungsfähigen Spontanatmung. Insbesondere das V_T sollte sorgfältig überwacht werden, da bei Änderungen der Lungensituation Schwankungen auftreten können. Außerdem erleichtert dieses Verfahren den Weaning-Prozess in einer bestimmten Phase. Ziel ist – sollten sich die Parameter von Compliance und Resistance bzw. die Situation der insuffizienten muskulären Atempumpe verbessern – das Druckniveau langsam nach unten zu regulieren, sodass der Patient ohne Unterstützung des Beatmungsgerätes auskommen kann.

Die druckunterstützte Beatmung wird häufig auch mit anderen Beatmungsverfahren kombiniert. Geeignet ist diese Beatmungsform für Patienten mit intaktem respiratorischem Antrieb, die eine sinnvoll eingestellte Triggerschwelle zwar erreichen können, zu einer ausreichenden Spontanatmung aber nicht in der Lage sind. Der variable Parameter bei dieser Beatmungsform ist das Volumen.

► **Nachteile der druckunterstützten Beatmung.** Ein Nachteil von PSV ist, dass die Höhe der gewählten Druckunterstützung im klinischen Alltag vom Anwender sehr subjektiv eingestellt wird. Dieses kann zur Folge haben, dass die gewählte Unterstützung den aktuellen Trainingsbedarf der muskulären Pumpe oftmals gar nicht trifft. Es kann zu einem Überangebot (Overflow) und damit einer Unterforderung der Atemmuskelatur kommen. Oder es kann zu einer Unterversorgung (Underflow) und damit einer Überforderung der Atemmuskelatur kommen.

Automatische Tubuskompensation (ATC)

Synonym: TRC (Tube resistance Compensation).

Der Tubus bildet einen künstlichen Atemwegswiderstand, der die spontane Atmung des Patienten belastet. Nachvollziehbar ist der Vergleich mit dem Versuch, über einen Strohhalm zu atmen. Das Atemgas strömt vom Beatmungsgerät durch den Tubus, wobei der Druck am Anfang des Tubus höher ist als am Ende. Diese Differenz muss, wenn nicht vom Respirator eine Druckhilfe dafür geliefert wird, durch eine erhöhte Atemarbeit des Patienten kompensiert werden.

► **Elektronische Extubation.** Bei der ATC handelt es sich um eine inspiratorisch und auch exspiratorisch (Inaktivierung möglich) wirksame Atemhilfe, durch die der Strömungswiderstand des Tubus oder der Trachelkanüle kompensiert werden kann. Somit wird dem Patienten die Atemarbeit zur Überwindung dieses zusätzlichen Widerstandes abgenommen und ihm das Gefühl vermittelt, ohne Tubus zu atmen („elektronische Extubation"). Der Zusatz ATC ist u. a. aktivierbar in Geräten der Fa. Dräger und Hamilton.

Es eignen sich für die Anwendung sämtliche druckorientierten Beatmungsformen, vorrangig natürlich die Formen, in denen Spontanatmung stattfinden soll. Das Gerät benötigt folgende Informationen, die vom Anwender eingegeben werden müssen: Tubus oder Trachealkanüle, Innendurchmesser und Kompensationshöhe.

► **Strömungswiderstand.** Die Länge besitzt, selbst bei gekürztem Tubus, keinen wesentlichen Einfluss auf den Strömungswiderstand. Außer von den „festen" Eingaben, wie z. B. der Tubusgröße, ist der Strömungswiderstand wesentlich von der Höhe des aktuellen Gasflusses abhängig.

Merke

Eine Veränderung der Höhe des in- oder exspiratorischen Flows ändert somit auch die Höhe des Tubuswiderstandes!

Eine beispielsweise erhöhte Inspirationsanstrengung mit nachfolgendem erhöhtem inspiratorischen Flow steigert den Tubuswiderstand überproportional! Demzufolge muss der Respirator auch den aktuell gemessenen Flow bei der Berechnung des optimalen Kompensationsdruckes berücksichtigen. Der Tubuswiderstand ist durch wechselnde Flowverhältnisse variabel und kann mit einem pauschal eingestellten Druck (z. B. 6–8 mbar) nicht optimal kompensiert werden.

► **Trachealdruck.** ATC kann wählbar in der Inspiration und Exspiration durchgeführt werden. Mit der inspiratorisch wirksamen ATC wird der Druck vor dem Tubuskonektor erhöht und somit eine Erleichterung für den Patienten geschaffen. Der Druck wird genau um den Betrag erhöht, der im Verlauf des Tubus durch dessen Strömungswiderstand „verbraucht" wird. Daraus ergibt sich, dass bei der Einstellung einer druckorientierten Beatmung wirklich nur der Druck eingestellt werden muss, der in der Trachea ankommen soll. Die für den intubierten Patienten maßgebende Größe ist der Trachealdruck. Dieser errechnete Wert wird im Display der Druckkurve, z. B. bei der Evita 4, als grüne Kurve dargestellt und mit p_{trach} bezeichnet. So kann man erkennen, dass zu Beginn der Beatmung die Kurven von p und p_{trach} voneinander abweichen und sich dann zusehends aneinander angleichen.

► **Tubuswiderstand.** Im Kapitel der druckunterstützten Beatmung (S. 216) wird darauf hingewiesen, dass zur „pauschalen" inspiratorischen Überbrückung des Tubuswiderstandes mind. ein ΔP von 6–8 mbar eingestellt werden sollte, um den Patienten die Beatmung zu erleichtern. Bei der Möglichkeit der Atemhilfe mittels ATC ist dies dann nicht mehr notwendig, sodass ein Patient hier auch ruhig über Tubus oder Trachealkanüle CPAP atmen kann, ohne ihn zu überfordern.

► **Exspiratorische Tubuskompensation.** Die exspiratorische Kompensation des Tubuswiderstandes wird dadurch erreicht, dass der Druck im Beatmungssystem kurzfristig unter den eingestellten PEEP-Wert abgesenkt wird. Die eigentliche Zielgröße des Trachealdruckes kann nicht unter PEEP-Niveau fallen! Eine effektive exspiratorische Tubuskompensation kann jedoch nur bei einem relativ hohen PEEP-Niveau entstehen, da kein negativer Druck im Beatmungssystem aufgebracht werden kann und somit der niedrigste erreichbare maschinelle Exspirationsdruck null ist.

Bei obstruktiven Ventilationsstörungen ist die Einstellung der Kompensation in der Exspiration kontraindiziert, da diesen Patienten durch Wegfall des exspiratorischen Widerstandes der positive Effekt der „Lippenbremse" durch den Tubus genommen wird.

► **Einzustellende Parameter.** Einzustellen sind folgende Parameter:
- Tubus oder Trachealkanüle
- Durchmesser in mm
- Kompensationshöhe in %
- Alarmgrenzen

Praxistipp

Probleme, die bei der Verwendung der automatischen Tubuskompensation auftreten, sind meist Folge einer Fehleinstellung!

Es ist zwingend erforderlich, dass z. B. nach einer Tracheotomie oder Umintubation die ATC entsprechend angepasst wer-

den muss, da sich ja entscheidende Parameter wie Innendurchmesser, Tubus/Kanüle verändert haben können. Für diese liegende Kanüle oder dem neuen Tubus mit anderem Lumen ist die vorher eingestellte Kompensation bei jetzt falscher Einstellung zu hoch oder zu niedrig. Bei einer versehentlichen Überkompensation können somit unerwünscht hohe Beatmungsdrücke und Atemzugvolumina erreicht werden. Die Einstellung der Alarmgrenzen für Druck und Volumen sind also auch hier von großer Bedeutung.

PPS (Proportional Pressure Support)

Synonyme: PAV (Proportional Assist Ventilation), PPV (Proportional Pressure Ventilation).

PPS kann als sinnvolle Weiterentwicklung der druckunterstützten Beatmung verstanden werden, wobei hier die Höhe der Unterstützung jedoch nicht mehr von der Einstellung eines vorgewählten Druckes (ΔP) abhängig ist, sondern proportional zur Einatemanstrengung des Patienten erfolgt. Der Unterstützungsdruck ist im Gegensatz zur druckunterstützten Beatmung also nicht mehr konstant, sondern variiert und kann somit den wechselnden Inspirationsbedürfnissen des Patienten viel besser gerecht werden. Proportional zu der momentanen Anstrengung, die der Patient bei der Einatmung leistet, erfolgt eine variable Druckunterstützung. Ist der inspiratorische Kraftaufwand hoch, bekommt der Patient bedarfsgerecht auch ein höheres Druckniveau. Ist er entsprechend niedriger, erfolgt proportional zum geleisteten Kraftaufwand eine geringere inspiratorische Druckunterstützung. Auch im druckunterstützten Modus kann durch eine Erhöhung der Einatmungsanstrengung ein größeres Atemzugvolumen generiert werden. Der vom Gerät gelieferte Hilfsdruck bleibt allerdings konstant (▶ Abb. 8.58).

Merke

Mit PPS wird der Respirator zu einem künstlichen, vom Patienten über seine Einatemanstrengung gesteuerten Atemhilfsmuskel, der zu jedem Zeitpunkt der Inspiration einen gewissen prozentualen Anteil der Atemarbeit des Patienten übernimmt.

▶ **Atemarbeit.** Da die Atemmuskelaktivität (Atemarbeit) in der klinischen Routine noch nicht direkt messbar ist, orientiert sich PPS zu jedem Zeitpunkt der Inspiration an 2 Parametern, die indirekt Indikatoren für die Muskelaktivität sind:

- Die Druckunterstützung erfolgt proportional zum eingeatmeten Atemgasfluss (flowproportional). Je höher also der vom Patienten generierte inspiratorische Flow gerade ist, desto größer wird die Druckunterstützung sein.
- Die Druckunterstützung erfolgt proportional zum eingeatmeten V_T (volumenproportional). Je größer das vom Patienten generierte Volumen ist, desto höher wird die Druckunterstützung sein.

Die Anpassung der Druckunterstützung an die Flow- und Volumenverhältnisse erfolgt alle 8 ms.

Der tatsächliche Unterstützungsbedarf, den der Patient während einer Inspiration vom Respirator benötigt, ergibt sich aus der aktuellen Atemarbeit, die von ihm zur Überwindung der vorhandenen Atemwiderstände aufgebracht werden muss. Die unterschiedlichen Atemwiderstände lassen sich mit PPS in Kombination mit ATC (S. 217) separat kompensieren. Die beim beatmeten Patienten oft pathologisch erhöhten Widerstände setzen sich zusammen aus:

- dynamischen Widerständen
- elastischen Widerständen

▶ **Dynamische Widerstände.** Das sind die Flusswiderstände (Resistance), die sich aus Tubus und Atemwegen ergeben. Der Tubuswiderstand lässt sich durch Einsatz der ATC ausgleichen. Die Resistance, die durch eine Erhöhung der Atemwiderstände entsteht, ist bei obstruktiven Ventilationsstörungen pathologisch erhöht. Die dynamischen Widerstände sind in der Mitte der Inspiration (höchster Flow) am größten.

Mit der Einstellkomponente **„Flow-Assist"** = Druck/Flow (mbar/l/s) kann nun bestimmt werden, wie viel an Atemarbeit zur Überwindung der dynamischen Widerstände vom Respirator übernommen wird. Im Idealfall (korrekte Einstellung) wird vom Respirator für **jeden aktuell gemessenen Flow** genau die Druckunterstützung geliefert, die für die Überwindung der Flusswiderstände nötig ist! Nach bisherigen klinischen Erfahrungen können ca. 50–80 % der ermittelten Resistance-Werte als Richtwert für die Einstellung Flow-Assist eingegeben werden. Es ist allerdings zu beachten, dass bei eingestellter ATC der Tubuswiderstand bereits kompensiert wird! Somit sollte die „Flow-Assist"-Einstellung entsprechend niedriger gewählt werden, da korrekterweise der Tubuswiderstand von der gemessenen Gesamtresistance herausgerechnet werden sollte.

Praxistipp

In der Praxis reicht es, wenn der Tubuswiderstand (von z. B. 6–8 mbar/l/s) abgeschätzt wird.

Mit der Einstellkomponente **„Volume-Assist"** = Druck/Volumen (mbar/l) kann nun bestimmt werden, wie viel an elastischer Atemarbeit vom Respirator übernommen wird. Im Idealfall (korrekte Einstellung) wird vom Respirator für **jedes eingeatmete Volumen** genau die Druckunterstützung geliefert, die für die Überwindung des Dehnungswiderstandes erforderlich ist. Auch beim Volume-Assist sollten nur ca. 50–80 % der ermittelten Compliance eingestellt werden, weil sonst schnell die Gefahr der Überkompensation („Run away" – s. u.) besteht! Bei einer Compliance von 100 ml/mbar sollte der Volume-Assist also auf etwa 5–8 mbar/l gestellt werden.

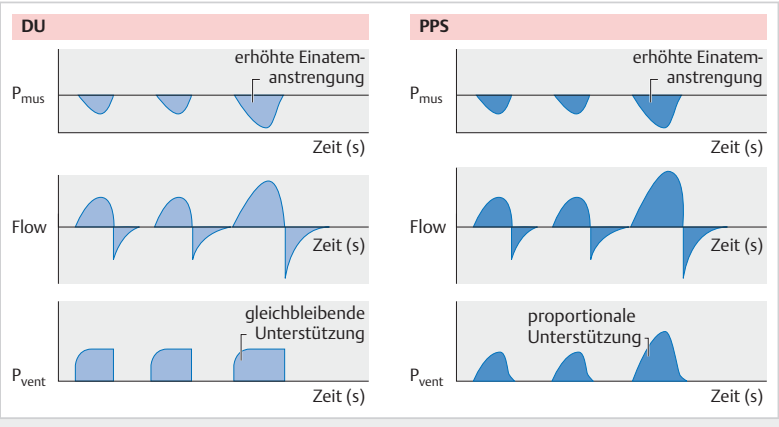


Abb. 8.58 PPS und druckunterstützte Beatmung bei erhöhter Einatemanstrengung. PPS reagiert im Gegensatz zur druckunterstützten Beatmung auf eine erhöhte Einatmungsanstrengung mit proportionaler Erhöhung der Druckunterstützung.

Merke

Die sich aus der Einstellung „Volume-Assist“ und „Flow-Assist“ ergebenen Drücke addieren sich zu jeder Phase der Inspiration und bilden somit die Summe der tatsächlich verabreichten Druckunterstützung.

► **Einzustellende Parameter.** Folgende Parameter sind einzustellen:
- Volume- und Flow-Assist
- PEEP, O_2-Konzentration
- Alarmgrenzen, ggf. ATC

Einstellhilfen für PPS

Da die Ermittlung von Compliance/Elastance und Resistance unter klinischen Bedingungen in Spontanatmungsformen bisher unzureichend möglich ist, bringt die Einstellung der Parameter „Volume-Assist“ und „Flow-Assist“ insbesondere für den „ungeübten“ Anwender Schwierigkeiten mit sich. Folgende Vorgehensweisen zur Einstellung sind momentan im klinischen Alltag üblich:
- Messung von Compliance und Resistance im CMV-Modus
- Abschätzung

► **Messung von Compliance und Resistance im CMV-Modus.** Hiermit lassen sich allerdings nur verwertbare Messergebnisse erzielen, wenn zum Zeitpunkt der Messung keine Spontanatmung vorliegt! Demzufolge muss der Patient hierfür narkotisiert werden, oder es wird versucht, im CMV-Modus die Eigenfrequenz des Patienten zu „überholen“, bis keine Spontanatmung mehr vorhanden ist.

► **Abschätzung.** Gemeint ist die Einstellung „aus dem Bauch heraus“ unter Berücksichtigung aller Informationen, z. B. bzgl. obstruktiver oder restriktiver Ventilationsstörung:
- Beginn der Einstellung z. B. mit Flow-Assist-Einstellung von 2–5 mbar/l/s und einem Volume-Assist von 6–20 mbar/l, je nach Abschätzung der Compliance und Resistance.
- Danach vorsichtiges Herantasten an optimalere Einstellungen durch eine gute Patientenbeobachtung und den messbaren Größen (z. B. Blutgasanalyse, Atemfrequenz) und Atemwegsokklusionsdruck, P01 (S. 225).

Phänomen der Überkompensation

► **Positive Rückkopplung.** Bei PPS handelt es sich um ein Verfahren mit positiver Rückkopplung. Eine Zunahme des generierten Atemvolumens infolge einer verstärkten Muskelanstrengung führt zu einer Erhöhung der inspiratorischen Druckhilfe, was wiederum zu einer Zunahme des Atemzugvolumens führt.

► **Negative Rückkopplung.** Unser respiratorisches System hingegen arbeitet mit einer natürlichen negativen Rückkopplung. Während der Inspiration nehmen die elastischen Rückstellkräfte proportional zum eingeatmeten Volumen zu. So kann die Exspiration normalerweise passiv erfolgen.

Wird bei PPS nun der Volume-Assist so hoch eingestellt, dass die natürlichen Rückstellkräfte überschritten werden, setzt sich die Inspiration auch nach Ende der Einatembemühung selbst verstärkend fort. Dieses „Run away“ tritt infolge einer „Überdosierung“ der inspiratorischen Druckhilfe (Volume-Assist) auf. Das „Verselbstständigen“ der Inspiration kann durch den Patienten jederzeit durch eine aktive Exspiration beendet werden. Trotzdem können sich für den Patienten potenzielle Gefahren wie Volu- und Barotrauma ergeben. Aus diesen Gründen ist es zwingend erforderlich, die relevanten Druck- und Volumengrenzen einzustellen und eine gute Patientenbeobachtung durchzuführen!

Merke

Bei Zeichen eines „Run away“ muss primär der Volume-Assist reduziert werden! Der Flow-Assist führt nur bei extrem hoher Einstellung zu diesem Phänomen!

Vor- und Nachteile von PPS

Vorteile von PPS sind:
- Der Patient erhält die komplette Kontrolle über das Atemmuster.
- Es besteht eine hohe Synchronisation zwischen Gerät und Patient. Die Atemarbeit wird entlastet mit der Möglichkeit einer separaten Kompensation von erhöhter Elastance und Resistance.
- Der Patient muss zwingend einen Teil seiner Atemarbeit selbst übernehmen, womit ein gezieltes Training der Atemmuskulatur erfolgt.
- Die Druckunterstützung ist bedarfsgerecht proportional zur Atemarbeit des Patienten.

Nachteile von PPS sind:
- Es besteht die Gefahr der Überdosierung „Run away“.
- Die Ermittlung von Elastance und Resistance ist nur schwierig oder unzureichend möglich.
- PPS ist nicht geeignet bei unzureichendem Atemantrieb.

NAVA (Neurally Adjust Ventilatory Assist)

NAVA kann als sinnvolle Weiterentwicklung der druckunterstützen Beatmung verstanden werden, wobei die Atemunterstützung durch den Respirator proportional zur elektrischen Aktivität des Zwerchfells ausgelöst und geregelt wird.

Die Ableitung der elektrischen Aktivität des Zwerchfells (Electrical Activation of Diaphragm, EAdi) erfolgt über eine spezielle Magensonde, die mit Ringelektroden versehen ist. Die Magensonde kann zusätzlich als Ernährungs- oder Ablaufsonde verwendet werden. Der für NAVA Betrieb ausgestattete Respirator (SERVO i, Fa. Maquet) verfügt über eine elektronische Platzierungshilfe zum Legen der Sonde.

Die abgeleiteten elektrischen Signale sind direkt für den Beginn und auch das Ende (sobald die elektrische Aktivität unter 70 % des Spitzenwertes abfällt) der Inspirationsbemühung verantwortlich. Dementsprechend entfallen die Probleme konventioneller Trigger und Abschaltkriterien (wie z. B. Trigger delay), da die Synchronisation zwischen Spontanatmungsbemühung des Patienten und Gasfluss des Respirators nahezu verzögerungsfrei erfolgt.

Die Höhe der inspiratorischen Druckunterstützung resultiert aus der kontinuierlich erfassten elektrischen Aktivität des Zwerchfells (EAdi). Am Respirator lässt sich zusätzlich ein Verstärkungsfaktor (NAVA-Pegel) einstellen, mit dem die Unterstützung reguliert werden kann. Jede Zwerchfellaktivität wird bei NAVA im Idealfall mit einer Druckunterstützung beantwortet, wobei die Höhe der Unterstützung von Atemzug zu Atemzug je nach gemessener Signalstärke unterschiedlich sein kann. Der verabreichte Unterstützungsdruck ist somit das Resultat aus EAdi und NAVA-Level.

Bei Signalverlust (z. B. durch Dislokation der Sonde) erfolgt die Applikation der Druckunterstützung konventionell über den eingestellten Flow- oder Drucktrigger.

► **Vorteile.** Vorteile von NAVA sind:
- Verbesserung der Synchronisation zwischen Patienten und Respirator
- Reduktion ineffektiver Atemaktionen des Patienten
- Vermeidung von Überbeatmung (Overflow) und Unterbeatmung (Underflow), siehe druckunterstützte Beatmung (S. 216).
- Fluss- oder druckunabhängiger Trigger; Reduktion der zum „Triggern“ notwendigen Atemarbeit
- deutliche Reduktion der Triggerlatenz (Trigger delay) im Vergleich zu Druck- oder Flowtrigger

- Steigerung des Patientenkomforts durch bessere Synchronisation und bedarfsgerechter Druckunterstützung
- Anwendung in Zusammenhang mit nonninvasiver Beatmung möglich und sinnvoll

► **Nachteile.** Nachteile und Grenzen von NAVA sind:
- Störung in der Signalerkennung (Triggerung erfolgt nur in ca. 80 % über das EAdi Signal)
- Verlust des EAdi Signal z. B. durch Dislokation der Sonde
- Anwendung nur bei intaktem Atembetrieb möglich
- Provozierung einer inadäquaten Hyperventilation in Situationen mit gesteigertem Atemantrieb möglich (neurologische Erkrankungen, Delir)
- inadäquate Anwendung bei starkem Singultus oder abdominalen Pressen
- wird derzeit nur von einem Hersteller (Fa. Maquet) angeboten

► **Einzustellende Parameter.** Folgende Parameter sind einzustellen:
- PEEP, O_2-Konzentration
- NAVA-Level
- Druck- oder Flowtrigger, Druckunterstützung
- Alarmgrenzen
- Backupbeatmung

Spontanatmung

► **CPAP (Continuous Positive Airway Pressure).** Bei diesem Verfahren handelt es sich um eine Spontanatmung mit einem kontinuierlichen positiven Atemwegsdruck. Es wird ausführlich in Kap. „Förderung der Atmung und Atemtherapie“ (S. 181) beschrieben.

8.4.4 Optimierung der Oxygenierung

Ein wesentliches Ziel der Respiratortherapie, neben Entlastung oder Abnahme der Atemarbeit, ist die Sicherung bzw. Wiederherstellung einer ausreichenden Sauerstoffaufnahme über die in ihrer Funktion beeinträchtigte Lunge.

Auf eine vorhandene Hypoxämie kann durch folgende Respiratoreinstellungen Einfluss genommen werden:
- Erhöhung der inspiratorischen Sauerstoffkonzentration (F_iO_2)
- Respiration unter PEEP
- Respiration mit „selektivem“ PEEP
- Open Lung Concept

Erhöhung der inspiratorischen Sauerstoffkonzentration (F_iO_2)

Durch eine Erhöhung des Sauerstoffpartialdruckgefälles zwischen Alveolen und Kapillaren lassen sich milde Formen der Hypoxämie ausgleichen. Eine Respiratortherapie ist hierfür nicht zwingend erforderlich. Die Sauerstoffgabe ist als rein symptomatische Therapieform anzusehen. Der eigentliche Auslöser der Hypoxämie (z. B. Atelektasen) bleibt unbeeinflusst. Eine $F_iO_2 > 0{,}6$ kann über einen längeren Zeitraum infolge der Sauerstofftoxizität zu gefährlichen Nebenwirkungen führen (S. 221).

Respiration unter PEEP

Bei Nutzung eines PEEP fällt der Atemwegsdruck zum Ende der Ausatmung nicht auf Null, sondern wird über dem Umgebungsdruck (atmosphärischen Druck) gehalten. Die Höhe des externen PEEP-Wertes ist am Respirator fest einstellbar. Im Zusammenhang mit der Spontanatmung ist nicht der Begriff PEEP, sondern CPAP gebräuchlich. Durch PEEP kommt es zu einer Anhebung des Atemwegmitteldruckes und einer optimierten Oxygenierung mit folgenden positiven Effekten:
- Vergrößerung der funktionellen Residualkapazität (FRC), dadurch Zunahme der Gasaustauschfläche
- Abnahme eines vorhandenen pulmonalen Rechts-Links-Shunts
- Verhinderung eines endexspiratorischen Alveolarkollapses (Atelektasenprophylaxe)
- Senkung der kardialen Vor- und Nachlast (kardiogenes Lungenödem)
- Verbesserung des Ventilations-/Perfusionsverhältnisses
- Offenhalten der oberen Atemwege bei der Schlaf-Apnoe-Behandlung (Masken-CPAP)

Grundsätzlich sollte eine PEEP-Einstellung bei jedem Patienten erfolgen, der mit einem Respirator oder auch Narkosegerät behandelt wird. Auch bei den Alveolen eines Lungengesunden besteht während der Exspirationsphase immer die Tendenz zum alveolaren Kollaps. Durch Gegenmaßnahmen wie Pressen, Seufzen, Gähnen und Lagewechsel werden atelektatische Lungenbezirke beim „Nichtintubierten“ immer wieder eröffnet. Beim immobilen, intubierten, sedierten und evtl. relaxierten Patienten, der zusätzlich noch in flacher Rückenlage liegt, fallen diese Möglichkeiten der Kompensation weg.

Merke

Um einem Alveolarkollaps beim beatmeten Patienten vorzubeugen, sollte auch beim Lungengesunden ein PEEP von 5–8 mbar eingestellt werden.

► **„Best-PEEP“.** Beim schwer kranken Patienten mit ARDS können PEEP-Werte zwischen 10–20 mbar für eine Optimierung des pulmonalen Gasaustausches erforderlich sein. Die Einstellung des für den jeweiligen Patienten optimalen PEEPs („best-PEEP“) liegt oberhalb des unteren Inflection Points der Druck-Volumen-Kurve (S. 159). Der „best-PEEP“ ist dann erreicht, wenn die Sauerstofftransportkapazität durch eine schrittweise PEEP-Erhöhung ihr Maximum erreicht und keine Abnahme des Herzminutenvolumens und damit Abfall der Sauerstofftransportkapazität erfolgt.

Respiration mit „selektiven“ PEEP

Ein einzelner statisch eingestellter PEEP (externer PEEP) kann der erkrankten Lunge mit schweren restriktiven Ventilationsstörungen (z. B. ARDS) nur teilweise gerecht werden, da die Lungenschädigungen normalerweise inhomogen vorliegen. Das heißt, es gibt auch in der erkrankten Lunge Anteile von völlig gesund bis hin zu stark erkrankt. Der extern eingestellte PEEP kann also unter Umständen für einen Teil der Alveolen zu hoch (gesunde Anteile), für andere Anteile (kranke Alveolen) zu gering gewählt sein!

Eine Beatmungsmöglichkeit, die diesem Missverhältnis entgegenwirken kann, macht sich dem Vorhandensein unterschiedlicher Zeitkonstanten ($t = C \times R$ = das Produkt aus Dehnbarkeit und Atemwegswiderstand des Lungengewebes) zunutze. Das heißt, in Abhängigkeit von abweichenden Compliance- und Resistanceverhältnissen füllen und entleeren sich die gesunden und geschädigten Alveolarabschnitte unterschiedlich schnell. Am Respirator kann nun die Exspirationszeit so kurz eingestellt werden, dass sich die betroffenen Lungenkompartimente mit langsamer Zeitkonstante während der Exspirationsphase nicht vollständig entleeren können. Das zurückbleibende Gasvolumen („Air-trapped Volume“) hält die Alveole offen. Es entsteht ein sog. „intrinsischer PEEP“, der selektiv in den langsamen Lungenabschnitten zur Wirkung kommt. Dieser Intrinsic-PEEP (= Auto-PEEP) lässt sich durch den Respirator entweder durch eine deutliche Erhöhung der Atemfrequenz, und/oder durch eine Verschiebung des Zeitverhältnisses zwischen Inspiration und Exspiration zugunsten der Inspiration erzeugen.

IRV (Inversed Ratio Ventilation)

Die Beatmung mit umgekehrtem Zeitverhältnis wird als IRV (Inversed Ratio Ventilation) bezeichnet. Wegen der extremen Zeitverhältnisse wird IRV von den Patien-

ten normalerweise nur unter tiefer Analgosedierung toleriert. Kombiniert mit den positiven Effekten der Spontanatmung und mit deutlich weniger Sedierungsbedarf ist IRV als BIPAP-APRV möglich. Bei jeder IRV-Beatmung wird im Flow-Zeit-Diagramm ein endexspiratorischer Restflow ersichtlich (s. ▶ Abb. 8.19). An moderneren Respiratoren lässt sich der Gesamt-PEEP (externer PEEP + Auto-PEEP) messen. Auch das o.g „Trapped Volume" wird an einigen Geräten (z. B. Dräger-Eviten) nach dem Messmanöver angezeigt.

Eine Beatmung mit „selektivem PEEP" sollte immer zusätzlich mit einem extern eingestellten PEEP von mind. 5 mbar kombiniert werden. Der externe PEEP ist für die Stabilisierung der gesunden Alveolen (mit schneller Zeitkonstante) wichtig, die dem Mechanismus des Intrinsic-PEEP ja nicht unterliegen. Die druckkontrollierte oder druckbegrenzte Beatmung stellt für IRV die Form der Wahl dar. Bei einer volumenkontrollierten Beatmung besteht in Kombination mit IRV immer die Gefahr, dass sich bei einer Erhöhung des Ausatemwiderstandes der Intrinsic-PEEP „aufschaukelt". Demzufolge muss der Respirator für nachfolgenden Atemhub Spitzen- und Plateaudruck erhöhen, um die Volumenkonstanz zu wahren. Die Gefahr des Volu-/Barotraumas wird somit bei VC-IRV provoziert!

Merke

Bei Patienten mit obstruktiven Ventilationsstörungen darf IRV nicht durchgeführt werden.

„Open Lung Concept"

Die von Lachmann propagierte Beatmungsstrategie „Konzept der offenen Lunge" hat eine möglichst rasche Rekrutierung von atelektatischen Alveolen zum Ziel. Neben der Beseitigung der Ventilationsstörung und Hypoxämie soll durch dieses „Rekrutierungsmanöver" einem nachfolgenden beatmungsinduzierten Lungenschaden entgegengewirkt werden.

Das „Open Lung Concept" wird seit einigen Jahren heftig und kontrovers diskutiert. Einen Beweis, dass es durch das Konzept zu einer Verbesserung der Prognose der Patienten kommt, liegt nicht vor! Das „Open Lung Concept" wird in vielen Variationen, normalerweise am tief sedierten, häufig sogar relaxierten Patienten durchgeführt. Zum Eröffnen der Lunge kommen im druckkontrollierten Beatmungsmodus *kurzfristig* (ca. 5 Atemhübe) hohe Inspirationsdrücke zur Anwendung (ca. 40–60 mbar). Das inspiratorische Druckplateau überschreitet den Alveolar-Öffnungsdruck der kollabierten Alveolen. Die Lunge wird „eröffnet". Um ein erneutes Kollabieren der rekrutierten Lungenbezirke zu verhindern, muss ein ausreichend hoher Gesamt-PEEP (ca. 15–25 mbar) eingestellt werden. Die Höhe des PEEP-Wertes muss über dem Alveolarverschlussdruck liegen.

Merke

"Open up the lung and keep the lung open!" (Lachmann)

Das „Open Lung Concept" ist ein Verfahren, das mit erheblichen Problemen und Risiken verbunden ist. Kritiker des Konzeptes warnen hauptsächlich vor der möglichen Überdehnung und Schädigung auch gesunder Lungenareale während des Eröffnungsmanövers. Vor einer unkritischen und routinemäßigen Anwendung muss derzeit abgeraten werden. Das Konzept kann jedoch als „Rescue-Therapie" in der Frühphase eines lebensbedrohenden hypoxämischen Lungenversagens gelten. Wenn durch andere Maßnahmen, wie z. B. lungenprotektiver Beatmungsstrategie oder kinetischer Therapie kein adäquater Gasaustausch zu erzielen ist.

Nebenwirkungen und Kontraindikationen

Wegen seiner Invasivität ist insbesondere mit hämodynamischen Nebenwirkungen zu rechnen. Bei hämodynamisch instabilen Patienten, COPD-Patienten (Emphysemblasen!), ausgeprägter Lateralisation des ARDS sowie im kindlichen ARDS (Rechtsherzversagen!) soll das Eröffnungsmanöver nicht angewendet werden.

Rekrutierungsmanöver nach Lachmann

Das Rekrutierungsmanöver nach Lachmann verläuft nach folgenden Schritten:

- Druckkontrollierten Beatmungsmodus wählen (bei den Dräger Eviten eignet sich besonders der Modus APRV-BIPAP).
- F_iO_2 auf 1,0 erhöhen.
- Stenosegrenze (obere Druckgrenze) auf ca. 60 mbar stellen.
- Inspirationsdruck auf 40 mbar für 5–10 Atemhübe erhöhen, bei gleichzeitiger Erhöhung des PEEP (s. u.). Nach der Applikation der kurzen Folge dieser hohen Inspirationsdrücke wird der Druck sofort auf moderate Bereiche (30–35 mbar) reduziert, bevor bei unzureichendem Erfolg ein Manöver auf nächsthöherer Druckstufe (bis max. 60 mbar) erfolgt.
- Der erforderliche Gesamt-PEEP (externer PEEP + Auto-PEEP) von 15–25 mbar wird durch den extern eingestellten PEEP und durch eine Erhöhung der Atemfrequenz und/oder IRV erzeugt.
- Die Messung des arteriellen Sauerstoffpartialdrucks sollte nach jedem Eröffnungsversuch, idealer weise kontinuierlich erfolgen (mit intravasalem Online-Monitoring). Die Lunge ist vollständig eröffnet, wenn der Oxigenierungsindex P_aO_2/bei F_IO_2 1,0 > 450 mmHg erreicht wird. Damit ist der Alveolar-Öffnungsdruck bestimmt.
- Nach dem erfolgreichen Rekrutierungsmanöver wird der Inspirationsdruck wieder zügig auf 30–35 mbar reduziert.
- Anschließend werden sowohl Inspirationsdruck als auch das PEEP-Niveau langsam in 1–2 mbar-Schritten reduziert, bis ein erneuter P_aO_2-Abfall das Erreichen des kritischen Verschlussdrucks anzeigt, es kommt zum erneuten Alveolarkollaps.
- Es folgt ein erneutes Rekrutieren der Lunge mit dem ermittelten Eröffnungsdruck. Der Gesamt-PEEP muss auf 2 mbar über den ermittelten Alveolar-Verschlussdruck geregelt werden.
- Es sollte beim Patienten mit akutem Lungenversagen nun eine lungenprotektive Beatmung mit kleinstmöglicher Druckamplitude (ΔP), niedrigem V_T (5–6 ml/kgKG), begrenzten Spitzendrücken (30–[35] mbar), hoher AF (20–30/min), bei gleich bleibendem guten Gasaustausch (konstantem P_aO_2) erfolgen.
- Bei eröffneter Lunge kann jetzt eine deutliche Reduktion der F_iO_2 erfolgen. Sämtliche Alarmgrenzen sollten nach einem Eröffnungsmanöver wieder sinnvoll eingestellt werden.

Maßnahmen, die zu einem erneuten Alveolarkollaps führen können, sollten möglichst unterbleiben. Hierzu zählt insbesondere der PEEP-Verlust durch Absaugvorgänge und/oder Diskonnektion des Beatmungsgerätes.

8.4.5 Nebenwirkungen der Beatmung

Die maschinelle Beatmung hat durch den erhöhten intrapulmonalen Druck eine Reihe von ungewünschten Nebenwirkungen, die sich hauptsächlich auf organische Areale beziehen.

Kardiovaskuläre Nebenwirkungen

Der unphysiologisch erhöhte intrapulmonale Druck führt am Herzen zu einem erhöhten Druck im rechten Vorhof. Dadurch erniedrigt sich das Druckgefälle zwischen

Vorhof und dem peripheren Venensystem. Somit nimmt der Sog bei der Inspiration zum Herzen ab, es kommt zu einem verminderten venösen Rückstrom bei gleichzeitiger Reduktion des Herzzeitvolumens. Reflektorisch nimmt der Tonus der Venenmuskulatur zu, um diese Nebenwirkung zu kompensieren. Dies gelingt dem Körper aber nur, wenn der Venentonus erhalten und ein ausreichendes intravasales Volumen vorhanden ist. Die Auswirkungen durch den erhöhten inspiratorischen Druck auf das Kreislaufsystem können durch eine zusätzliche Erhöhung des exspiratorischen Drucks (PEEP) noch verstärkt werden. Zur Kompensation müssen in diesem Fall dem Körper häufig herzkreislaufwirksame Medikamente und Volumen zugeführt werden.

Renale Nebenwirkungen

Durch die maschinelle Beatmung mit Erhöhung des PEEP kann es zu einer verminderten Diurese und einer abnehmenden Natriumausscheidung kommen. Ursachen hierfür können sein:

- Abnahme des Herzzeitvolumens (HZV)
- Abnahme des arteriellen Drucks (insbesondere MAP)
- Abnahme des arteriellen Perfusionsdrucks
- Zunahme des ADH-Spiegels (antidiuretisches Hormon)

Eine engmaschig überwachte Volumentherapie und eventuelle Gabe von Diuretika oder inotrop wirkenden Medikamenten können zu einer verbesserten Diurese führen.

Zerebrovaskuläre Nebenwirkungen

Eine Abflussbehinderung in den Jugularvenen kann zu einem erhöhten Hirndruck (ICP) führen, was bei Patienten mit einer Vorschädigung am Gehirn (z. B. Schädelhirntrauma) besonders zu beachten ist. Auch eine Abnahme der zerebralen Durchblutung, entstanden durch die maschinelle Beatmung, kann beobachtet werden. Auch hier versucht der Körper, durch Autoregulation die Störung zu kompensieren, was aber nur bei einem intakten und nicht vorgeschädigten Organ gelingt. Durch eine 30 °-Oberkörperhochlagerung und eine korrekte Kopflage (kein seitliches Abknicken) können diese Nebenwirkungen vermindert werden.

Gastrointestinale Nebenwirkungen

Durch die Abnahme des HZV wird der Magen-Darm-Trakt weniger durchblutet, was zu verminderter Passage und abgeschwächter Peristaltik führt. In der Folge können eine Refluxerhöhung sowie eine Nahrungsunverträglichkeit auftreten.

Pulmonale Nebenwirkungen und Aspekte der lungenprotektiven Beatmung

Durch die maschinelle Beatmung können Schäden an der Lunge hervorgerufen werden, die auch bezeichnet werden als:

- VILI (Ventilator-induced Lung Injury)
- VALI (Ventilator-associated Lung Injury)

Diese Schädigungen können als eine systemische Erkrankung der Lunge angesehen werden.

Die Symptome, hervorgerufen durch die Beatmung, sind vergleichbar mit den Symptomen, die in Experimenten an Tierlungen beobachtet worden sind, mit ähnlichen makroanatomischen und histopathologischen Befunden. Somit unterscheiden sie sich im Wesentlichen nicht von dem diffusen Alveolarschaden des akuten Lungenversagens.

Fazit daraus ist, das die maschinelle Ventilation selbst ein Risikofaktor für die Entwicklung eines ARDS, Acute Respiratory Distress Syndrome (S. 468), sein kann. Folgende Faktoren spielen dabei eine entscheidende Rolle:

- Volutrauma
- Barotrauma
- Oxytrauma
- Atelekttrauma
- Biotrauma

► **Volutrauma.** Durch zu hoch verabreichte Tidalvolumina kann es zu einer Schädigung der Lunge kommen. Es entsteht ein diffuser Alveolarschaden durch eine Überdehnung der Alveolarwand. Besonders davon betroffen sind Lungenareale mit normaler Compliance. Zu beachten gilt also:

- Die Atemzugvolumina zur lungenprotektiven Beatmung müssen auf 5–6 ml/kgKG beschränkt werden.
- Eine permissive Hyperkapnie kann in Kauf genommen werden.
- **Cave:** ICP-Erhöhung, pulmonale Hypertonie, gestörte renale Kompensationsmechanismen!

► **Barotrauma.** Durch zu hoch gewählte Beatmungsdrücke werden das Atemwegs- und Alveolarsystem der Lunge geschädigt. Im schlimmsten Fall kann es durch Zerreißen der Membranen zu einem Pneumothorax kommen. Zu beachten gilt also:

- Drucklimitierte Beatmung (max. Spitzendruck 30 mbar) durchführen bzw.
- eine geringe Beatmungsdruckdifferenz ($\Delta P = P_{max} - PEEP_{tot} < 20$ mbar sollte verabreicht werden.
- Eine permissive Hyperkapnie kann in Kauf genommen werden.
- **Cave:** ICP-Erhöhung, pulmonale Hypertonie, gestörte renale Kompensationsmechanismen

► **Oxytrauma.** Wird eine zu hohe Sauerstoffkonzentration (von über 60 %) über einen längeren Zeitraum (Tage) gegeben, kann sich eine Sauerstofftoxizität entwickeln. Dabei kann es zur Bildung von Respirationsatelektasen mit Schädigung der Alveolarepithelien und Kapillarendothelien kommen. Dieses führt zu einer Zunahme von Ödemen mit veränderter Membranpermeabilität. Weiterhin wird Surfactant zerstört, Sauerstoffradikale werden gebildet und die mucoziliäre Clearance nimmt ab. Zu beachten gilt also:

- Das Sicherstellen einer ausreichenden Oxygenierung hat oberste Priorität ($p_aO_2 = 60–70$ mmHg, S_aO_2 90–92 %).
- Es gibt keine sicheren Grenzen für F_iO_2 und die Dauer der Exposition.
- Vorgeschädigte Lungen scheinen hohe O_2-Konzentrationen besser zu tolerieren als gesunde.

► **Atelekttrauma.** Durch gehäufte Wiedereröffnung kollabierter Lungenabschnitte kann die Lunge geschädigt werden. Bei einem zu niedrig gewählten PEEP-Niveau kann es zu einer nicht symmetrischen Dehnung der Alveolen während der Inspiration kommen. Die Folge wäre der partielle Kollaps von Alveolen am Ende der Exspiration. Es bilden sich so Areale, die ventiliert und nicht ventiliert sind. Zwischen diesen Arealen können enorme Scherkräfte auftreten, die zu Epithelschäden und damit zu Entzündungsreaktionen führen mit Surfactantzerstörung und Biotrauma. Aber auch sehr hohe PEEP-Niveaus können zu Überblähung und Schädigung gesunder Lungenbereiche und zur Belastung anderer Organsysteme führen. Zu beachten gilt also

- Die Standardeinstellung für den PEEP sollte ca. 7 mbar betragen.
- Für den jeweiligen Patienten sollte ein individueller PEEP gefunden werden (lungenprotektive Beatmung).

► **Biotrauma.** Die maschinelle Ventilation kann den Einstrom von neutrophilen Granulozyten sowie die Freisetzung von Zytokinen induzieren, welche wiederum lokale und systemische Entzündungsreaktionen auszulösen vermögen. Dadurch kommt es zur Bakterientranslokation und Mediatorenfreisetzung. Zu beachten gilt also:

- Lungenprotektive Beatmung durchführen.
- Zudem ist zu beachten, dass es zu Atelektasenbildung kommen kann, wenn ein zu hoher Flow eingestellt ist. Dieser

hohe Flow kann Sekret aufwirbeln und dieses dann Alveolen verschließen.
- Auch die Kontrolle des Cuffdrucks ist zu beachten, da ansonsten Sekret bzw. Speichel neben dem Tubus/der Trachealkanüle (in Funktion einer Schiene) in die Lunge gelangen kann.
- Zur Vermeidung von einer beatmungsassoziierten Pneumonie (VAP) muss ein Bündel von Maßnahmen eingesetzt werden (S. 201).

8.4.6 Weaning

Definition

Weaning (engl. „to wean") bedeutet entwöhnen und meint die Entwöhnung vom Beatmungsgerät und die Wiederherstellung der Spontanatmung.

Der prägende Satz „Weaning beginnt mit der Intubation" macht die Frage zum Anfang dieser Abtrainierung überflüssig. Weaning findet in den Kliniken variantenreich statt. Wichtig ist, dass jede Abteilung ein eigenes Konzept entwickelt und dieses vom gesamten Team verfolgt wird. Das soll nicht bedeuten, dass die Individualität des Patienten verloren geht.

Voraussetzungen

Voraussetzungen für das Abtrainieren sind:
- Der Krankheitszustand des Patienten lässt die zusätzliche Belastung der Entwöhnung zu.
- Der Patient besitzt einen ausreichenden Atemantrieb, ist in der Lage, spontan zu atmen und ist schmerz- und angstfrei, möglichst fieberfrei und hat bei geplanter Extubation sichere Schutzreflexe.

Von sehr großer Bedeutung ist eine engmaschige Beobachtung des Patienten besonders in der Anfangsphase des Weanings. Wichtig ist, dass der Patient nie in den Zustand der Erschöpfung geraten darf (Zeichen: Tachypnoe, zu niedriges V_T, Schaukelatmung, Kaltschweißigkeit, Tachykardie, Hypertonie und/oder Entgleisung im Säure-Basen-Haushalt). Da vor Beginn eines Entwöhnungsversuches oft die Analgosedierung reduziert wird, können diese auftretenden Symptome auch Entzugserscheinungen sein.

Manuelle Weaning-Verfahren

Die Entwöhnung kann durch kontinuierliches und diskontinuierliches Weaning erfolgen:

Kontinuierliches Weaning

Bei der kontinuierlichen Entwöhnung folgt der kontrollierten Beatmung eine augmentierte Beatmung, bis der Patient dann spontan atmet (entweder extubiert – ggf. mit nicht invasiver Unterstützung – oder mit T-Stück an der Trachealkanüle). Der Übergang in den verschiedenen Beatmungsformen soll fließend sein und der Patient soll im Verlauf des Weanings immer mehr Atemarbeit übernehmen, bis er wieder völlig selbstständig atmen kann. Mithilfe der augmentierten Beatmungsverfahren (S. 212) soll die Atemmuskulatur entlastet werden, bis die Ursachen der respiratorischen Probleme behoben sind und die Lunge wieder suffizient arbeiten kann.

Praxistipp

Es ist effektiver, wenn man immer nur einen Parameter im Beatmungsmodus ändert, um dem Patienten Zeit zu geben, sich an die veränderte Situation zu adaptieren. Zum Beispiel wird nach und nach der PEEP reduziert, danach das ΔP oder umgekehrt. Daraus ergibt sich, dass diese Strategie ein teilweise langandauernder Prozess ist, der sich besonders bei Langzeitbeatmungen etabliert hat.

Diskontinuierliches Weaning

Bei der diskontinuierlichen Entwöhnung ist der Übergang von der kontrollierten zur spontanen Beatmung abrupt und wird deshalb auch „Hau-Ruck-Verfahren" genannt. Sie besteht aus einem Wechsel zwischen kontrollierter invasiver Beatmung bzw. nicht invasiver Beatmung und Spontanatmung ohne Unterstützung durch das Beatmungsgerät. Ist der Patient in der Lage, spontan zu atmen, wird die kontrollierte Beatmung unterbrochen und dem Patienten wird nur Sauerstoff („feuchte Nase", Aqua-Pack) angeboten. Diese Beatmungspause ist zeitlich zwischen Minuten und 1–2 Stunden möglich, je nach Anzeichen des Patienten.

Zeigt der Patient unter seiner Spontanatmung keine Erschöpfungsanzeichen (Unruhe, Tachykardie, Hypertonie, Stress) ist von einer problemlosen Extubation auszugehen. Bietet der Patient dagegen klinische Zeichen einer respiratorischen Erschöpfung, so ist von einer langwierigen Weaning-Phase auszugehen.

Dieses Verfahren ist das Mittel zur Entwöhnung von sog. Problemfällen (COPD, Zustand nach Langzeitbeatmung, neurogene Störungen).Voraussetzung für den Erfolg ist eine vorangegangene Tracheotomie und spezielle Kanülen (S. 201).

Vorgehensweise

Die dem Patienten vorgegebenen Intervalle zwischen reiner Sauerstoffzufuhr (totale Belastung der Atempumpe) und druckkontrollierter Beatmung (totale Entlastung der Atempumpe) helfen, dass sich die erschöpfte und degenerierte Lunge sowie die Atemmuskulatur erholen können. Der Wechsel der Beatmungsformen findet anfangs nur für Minuten statt und wird im Laufe der Zeit auf Stunden verlängert, bis der Patient nur noch zur Nacht beatmet wird. Auch diese Nachterholungsphasen werden nach und nach verkürzt. Wichtig ist, dass während der Phasen unter kontrollierter Beatmung der Patient möglichst ohne Sedierung an das Beatmungsgerät adaptiert wird. Nur so ist eine vollständige Entlastung der Atempumpe möglich! Dieses gelingt häufig dadurch, dass zu Beginn der Phase die kontrollierte Atemfrequenz höher eingestellt wird als die zuletzt gemessene Spontanatemfrequenz des Patienten. Nach kurzer Zeit verliert der Patient durch diese Hyperventilation seinen Atemantrieb und lässt sich kontrolliert beatmen. So lässt sich eine vollständige Entlastung der Atempumpe erreichen. Jetzt kann schrittweise die kontrollierte Atemfrequenz reduziert werden, bis eine milde Hyperventilation vorliegt.

Oft findet eine Kombination aus kontinuierlicher und diskontinuierlicher Entwöhnung statt. Hierbei adaptiert sich der Therapeut an die Bedürfnisse des Patienten. Ist der Patient erschöpft, wird er augmentiert beatmet, ist er wacher, wird eine spontane Beatmungsform eingestellt.

Dokumentation des Weanings

Das Weaning gestaltet sich oft sehr langwierig und schwierig, sodass heute Dokumentationsprotokolle zum Einsatz kommen, um durch eine genau geplante Vorgehensweise den Weaning-Prozess zu erleichtern. Dazu gehört das Weaning-Protokoll. Hierbei werden einzelne Schritte aufgeführt, die eine Beurteilung zur Spontanatmung bzw. Extubation ermöglichen. Jeder einzelne Schritt muss evaluiert und je nach Antwortmöglichkeit (ja/nein) die entsprechende Stufe eingeleitet werden. Ist der Patient an einer Stelle noch nicht bereit bzw. die Stufe muss verneint werden, ist dies entsprechend zu dokumentieren und zu begründen.

Diese Statuserhebung sollte alle 24 h stattfinden. Das Ziel ist die Spontanatmung mit möglicher Extubation bzw. Dekanülierung (▶ Abb. 8.59).

Name, Vorname	**Weaning-Protokoll**	Station	Datum

Start	**tägliche Evaluierung aller Patienten > 24 h beatmet**	
Ja		**Nein**
☐	**1. Bereit zur Entwöhnung?** **mentaler Status:** • Patient ist wach?	☐
☐ ☐	**hämodynamischer Status:** • Kreislauf stabil + Volumenbedarf rückläufig • Katecholamine: Noradrenalin < 0,1 µg/kg/min	☐ ☐
☐	• Körpertemperatur > 35°C bzw. < 38°C?	☐
☐ ☐ ☐ ☐	**respiratorischer Status** • AMV < 15 l/min • PaO_2 > 60 mmHg • FiO_2 < 0,5 • PEEP ≤ 8 mbar	☐ ☐ ☐ ☐
☐	**2. Bereit für einen Spontanatmungsversuch (SBT[1])?** • alle obigen Kriterien erfüllt? Kommentar:	☐
☐ ☐ ☐ ☐	• Vt = ≥ 5 ml/kg + AF < 35/min bei P_{insp} 10–12 mbar über PEEP (ΔP) • PaO_2/FIO_2 < 150 mmHg • PEEP ≤ 5–8 mbar • Hustenreflex vorhanden? Kommentar:	☐ ☐ ☐ ☐
☐ ☐ ☐	Wenn hier alle Punkte mit **Ja** beantwortet sind, **3-minütiger Test der Spontanatmungskapazität!** • CPAP 6 mbar/ASB ΔP 5–8 mbar Erfolgreich? • AF/Vt < 100 RSBI[2] • P 0,1 < 5 mbar Kommentar:	☐ ☐ ☐
☐ ☐ ☐ ☐ ☐	**3. Durchführung eines SBT[1]** 30–120 min • CPAP 6 mbar/ASB ΔP 5–8 mbar, oder • T-Stück-Versuch Erfolgreich? • AF ≤ 35/min • SaO_2 > 90 % • RR_{syst} < 200 mmHG > 80 mmHG • Herzfrequenz ≤ 140/min; Veränderungen < 20 % Kommentar:	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
☐	**4. Extubation**	☐
☐	**5. Erfolgreiche Entwöhnung?** Kommentar:	☐

Bei **Ja** nächster Protokollschritt	Bei **Nein:** Dokumentation der Gründe, Weiterführung der Beatmungstherapie, **Reevaluierung nach 24 h**

[1]SBT = Spontaneus breathing Trial (Spontanatmungsversuch)
[2]RSBI = Rapid Shallow breathing Index (AF/Vt (Liter))

Abb. 8.59 Weaning-Protokoll.

Weaning-Verlaufsprotokolle

Eine weitere Hilfe können Weaning-Verlaufsprotokolle sein. Diese Dokumentation muss ständig neu geplant und überprüft werden. Sollten die Voraussetzungen für eine spontane Atmung gegeben sein, so plant man für den Tag die Intervalle für die Belastungsphase des Patienten. Man fängt als Beispiel mit 10 min Spontanatmung an, macht 2 h Pause mit kontrollierter Beatmung, dann wieder 10 min Spontanatmung mit anschließender 2-stündiger Pause.

In den Nachtstunden findet keine Spontanphase statt, sondern nur Erholung. Abends werden der bisherige Verlauf, die Toleranz und die Beobachtungskriterien (Kreislauf, Atemmuster, Erschöpfungsanzeichen) analysiert und der Plan für den nächsten Tag festgelegt. Dabei gilt zu beachten, ob die Spontanphasen reduziert (zu hohe Atemfrequenzen), gleich bleibend oder verlängert (bei niedrigen Atemfrequenzen) werden können (▶ Abb. 8.60). Falls die vorgegebenen Zeiten nicht eingehalten werden können, sollte der Grund für den Abbruch dokumentiert werden.

Automatisches Weaning

Die Entwöhnung eines Patienten vom Respirator kann sich manchmal sehr langwierig und schwierig gestalten. Das ist auch den Herstellern von Beatmungsgeräten nicht entgangen und so wurde an der „automatischen Entwöhnung“ (auch „Knowledge-based Weaning“ genannt) entwickelt und gearbeitet. Diesem Weaning-Verfahren liegt die Möglichkeit zugrunde, eine Beatmungsform zu wählen, bei der der Respirator autorisiert ist, selbstständig Parameter (z. B. den Beatmungsdruck) zu verändern. Diese Variation ist abhängig von der Lungenfunktion (Compliance/Resistance), der Atemmechanik, dem Atemantrieb, dem allgemeinem Zustand des Patienten und von den Alarmgrenzen und Sicherheitseinstellungen.

Folgende Möglichkeiten gibt es:

- Der Respirator kann Parametereinstellungen automatisch verändern.
- Der Patient wird über eine Reduktion der Druckunterstützung geweant.
- Das Beatmungsgerät kann die Extubationsfähigkeit des Patienten testen (CPAP-trial).

SmartCare

Die Fa. Dräger hat mit der Evita XL das Weaning-Verfahren „SmartCare“ entwickelt. Hierbei wird im Beatmungsmodus ASB die Druckunterstützung (ΔP) automatisch gesteuert und das Gerät überprüft ständig die gemessenen Werte. Die Spontanatmung des Patienten ist Voraussetzung für diesen Modus. Dazu müssen folgende Informationen eingestellt werden:

- Körpergewicht
- Atemwegszugang (Tubus/Trachealkanüle)
- Anfeuchtungsart (aktiv/passiv)
- COPD (ja/nein)
- neurologische Erkrankung (ja/nein)

▶ **Grenzwerte.** Im „SmartCare“ sind automatisch Grenzfenster für verschiedene Messwerte integriert:

- Atemfrequenz begrenzt zwischen 15–30/min, bei neurologischen Störungen zwischen 15–35/min
- Tidalvolumen von mind. 300 ml bei einem Körpergewicht > 55 kg und 250 ml bei einem Körpergewicht < 55 kg
- endexspiratorisches CO_2 zwischen < 55 mmHg und > 65 mmHg

Sollten diese Grenzen über- oder unterschritten werden, reagiert das Beatmungsgerät mit einer Anpassung der inspiratorischen Druckunterstützung (Erhöhung/Reduktion) in 2–4-mbar-Schritten. Alle 5 min überprüft das Gerät diese Automatisierung selbstständig.

Weaning-Verlaufsprotokoll									Name, Vorname Station:								
Datum	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	Nachtruhe 22–7 h
23.9.	**A**	**10' S**	**A**	**A**	**10' S**	**A**	**A**	**10' S**	**A**	**A**	**10' S**	**A**	**A**	**10' S**	**A**	**A**
ist	A	10'	A	A	10'	A	A	10'	A	A	10'	A	A	10'		
24.9.	**A**	**30' S**	**A**	**A**	**30' S**	**A**	**A**	**30' S**	**A**	**A**	**30' S**	**A**	**A**	**30' S**	**A**	**A**
ist	A	30'	A	A	30'	A	A	30'	A	A	30'	A	A	40'	B	
25.9.	**B**	**60' S**	**B**	**B**	**60' S**	**B**	**B**	**60' S**	**B**	**B**	**60' S**	**B**	**B**	**60' S**	**B**	**A**
ist	B	60'	B	B	45'	B	B	60'	B	B	60'	B	B	45'	A	A

	Modus	O_2 %	PEEP mbar	Frequenz/ min	ΔP mbar	t Insp sec	Rampe sec
Beatmungsmodus A (max. Entlastung des Patienten) möglichst keine Spontanatmung!	**PCV**	**40**	**7**	**18**	**13**	**1,3**	**0,2**
Beatmungsmodus B (unterstützende Atmung)	**ASB**	40	7		10		0,2
Beatmungsmodus C (unterstützende Atmung)	**PPS**						
Spontanatmung S über zehn Minuten	**T-Stück**	6 l					

Abb. 8.60 Weaning-Verlaufsprotokoll.

Zusätzlich reduziert die Evita XL eigenständig das ΔP um 2–4mbar, wenn es die pulmonalen Messwerte erlauben, bis nur noch ein minimaler inspiratorischer Beatmungsdruck erreicht wird. Die Grenze für diesen Minimaldruck ist abhängig von den Voreinstellungen (Tubus/Kanüle) und ist im Respirator fest integriert. Nach Erreichen dieses unteren Drucklimits „beobachtet" das Gerät die Atmung des Patienten auf diesem Niveau (Spontanatemzeit) über eine voreingestellte Periode. Am Ende dieser Phase kommt die Meldung „Entwöhnung abgeschlossen". Der Anwender kann nach eigener Überprüfung und Kontrolle dann den Patienten extubieren.

► **Einzustellende Parameter.** Auf PEEP, Sauerstoff, Trigger und Alarmgrenzen hat der Respirator keinen Einfluss, sodass diese Parameter immer vom Beatmungstherapeut einzustellen sind.

Weaning mit Bi-Level-VG

Ein weiteres automatisches Weaning-Verfahren ist das Bi-Level-VG, wobei Bi-Level für 2 Druckebenen und das VG für Volumengarantie steht.

Diese Beatmungsform ähnelt dem Autoflow (von Dräger) und der volumenkontrollierten druckregulierten Beatmung (von Marquet). Der Patient kann auf beiden Druckniveaus spontan atmen, womit diese Beatmungsform dem BIPAP entspricht. Der Patient erhält hier allerdings ein gesichertes Volumen. Das Tidalvolumen wird eingestellt und das ΔP variiert nach der Compliance und Resistance der Lunge. So erhält der Patient ein gesichertes Volumen mit dem niedrigsten möglichen Beatmungsdruck.

Diese Beatmungsform gibt es bei GE Healthcare Engström Carestation und bei Datex-Ohmeda Centivia/ 5 Plus. Verbessert sich im Laufe der Beatmung die Lungensituation, so wird der applizierte Druck automatisch weiter gesenkt, bis der Patient extubiert werden kann.

Weaning beeinflussende Faktoren

Neben der Erkrankung können auch Vorerkrankungen des Patienten (z. B. Herzerkrankungen, chronische Lungenleiden, Stoffwechselerkrankungen, psychische Vorbelastungen und auch häufig Suchtkrankheiten) das Weaning beeinflussen. Um das Weaning positiv zu unterstützen, gibt es verschiedene Möglichkeiten.

- Sehr wichtig ist die Mobilisation, die sich von der Oberkörperhochlage über die Seitenlage bis hin zum Sitzen im Stuhl erstreckt.
- Auch das Umfeld des Patienten, ausgezeichnet durch Ruhe, ein angenehmes Klima und persönliche Sachen, sind fördernd.
- Der enge Kontakt mit den Angehörigen ist von äußerst großer Bedeutung, da diese auch gerade gestresste oder aufgeregte Patienten besser beruhigen können.
- Mithilfe der Basalen Stimulation (z. B. mittels atemstimulierender Einreibungen) oder beruhigender Körperpflege kann der Prozess der Entwöhnung unterstützt werden.

Indizes zur Beurteilung

Um eine Voraussage über den Erfolg des Weanings zu treffen, sind Indizes entwickelt worden, um die suffiziente Spontanatemfähigkeit beurteilen zu können. Dies sind:

- Quotient aus AF und VT (f/VT)
- Atemwegsokklusionsdruck (P_{01}).

► **Quotient aus AF und VT (f/VT).** Ist dieser Wert < 100, ist eine hohe Wahrscheinlichkeit eines Erfolges gegeben. Ist dieser Wert > 100, ist eine hohe Wahrscheinlichkeit eines Versagens prognostiziert.

Fallbeispiel

Ist f = 20/min und V_T = 0,5, so ist der Quotient = 20: 0,5 = 40 = Erfolg.

Oder: Ist f = 35/min und V_T = 0,3, so ist der Quotient = 35: 0,3 = 116 = Versagen.

► **Atemwegsokklusionsdruck (P_{01}).** Dies ist ein Maß für den zentralen Atemantrieb. Gemessen wird die Kraft, die der Patient aufbringt, wenn er gegen geschlossene Ventile anatmet. Der Normalwert liegt bei 1–4 mbar. Liegt der Wert höher, droht eine respiratorische Erschöpfung.

Merke

Entscheidend für den Entwöhnungserfolg sind neben Messwerten v. a. der „Gesamteindruck" des erfahrenen Therapeuten (Beurteilung der individuellen Situation des Patienten) und das gute Zusammenspiel des gesamten therapeutischen Teams.

8.5 Nicht invasive Beatmung (NIV)

Norbert Schwabbauer

8.5.1 Grundlagen der NIV

Die Maskenbeatmung gehört zu den ältesten Verfahren in der Behandlung respiratorischer Störungen. Bereits zu Beginn des letzten Jahrhunderts wurde der „Dräger Pulmotor" – ein maskengestütztes Beatmungsgerät zur Rettung Verunfallter – entwickelt. In den 40er Jahren wurden Berichte veröffentlicht, in denen die Beatmung kritisch Erkrankter mit Anästhesiemasken und -respiratoren gelang. Die Polio-Epidemie von 1950 mit den darauf folgenden Fortschritten in Intubation und Tracheoto-

mie machten die invasive Beatmungstherapie zum Gold-Standard in der Behandlung der respiratorischen Insuffizienz. Erst in den frühen 1980er Jahren kehrte die nicht invasive Beatmung (NIV), gestützt durch die Erfahrungen in der Behandlung des obstruktiven Schlaf-Apnoe-Syndroms, in die Kliniken zurück. Mittlerweile gehört die NIV zum Alltag in der Intensivmedizin sowie auch zur häuslichen Behandlung der chronisch-ventilatorischen Insuffizienz.

Invasive versus nicht invasive Beatmung

Bei der invasiven Beatmung dienen Endotrachealtubus oder Trachealkanüle als Interface zwischen Patient und Respirator. Bei der nicht invasiven Beatmung werden diese durch Masken (nasal, nasal-oral, fullface), den Helm oder sog. „Nasal Prongs" ersetzt.

Prinzipiell kann die nicht invasive Beatmung der invasiven nahezu gleichgestellt werden (▶ Tab. 8.18).

Eine invasive Beatmungstherapie wird dann notwendig, wenn

- der Patient seine Atemwege nicht selbst schützen bzw. reinigen kann (mangelnde Sekretclearance, drohende Aspiration, fehlende Schutzreflexe usw.),
- eine tiefe Analgosedierung notwendig ist (Verbrennung, große OP, Hirndruck) oder
- die Schwere der Erkrankung eine NIV unmöglich macht (ARDS, schwere Sepsis, Multiorganversagen).

Die Vorteile der NIV hingegen liegen in

- der erhaltenen Kommunikationsfähigkeit,
- der aktiven Sekretclearance (Husten) und
- der Möglichkeit zur oralen Nahrungsaufnahme.

Des Weiteren haben Untersuchungen gezeigt, dass der Gebrauch der NIV die Inzidenz der ventilator- bzw. tubusassoziierten Pneumonie sowie – bei gesonderten Indikationen – Intubationsrate, Beatmungsdauer und Mortalität reduzieren kann.

Indikationen

Mit zunehmender Verbreitung des Verfahrens hat sich auch das Einsatzspektrum der NIV erweitert. Zu den Indikationen zählen:

- kardiales Lungenödem
- akute hyperkapnische Exazerbation bei COPD
- Asthma
- neuromuskuläre Erkrankungen
- Postextubationsphase
- hypoxämisches Lungenversagen
- Weaning
- Palliativsituationen
- DNI-Order (Do not intubate) oder DNR-Order (Do not resuscitate)

▶ **Kardiales Lungenödem.** Patienten mit kardialem Lungenödem sollten nach der initialen Sauerstofftherapie mit NIV bzw. CPAP behandelt werden. Der positive Druck bewirkt eine Reduktion des intrapulmonalen Rechts–Links-Shunts, einen Zuwachs der funktionellen Residualkapazität und eine Senkung der notwendigen Atemarbeit. Gleichzeitig wird durch eine Verminderung von Vor- und Nachlast eine Steigerung des HZV erwirkt.

▶ **Akute hyperkapnische Exazerbation bei COPD.** Die bestehende Hyperkapnie ist Ausdruck einer chronischen und/oder akuten Überlastung der Atemmuskulatur. Durch Einsatz der NIV wird die Atempumpe entlastet, der Sauerstoffverbrauch der Muskulatur reduziert und ein eventuell vorhandener intrinsischer PEEP antagonisiert. Auch bei Ventilationsstörungen (Leitsymptom Hyperkapnie!) infolge anderer Erkrankungen (neuromuskulär, Asthma) ist eine NIV indiziert.

Merke

Für eine vollständige Entlastung der Atemmuskulatur können hohe effektive Beatmungsdrücke (Inspirationsdruck – PEEP > 15 mbar) notwendig sein!

▶ **Postextubationsphase.** Patienten nach länger dauernder invasiver Beatmung, bei Risikofaktoren wie z. B. einer COPD, einer vorangegangenen Hyperkapnie oder einer bestehenden Herzerkrankung sollten nach erfolgter Extubation bei erneuter respiratorischer Insuffizienz prophylaktisch mit einer NIV behandelt werden, um eine Reintubation zu vermeiden.

▶ **Hypoxämisches Lungenversagen.** Beim hypoxämischen Lungenversagen dominiert die Erhöhung des intrapulmonalen Shunts durch minderbelüftete bzw. kollabierte Alveolen. Durch die Applikation einer NIV können kollaptische Areale wiedereröffnet werden, die dann durch einen adäquaten PEEP offen gehalten werden. Durch die inspiratorische Druckunterstützung wird zudem eine Reduktion der Atemarbeit erwirkt. Mit hohem Evidenzlevel wird der Einsatz von NIV/CPAP bei immunsupprimierten Patienten mit hämato-onkologischen Erkrankungen, AIDS und PJP (Pneumocystis jeroveci-Pneumonien) empfohlen. Ein NIV-Versuch ist bei Pneumonie-Patienten mit COPD gerechtfertigt, die nicht invasive Behandlung des ARDS sollte spezialisierten Zentren vorbehalten sein.

▶ **Weaning.** Wird NIV im Rahmen des Weanings eingesetzt, müssen die allgemein gültigen Extubationskriterien nicht zwingend erfüllt sein. Es handelt sich hier lediglich um einen Interface-Wechsel Tubus/Maske. Voraussetzung für diese sehr anspruchsvolle Therapieoption

Tab. 8.18 Invasive Beatmung versus nicht invasive Beatmung.

Faktoren	invasive Beatmung	nicht invasive Beatmung (NIV)
ventilator-(tubus-)assoziierte Pneumonie	Anstieg des Risikos ab dem 3.–4. Tag der Beatmung	selten
tubusbedingte zusätzliche Atemarbeit	ja (während Spontanatmung und im Falle unzureichender Tubuskompensation)	nein
tracheale Früh- und Spätschäden	ja	nein
Sedierung	häufig notwendig	selten erforderlich
effektives Husten möglich	nein	ja
Essen und Trinken möglich	erschwert (Tracheostoma) bzw. nein (Intubation)	ja
Zugang zu den Atemwegen	direkt	erschwert
Druckstellen im Gesichtsbereich	nein	gelegentlich
CO_2-Rückatmung	nein	selten
Leckage	kaum	mehr oder weniger stark ausgeprägt, jedoch meistens vorhanden
Aerophagie	kaum	gelegentlich

ist ein kooperationsfähiger Patient und ein sehr erfahrenes, in der NIV-Therapie geschultes Team. Eine Empfehlung zur Frühextubation mit anschließender NIV existiert nur für hyperkapnische COPD-Patienten.

► **Palliativsituationen.** In Palliativsituationen, bei DNI-Order (Do not intubate) oder DNR-Order (Do not resuscitate) kann NIV in Einzelfällen zur Behandlung der Dyspnoe eingesetzt werden. Ein ausführliches, aufklärendes Gespräch mit dem Patienten und den Angehörigen ist Voraussetzung.

Kontraindikationen

Wie für jedes Verfahren existieren auch für die NIV relative und absolute Kontraindikationen (► Tab. 8.19). Während absolute Kontraindikationen mit einer Intubationspflicht gleichzusetzen sind, sind relative Kontraindikationen stark von der Erfahrung und Expertise des behandelnden Teams abhängig.

Tab. 8.19 Kontraindikationen der NIV.

absolute Kontraindikationen	relative Kontraindikationen
fehlende Spontanatmung, Schnappatmung	Koma bei bestehender Hyperkapnie
Verlegung der Atemwege	Agitation
gastrointestinale Blutung	Sekretverhalt
Ileus	schwere Hypoxämie oder Azidose
	hämodynamische Instabilität

Abb. 8.61 Interfaces. (N. Schwabbauer)
a Nasenmaske.
b Mund-Nasen-Maske.
c Vollgesichtsmaske.
d Beatmungshelm.

Geräte und Interfaces

Geräte

Zur NIV können Heimbeatmungsgeräte, spezielle NIV-Geräte und Intensivrespiratoren verwendet werden. Die verschiedenen Gerätetypen unterscheiden sich in Arbeitsweise (Turbine/Ventile), Monitoring, Schlauchsysteme (einfach/doppelt) und Exspirationsventil (passiv in Schlauchsystem oder Maske integriert/aktiv in Schlauchsystem und Gerät integriert). Sie sollten in der Lage sein, hohe Gasflüsse zu generieren, um die Ventilation auch bei großen Leckagen zu gewährleisten.

Befeuchtung

Trotz intakter oberer Atemwege kann eine zusätzliche Atemgaskonditionierung notwendig sein. Die erhöhten Gasflüsse und die trockenen medizinischen Gase beeinflussen die Sekretclearance, führen zu trockenen Schleimhäuten und können so die Toleranz negativ beeinträchtigen. Aktivbefeuchter sind hier das Mittel der Wahl. HME können aufgrund der immer auftretenden Leckagen nur geringe Befeuchtungsleistungen bieten. Zudem erhöhen sie Atemwegswiderstand und Totraumventilation.

Interfaces

Von zentraler Bedeutung ist die Auswahl des Maskensystems. Es empfiehlt sich ein Sortiment an Masken verschiedener Arten und Größen vorzuhalten, um auf eventuelle Schwierigkeiten bei der Maskentoleranz vorbereitet zu sein.

► **Nasenmasken.** Nasenmasken (► Abb. 8.61a) sind in der Behandlung der chronisch-ventilatorischen Insuffizienz weit verbreitet, sie können bei ausgewählten Patienten auch im akuten Ereignis eingesetzt werden. Vorteile sind:

- seltener auftretendes klaustrophobisches Erleben
- einfachere Befestigungsmöglichkeit
- erhaltene Sprech- und Hustenfunktion
- Möglichkeit der oralen Nahrungsaufnahme

Voraussetzung ist jedoch eine ungehinderte Atmung durch die Nase bzw. ein kompletter Mundschluss (auch im Schlaf).

► **Mund-Nase-Masken.** Mund-Nase-Masken (► Abb. 8.61b) sind der Gold-Standard bei Patienten mit akuter respiratorischer Insuffizienz (ARI). Die meisten modernen Systeme bestehen aus einem Maskenkörper mit Anschlüssen für Sauerstoff und Druckmessungen, einer verstellbaren Stirnstütze mit dem der Maskendruck gleichmäßiger verteilt werden kann sowie einer Auflagefläche aus Gel oder einer Silikon-Doppellippe. Ausatemventile, wenn notwendig, können bereits in der Maske oder im Maskenkrümmer integriert sein. Sie verhindern durch einen kontinuierlichen Gasfluss eine Anreicherung von CO_2 in Maske und Schlauchsystem.

► **Vollgesichtsmaske.** Bei einer Vollgesichtsmaske (► Abb. 8.61c) werden Mund, Nase und Augen von der Maske bedeckt. Eine großflächige Silikonlippe dichtet an Stirn, Wangen und Kinn ab. Als vorteilhaft hat sich diese Maske bei bereits bestehenden Ulzerationen des Nasenrückens erwiesen.

► **Helm.** Der Beatmungshelm (► Abb. 8.61d) umschließt den gesamten Kopf des Patienten, somit entfallen hier die typischen maskenspezifischen Probleme, wie z. B. Druckulzerationen. Das Haupteinsatzgebiet des Helmes ist das hy-

poxämische Lungenversagen, bei hyperkapnischem Atemversagen erwies sich das erhöhte Innenvolumen des Helms als problematisch.

Merke

Ein sicherer Umgang mit dem Equipment ist für den Erfolg der NIV unumgänglich und liegt zu großen Teilen in den Händen der Fachkrankenpflege.

8.5.2 Durchführung der NIV

Die NIV ist gerade in der Anfangsphase ein sehr zeit- und personalintensives Verfahren, das sich jedoch entscheidend auf den weiteren Krankheitsverlauf des Patienten auswirken kann.

▶ **Vorbereitung.** Der Patient wird über die anstehende Therapie informiert. Nasenrücken und Stirn können mit weichen Hydrokolloidverbänden abgepolstert werden, um Druckschädigungen im Gesicht zu vermeiden (▶ Abb. 8.62). Für einliegende Magensonden existieren Silikonbrücken, die auftretende Leckagen minimieren sollen. Die Maskenanpassung sollte ohne Respirator erfolgen, evtl kann der Patient die Maske anfänglich selbst halten.

▶ **Beatmungsmodi.** Initial ist bei der Einleitung einer NIV ein druckunterstützter Beatmungsmodus (PSV, CPAP/ASB oder ähnlich) von Vorteil. Er bietet eine bessere Synchronisation mit dem Patienten und erhöht so die Toleranz des Verfahrens. Allerdings findet eine Entlastung der Atempumpe nur teilweise (40–50 %) statt. Eine kontrollierte Beatmung bietet hier ein höheres Maß an Entlastung, bedarf jedoch einiger Übung und Erfahrung vonseiten des Anwenders. Die einzelnen Beatmungsparameter wie Inspirationsdruck IPAP und PEEP/EPAP werden nach der vorliegenden respiratorischen Störung eingestellt.

Abb. 8.62 Hautschutz mit gepolstertem Hydrokolloidverband. (N. Schwabbauer)

▶ **Analgosedierung.** Agitation, Angst, Dyspnoe und Schmerzen können eine Analgosedierung notwendig machen, um die NIV zu realisieren. Hier haben sich kurzwirksame Opiatboli (Morphin) wegen ihrer guten Steuerbarkeit bewährt. Die Kooperationsfähigkeit des Patienten sollte jedoch erhalten bleiben.

▶ **Adaptionsphase.** Nach den ersten Atemhüben sollte die NIV wenn möglich kurz unterbrochen werden und der Patient befragt werden:
- Kommt zu viel oder zu wenig Luft (Druck/Volumen)?
- Kommt die Luft zu schnell oder zu langsam (Anstiegszeit/Rampe)?
- Kommen zu viel oder zu wenig Atemhübe (Atemfrequenz bei CMV)?

Danach kann die Therapie weitergeführt werden und weitere Parameter gemäß der vorliegenden respiratorischen Störung angepasst werden.

Merke

Wird die NIV aufgrund von Angst und persistierender Dyspnoe vom Patienten nicht toleriert, sind leichte Sedierung und Adaption der Beatmungsparameter Mittel der Wahl. Eine Fixierung des Patienten („Zwangs-NIV") verbietet sich hinsichtlich Aspirationsgefahr und psychischer Traumatisierung.

Erfolgskontrolle und Abbruchkriterien

▶ **Erfolgskontrolle.** Der Erfolg einer NIV zeigt sich an folgenden Parametern:
- Dyspnoe ↓
- Agitation und Unruhe ↓
- pH ↑
- Atemarbeit ↓
- Atemfrequenz ↓
- P_aCO_2 ↓
- P_aO_2 ↑
- Vigilanzverbesserung

▶ **Abbruchkriterien.** Ebenso wie auf Erfolgskriterien muss der Patient an der NIV auf Abbruchkriterien beobachtet werden. Hierzu gehören folgende Parameter:
- keine Verbesserung des Gasaustausches
- keine Verbesserung des pH
- Intoleranz
- keine Verbesserung der Klinik (Vigilanz, Dyspnoe, Agitation, Atemarbeit, Tachypnoe usw.)
- hämodynamische Instabilität
- schwere Sekretretention
- schwere Aerophagie
- Auftreten von Kontaindikationen

Ein Misserfolg deutet sich an, wenn Dyspnoe, Agitation und Angst zunehmen, die Atemfrequenz weiter erhöht bleibt, die Vigilanz sich verschlechtert und sich der Gasaustausch nicht verbessert.

Merke

Treten Abbruchkriterien auf, muss der Patient unverzüglich intubiert werden!

Komplikationen

Wie jedes Verfahren birgt auch die NIV eine Reihe von Komplikationen, die unerkannt schwerwiegende Folgen nach sich ziehen können. So sind Hautschädigungen an Nase, Stirn und Kinn Folge eines zu hohen Anpressdruckes der Maske. Polsterungen der gefährdeten Stellen mit Hydrokolloidverbänden, ein nicht zu fester Maskensitz und ein Interfacewechsel stellen hier eine wirkungsvolle Prophylaxe dar.

Hohe Gasflüsse können zu Irritationen der Augen und Trockenheit der oberen Atemwege führen. Hier können Korrekturen im Maskensitz bzw. der Einsatz aktiver Befeuchtungssysteme Abhilfe schaffen. Die Aerophagie ist Folge des Beatmungsdruckes, der in diesem Fall reduziert werden sollte. Schwere Komplikationen (Aspiration, Atemwegsverlegung) sind selten und können durch eine hohe Präsenz am Patienten frühzeitig erkannt und vermieden werden.

Merke

Die NIV stellt ein hochwirksames Verfahren dar, das in vielen Fällen prognoseentscheidend für den Patienten ist. Ein sicheres, eingespieltes therapeutisches Team ist hier Schlüssel zum Erfolg.

8.6 Leseservice

8.6.1 Literatur

Anatomische, physiologische und pathophysiologische Grundlagen

Bach F et al. Therapeutische Hypothermie und Säure-Basen-Management. Anaesthesist 2007; 56: 366

Brandt L et al. Sauerstoffversorgung bei Narkoseeinleitung. In: Deutsche Akademie für Anästhesiologische Fortbildung, Hrsg. Refresher Course. Aktuelles Wissen für Anästhesisten Nr. 20. Berlin: Springer; 1994

Deetjen P, Lichtwarck-Aschoff M. Säure-Base-Haushalt aus der Perspektive von P.Stewart. Anaesthesist 2007; 56: 1185
Fleischhauer K et al. Benninghoff Anatomie. München: Urban & Schwarzenberg; 1985
Haberthür C et al. Beatmungskurven. Berlin: Springer; 2013
Hachenberg T, Welte T, Fischer S. Anästhesie und Intensivtherapie in der Thoraxchirurgie Stuttgart: Thieme; 2010
Hecker M, Seeger W, Mayer K. Die Berlin-Definition. Med Klin Intensivmed Notfallmed 2012; 107: 488
Klinke R, Silbernagel S. Lehrbuch der Physiologie. 2. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2000
Krück F. Pathophysiologie. München; Urban & Schwarzenberg; 1988
Kuhlen R et al. Neue Formen der assistierten Spontanatmung. München; Urban & Fischer; 2000
Max M, Dembinski R. Pulmonaler Gasaustausch in Narkose. Anaesthesist 2000; 49: 771
Nucci ML, Abuchowski A. Suche nach Ersatz für rote Blutkörperchen. Spektrum der Wissenschaft 1998; 4: 56–61
Oczenski W et al. Atmen, Atemhilfen. 9. Aufl. Stuttgart. Thieme, 2012
Rathgeber J, Züchner K, Hrsg. Grundlagen der maschinellen Beatmung. Ebelsbach: Aktiv Druck & Verlag; 1999
Schmidt RF, Lang F, Heckmann, M. Physiologie des Menschen. Berlin: Springer; 2010
Stephan H. Die Blutgasanalyse. In: Deutsche Akademie für Anästhesiologische Fortbildung, Hrsg. Refresher Course. Aktuelles Wissen für Anästhesisten Nr. 24. Berlin: Springer; 1998
Tammeling GJ. Physiologie der Atmung. Frankfurt/M.: pmi; 1984
Theissen JL, Meissner A. Hypoxische pulmonale Vasokonstriktion. Anaesthesist 1996; 45: 643
Wiemann K. Das MSD Manual der Diagnostik und Therapie. München: Elsevier; 2007
Zander R. Sauerstoff von A bis Z: Alveole-Zelle. In: Deutsche Akademie für Anästhesiologische Fortbildung, Hrsg. Refresher Course. Aktuelles Wissen für Anästhesisten Nr. 15. Berlin: Springer; 1989

Klinische und apparative Überwachung der Atmung

Berg JM, Tymoczko JL, Stryer L. Biochemie. 4. Aufl. Spektrum, Heidelberg 2003
Lotz P, Siegel E, Spilker D. Grundbegriffe der Beatmung. GIT, Darmstadt 1984
Müller E, Hrsg. Beatmung. Thieme, Stuttgart 2000
Oczenski W, Werba A, Andel H. Atmen – Atemhilfen 9., überarbeitete und erweiterte Auflage, Thieme, Stuttgart 2012
Pschyrembel Klinisches Wörterbuch, 261. Aufl. de Gruyter, Berlin 2007
Rathgeber R. Grundlagen der maschinellen Beatmung. 2. Aufl. Thieme, Stuttgart 2010
Rittner F, Döring M. Kurven und Loops in der Beatmung. Dräger Medizintechnik GmbH: Lübeck, Wien 2011
Schäfer S, Kirsch F, Scheuermann G, Wagner R. Überwachung und Pflege des beatmeten Patienten. 5. Aufl. Elsevier, München 2009
Schön J, Paarmann H, Heringlake M. Zerebrale Oxymetrie. Anaesthesist 2012; 61: 934–940
Silbernagl S, Despopoulos A. Taschenatlas der Physiologie 7. Aufl. Thieme, Stuttgart 2007
Silbernagl S, Lang F. Taschenatlas der Pathophysiologie. 3. Aufl. Thieme, Stuttgart 2007
Ullrich L, Hrsg. Zu- und ableitende Systeme. Fürsorglich pflegen im Hightech-Umfeld. Thieme, Stuttgart 2000

Förderung der Atmung und Atemtherapie

AARC Clinical Practice Guideline. Incentive Spirometry 2011. Respir Care 2011, 56: 1600–1604
AARC Clinical Practice Guidelines. Endotracheal suctioning of mechanically ventilated patients with artificial airways 2010. Respir Care 2010, 55: 758–764
Ahrens T et al. Effect of Kinetic Therapy on Pulmonary Complications. American Journal of Critical Care 2004: 13: 376–382
Bein T. Lagerungstherapie in der Intensivmedizin. In: Van Aken H et al., Hrsg. Intensivmedizin. Thieme, 3. Aufl. Stuttgart; 2014: 415–417
Bein T et al. Lagerungstherapie zur Prophylaxe oder Therapie von pulmonalen Funktionsstörungen. Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI). Anästh Intensivmed 2008; 49: S 1-S 24 (Suppl.)
Booke M, Meyer J, Suter PM. Perioperative Atemtherapie. In: Van Aken H, Reinhart K, Zimpfer M, Hrsg. Intensivmedizin. Stuttgart: Thieme; 2001
Both G. Atemförderung aus physiotherapeutischer Sicht. Journal für Anästhesie und Intensivbehandlung 1999; 1: 32–35
Branson RD. The scientific basis for postoperative respiratory care. Respir Care 2013, 58: 1974–84
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. TRBA 250 Biologische Arbeitsstoffe im Gesundheitswesen und in der Wohlfahrtspflege (2014). Im Internet: http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Biologische-Arbeitsstoffe/TRBA/pdf/TRBA-250.pdf?__blob=publicationFile&v=8; Stand: 15.08.2014
Bundesministerium für Arbeit und Soziales. Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit Biologischen Arbeitsstoffen (Biostoffverordnung - BioStoffV)(2013). Im Internet: http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/biostoffv_2013/gesamt.pdf; Stand: 15.08.2014
Deutsche Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin e.V., Hrsg. Nichtinvasive und invasive Beatmung als Therapie der chronischen respiratorischen Insuffizienz. Im Internet: http://www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/020–008.html; Stand: 15.08.2014
Deja M, Lojewski C et al. Lungenversagen. Epidemiologie und Pathophysiologie des akuten Lungenversagens (ARDS). Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 2008; 11–12: 758–766
Dhand R. Inhalation therapy with metered-dose inhalers and dry powder inhalers in mechanically ventilated patients. Respir Care 2005; 50(10): 1331–1344
Fink JB. Forced expiratory technique, directed Cough, and autogenic drainage. Respir Care 2007 (52): 1210–1221
Gattinoni L et al. Prone position in acute respiratory distress syndrome. Rationale, Indications and Limits. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine 2013; 188: 1286–1293
Guérin C, Reignier J, Richard JC et al. Prone positioning in severe acute respiratory distress syndrome. N Engl J Med 2013; 368:2159–2168
Hu SL et al. The effect of prone positioning on mortality in patients with acute respiratory distress syndrome: A meta-analysis of randomized controlled trials. Critical Care 2014,18: R109
Kill C et al. Videolaryngoskopie. Notfallmedizin up2date 2012; 7 (1): 5–8
Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut. Prävention der nosokomialen beatmungsassoziierten Pneumonie. Bundesgesundheitsbl 2013; 56: 1578–1590 Im Internet: http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Krankenhaushygiene/Kommission/Downloads/Pneumo_Rili.pdf?__blob=publicationFile; Stand: 15.08.2014
Krier C, Georgi R. Airway-Management. Die Sicherung der Atemwege. Stuttgart: Thieme; 2001
Larsen R, Ziegenfuß T. Beatmung. Grundlagen und Praxis. 4. Aufl. Berlin: Springer; 2009

Lungenärzte im Netz. Asthma bronchiale. Im Internet: http://www.lungenaerzte-im-netz.de/lin/linkrankheit/show.php3?p=10&id=67&nodeid=22; Stand: 15.08.2014

Mang H, Kirmse M. Dampf, Nebel, Regen oder was? Flüssigkeits- und Aerosoltherapie bei intubierten Patienten. Plexus 2002; 10 (2): 26–30

Parker AM et al. Early rehabilitation in the intensive care unit: Preventing impairment of physical and mental health. Curr Phys Med Rehabil Rep 2013, 4: 307–314

Rathgeber J et al. Wärme- und Feuchtigkeitstauscher zur Klimatisierung der Inspirationsluft intubierter Patienten in der Intensivmedizin. Anästhesist 1995; 44: 274–283

Rello J et al. A european care bundle for prevention of ventilator-associated pneumonia. Intensive Care Med 2010; 36: 773–780

Resar R. et al. Using care bundles to improve health care quality. IHI Innovation series white paper. Cambridge, Massachusetts: Institute for Healthcare Improvement; 2012. Im Internet: http://www.ihi.org/resources/Pages/IHIWhitePapers/UsingCareBundles.aspx; Stand: 15.08.2014

Rothaug O et al. Praxis der Fixierung des Endotrachealtubus. Med Klin Intensivmed Notfmed 2013; (108): 507–515

Sabel K et al. Komplette und inkomplette Bauchlage beim akuten Lungenversagen. Pflegerische Aspekte beim Vergleich der Effekte auf pulmonalen Gasaustausch und Nebenwirkungsrate. Intensiv 2004; 12: 68–74

Schulte am Esch J, Bause HW, Kochs E, Scholz J, Standl T, Werner C. Anästhesie. 3. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2007

Schürenberg A, Nydahl P. Altes und Neues zur Atemstimulierenden Einreibung. Teil 1. Die Schwester/Der Pfleger 2004; 43: 500–503

Schweikert WD et al. Early physical and occupational therapy in mechanically ventilated, critically ill patients: A randomized controlled trial. Lancet 2009; 373: 1874–1882

Spiess CD et al. Präoperative Nahrungskarenz. Anästhesist 2003; 52: 1039–1045

Tholen R. Sekret fördernde Atemphysiotherapie (2009).Im Internet: http://www.ag-atemtherapie.de/tl_files/aga/bilder/Husten_und_Physiotherapie.pdf; Stand: 15.08.2014

Weindler J, Zapf CL. Grundlagen der Atemtherapie mit Incentive Spirometern. Balingen: Perimed-spitta; 1992

Maschinelle Beatmung

Bein T., Aktuelle Konzepte der unterstützten Spontanatmung, Der Anaesthesist, Springer 2014

Böhm S, Lachmann B. Pressure-control ventilation. Putting a mode into perspective. International Journal of Intensive care 1996; 3: 281–290

Böhm SH, Anda GF, Lachmann B. The open lung concept. In: Yearbook of Intensive Care and Emergency Medicine. Springer, Heidelberg 1998

Deden K. Beatmungsmodi in der Intensivmedizin. Dräger Medical 2010

Dembinski R, Kuhlen R. Maschinelle Beatmung und Entwöhnung von der Beatmung. In: Burchardi, Larsen, Marx, Muhl, Schölmerich, (Hrsg.) Intensivmedizin. Springer, Stuttgart 2011

Hintzenstein U von, Bein T. Praxisbuch Beatmung. 5. Aufl. Elsevier, München 2012

Kuhlen R, Guttmann J, Rossaint R. Neue Formen der assistierten Spontanatmung. München: Urban & Fischer; 2000

Larsen R, Ziegenfuß T. Beatmung: Indikationen - Techniken - Krankheitsbilder: Grundlagen und Praxis. 5. Aufl. Springer, Heidelberg 2013

Lehrbach G. ATC/PPS. Journal für Anästhesie und Intensivbehandlung 2002; 1: 174–175

Max M. Lungenprotektive Beatmung beim ARDS. intensiv 2002; 10: 257–260

Mols G. Proportional Assist Ventilation (PAV) und Automatic Tube Compensation (ATC). Journal für Anästhesie und Intensivbehandlung 2002; 1: 50–51

Oczenski W. Werba A. Andel H. Atmen – Atemhilfen. 9., überarbeitete und erweiterte Auflage. Thieme, Stuttgart 2012

Rathgeber J. Grundlagen der maschinellen Beatmung. Thieme, Stuttgart 2010

Reske A, Schreiter D. Open Lung Management – Indikation und Durchführung. Journal für Anästhesie und Intensivbehandlung 2003; 1: 214–216

Rothaug O, Schwabbauer N, Karagiannidis C et al. Herkömmliche und moderne Spontanatmungsverfahren in der Respiratortherapie. Intensiv 17: 284–291, Thieme 2009

Rupp M, Das Open-Lung-Konzept und lungenprotektive Beatmung beim hypoxischen akuten Lungenversagen. intensiv 2001; 9: 2–7

Stahl CA, Meiners B, Fichter J. et al. Proportional assistierte Beatmung (PAV) – Chancen und Grenzen eines neuen Beatmungskonzeptes. Pneumologie 1997; 51: 264–269

Wilpsbäumer S. Beatmung. Weaning. Wieder allein atmen. intensiv 2012; 20 (06): 308–311, Thieme

Ziegenfuß T. Beatmung. In. Wilhelm W, Hrsg. Praxis der Intensivmedizin: konkret, kompakt, interdisziplinär. 2. Aufl. Springer, Heidelberg 2013

Nicht invasive Beatmung

Burns K et al. Use of non-invasive ventilation to wean critically ill adults off invasive ventilation: meta-analysis and systematic review. BMJ 2009; 338: b1574

Chatburn RL. Which ventilators and modes can be used to deliver noninvasive ventilation? Respir Care 2009; 54 (1): 85–99

Nava S, Navalesi P, Grgoretti C. Interfaces and humidification for noninvasive mechanical ventilation. Respir Care 2009; 54 (1): 71–82

Ferrer M et al. Non-invasive ventilation after extubation in hypercapnic patients with chronic respiratory disorders: randomized controlled trial. Lancet 2009; 374: 1082–1088

Gay PC. Complications of noninvasive ventilation in acute care. RespirCare 2009; 54 (2): 246–257

Rothaug O et al. Neue Wege in der Beatmungstherapie – Einsatz der nicht-invasiven Ventilation (NIV) im intensivtherapeutischen Arbeitsbereich. Intensiv 2009; 17: 4–16

Schönhofer B. et al. Nichtinvasive Beatmung als Therapie der akuten respiratorischen Insuffizienz. S 3-Leitlinie. Herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin. Pneumologie 2008; 62: 449–479

Schönhofer B. Nichtinvasive Beatmung – gestern, heute und morgen. Intensivmed 2008; 45:182–193

Schönhofer B (Hrsg). Nicht-invasive Beatmung – Grundlagen und moderne Praxis. 1.Aufl. Bremen: Uni-Med; 2006

8.6.2 Internetadressen

http://www.rudolf-deiml.de/ (ausgewählte Themen zur operativen Intensivmedizin, Kap. 11, Beatmungsformen)

http://www.draeger.com/de/MT/bibliothek/intensiv/intensiv.jsp (Dräger Bibliothek, Literatur aus dem Bereich Beatmung)

http://www.anint.de (Portal für Anästhesie- und Intensivpflege)

Kapitel 9

Herz-Kreislauf-Regulation

9.1 Monitoring der Herz-Kreislauf-Funktion *232*

9.2 Kardiopulmonale Reanimation *242*

9.3 Leseservice *252*

9 Herz-Kreislauf-Regulation

Dietmar Stolecki, Claudia Bieker

9.1 Monitoring der Herz-Kreislauf-Funktion

Dietmar Stolecki

Neben der klinischen Beobachtung gehört das apparative Monitoring zu den Aufgaben der Pflegenden. Eine kontinuierliche Überwachung der Herz-Kreislauf-Funktion bei kritisch kranken Patienten auf der Intensivstation ist die Basis für die rechtzeitige Erfassung von Störungen. Nur so kann eine schnelle und zielgerichtete Therapie eingeleitet und Komplikationen wie Organfunktionsstörungen bzw. Organversagen nach Möglichkeit verhindert werden.

Die Hämodynamik beschäftigt sich mit der Strömungsmechanik des Blutes und den sie beeinflussenden Kräften. Insofern versucht man mit einem hämodynamischen Monitoring möglichst viele dieser Parameter indirekt oder direkt zu erfassen, um evtl. Änderungen und Komplikationen früh zu erkennen und um geeignete Maßnahmen einzuleiten. Jedoch ist zu beachten, dass die physikalischen Gesetzmäßigkeiten der Strömungsmechanik im Einzelnen nicht einfach so übernommen werden können, da sie eigentlich nur für Flüssigkeiten gelten, die bei Zunahme der Geschwindigkeit ihre Viskosität nicht ändern und ein laminares Strömungsprofil aufweisen. Aber das trifft auf Blut nicht zu. Gleichzeitig ist es wichtig zu wissen, dass jeder einzelne abgeleitete und beobachtete Parameter immer im Kontext mit der Klinik des Patienten gesehen werden muss. Insofern bildet das hämodynamische Monitoring für alle kritisch kranken Patienten die Basis für eine adäquate Therapie des Herz-Kreislauf-Systems mit Volumen, vasoaktiven und inotropen Substanzen sowie mit mechanischen Unterstützungssystemen wie z. B. der intraaortalen Ballonpumpe, IABP (S. 493), und Pacer. Zu den Parametern und technischen Hilfsmitteln gehören:

- non invasiver Blutdruck
- invasiver Blutdruck
- EKG
- zentraler Venendruck
- Pulskonturanalyse
- Pulmonaliskatheter

Mit diesen Parametern und den dazu notwendigen Medizinprodukten zur Erfassung gelingt es, eine zielgerichtete Therapie zu steuern und zu evaluieren. Dabei ist zu unterscheiden, dass einige Daten elektronisch und zentral über ein Patientendatenmanagementsystem erfasst werden können, andere manuell zur Dokumentation hinzugefügt werden müssen, wie z. B. Werte der nicht invasiven Blutdruckmessung.

► **Problematik.** Da auf Intensivstationen und im Operationsbereich Patienten mit hochkomplexen Krankheitsbildern versorgt werden, ist der Grad der Überwachung ebenso komplex und gerade für Berufsanfänger nicht selten verwirrend. So erscheint es manchem als richtig, die auf Monitoren abgebildeten Daten auch als absolute Wahrheit zu betrachten, obwohl der erfahrene Mitarbeiter auf Anhieb – z. B. durch einen Kurvenverlauf – erkennt, dass der Wert nicht korrekt sein kann. Folglich muss sich jeder in der Intensivpflege und Anästhesie Tätige mit den technischen Voraussetzungen des jeweilig zum Monitoring eingesetzten Verfahrens auseinandersetzen und die physiologischen und technischen Hintergründe dazu kennen.

9.1.1 Arten des Monitorings

Invasives und nicht invasives Monitoring

Unterschieden wird zwischen **invasivem** und **non invasivem** Monitoring. Mit dem Begriff des invasiven Monitorings sind Überwachungsmaßnahmen gemeint, für die man zusätzlich Devices (Hilfsmittel/Geräte) wie z. B. Katheter benötigt, die in den Organismus eingebracht und mit Druckaufnehmern gekoppelt werden, sodass spezifische Werte abgeleitet und beobachtet werden können. Im Gegensatz dazu gesellen sich bei non invasiven Verfahren keine weiteren Devices hinzu, womit die körperliche Integrität und Unversehrtheit des Patienten erhalten bleibt.

Für die Entscheidung, welche Art von Überwachung der Patient für die Operation oder den Intensivaufenthalt benötigt, müssen immer die Kriterien des Ausmaßes von Beeinflussung und Gefährdung berücksichtigt werden. Demnach ist zu bedenken, dass durch eine invasive Maßnahme u. a. auch eine hygienische Gefährdung in Kauf genommen werden muss. Denn es gilt das Prinzip: Je invasiver die Überwachung desto größer das Gefährdungspotenzial für einen Patienten. Somit ist dem nicht invasiven Verfahren zunächst immer der Vorzug zu geben, solange damit gleiche Parameter erhoben werden können und die Güte der gewonnenen Werte annähernd denen eines invasiven Messverfahrens entspricht. Andererseits ist auch die gewünschte Präzision vor dem Hintergrund der zu steuernden Prozesse zu klären, die von therapeutischer Bedeutung sind. Ungeachtet dessen spielen, last but not least, auch die Kosten eine Rolle. Weiterhin differenziert wird zwischen Basismonitoring und erweitertem Monitoring.

Basis- und erweitertes Monitoring

Das **Basismonitoring** besteht aus der Überwachung

- des non invasiven Blutdrucks zur Ermittlung des systolischen und diastolischen Blutdrucks,
- des EKGs zur Erfassung der Herzfrequenz, des Herzrhythmus und einer Myokardischämie,
- der Pulsoxymetrie zur Detektion der Sauerstoffsättigung des Bluts sowie zur Erkennung von Brady- und Tachykardie und Arrhythmien,
- der Körperkerntemperatur.

Das **erweiterte Monitoring** beinhaltet die Überwachung von

- arteriellem Blutdruck (neben systolischem und diastolischen auch arterieller Mitteldruck),
- zentralvenösem Druck und zentralvenöser Sättigung,
- pulmonal arteriellem Druck,
- Herzzeitminutenvolumen,
- Urinausscheidung.

Je invasiver das Monitoring betrieben wird, desto komplexer werden die Ansprüche, die Daten zu erfassen und fachlich korrekt zu interpretieren. Jeder Parameter lässt sich bei den heutigen Monitormodellen als Trend abrufen, womit Prognosen im Rahmen der Krankenbeobachtung möglich werden. Folgerichtig können frühzeitig Maßnahmen eingeleitet werden, um weitreichende Komplikationen zu vermeiden.

► **Alarme.** Jeder erfasste Parameter lässt sich im Rahmen der apparativen Überwachung mit einem jeweiligen Alarm absichern. Dabei ist es sicher unbestritten, dass mittels präziser Messverfahren Einfluss auf Morbidität und Letalität genommen werden kann. Jedoch ist bei allen zu nutzenden Systemen des Monitorings immer auch die Belastung des Patienten unter dem Aspekt der Einschränkung der Mobilität und der Geräuschkulisse (Alarme) zu berücksichtigen. Patienten erlei-

den hier nicht selten eine massive Belästigung mit Lärm in einer Stärke von 70–80 Dezibel (dB) nur durch Alarme (das entspricht lauter Musik aus dem Radio). Hinzu gesellen sich weitere Geräusche (vgl. Schrader und Schrader 2001), z. B. verursacht durch das Auspacken von Sterilgut (bis 80 dB) oder durch Diskonnektion von Gasanschlüssen (bis 100 dB).

Merke

Bedenken Sie bei allen obligaten Alarmeinstellungen auch die Lautstärke des jeweiligen Parameters und berücksichtigen Sie mögliche Einschränkungen des Patienten durch Lärm.

Auch der Anwender unterliegt den Einflüssen ständiger Alarme. Sind oft genug Fehlalarmsignale ertönt, nimmt die Aufmerksamkeit im Laufe der Zeit durchaus ab. Steigt der Geräuschpegel zunehmend im jeweiligen Zimmer an, reduziert sich die akustische Aufmerksamkeit im Rahmen der Patientenbeobachtung.

Maßgebend für eine sichere Patientenüberwachung sind erforderliche Kenntnisse physiologischer Zusammenhänge, sodass Grenzwerte fachgerecht eingestellt werden können. Sollte es Parameter geben, die obligat erfasst werden, primär aber jetzt keine weitere Bedeutung haben, so sollten die Alarme hierfür abgeschaltet werden. Der Patient mit seinem Biorhythmus, die nicht selten irritierten Angehörigen, aber auch die eigene Physis werden es Ihnen danken!

9.1.2 Blutdruckmessung

Der arterielle Blutdruck ist der zentrale Parameter für die Versorgung der Organe. Der Auswurf des Volumens aus dem linken Herzen erzeugt eine Druckwelle, die sich im gesamten Gefäßsystem ausbreitet und gemessen werden kann (in mmHg). Damit gehören die Messungen und die Interpretationen des arteriellen Blutdrucks zur Standardüberwachung, die indirekt als nicht invasive oder direkt als invasive Messung erfolgen kann. Dabei spielen der systolische und diastolische Blutdruck, der arterielle Mitteldruck und die Blutdruckamplitude eine entscheidende Rolle.

► **Blutdruckwerte**

- **Systolischer Blutdruck:** Er ist der höchste Druck während eines Herzzyklus und wird je nach Monitorsystem abgekürzt mit Ps (pressure systolic) oder „Art. sys“ (arteriell systolisch). Der systolische Blutdruck steht stellvertretend für das Schlagvolumen des Herzens und gilt als Maß für den myokardialen Sauerstoffverbrauch. Er gibt ebenso Auskunft über eine Hypo- oder Hypertonie.
- **Diastolischer Blutdruck:** Er ist der niedrigste Punkt in der Druckkurve und ist ein Maß für die Koronardurchblutung und damit für die Sauerstoffversorgung des Myokards. Er wird abgekürzt mit Pd (pressure diastolic) oder „Art. dias“ (arterielle diastolisch).

► **Arterieller Mitteldruck.** Er stellt die treibende Kraft für die Durchblutung der Organe und der Peripherie dar und wird mit Pm (pressure mean) oder MAP (mean arterial pressure) abgekürzt.

► **Blutdruckamplitude.** Sie ist die Differenz zwischen systolischem und diastolischem Blutdruck. Sie kann Auskünfte über Veränderungen im Herz-Kreislauf-System geben. Bei sklerotischen Veränderungen kann die Amplitude z. B. stark ansteigen, während sie bei einer sog. Herzbeuteltamponade erheblich kleiner werden kann.

► **Normwerte.** Normwerte der Blutdruckkomponenten sind:

- arterieller systolischer Druck: 90–140 mmHg
- arterieller diastolischer Druck: 60–90 mmHg
- arterieller Mitteldruck: 70–105 mmHg

► **Messverfahren.** Zur Verfügung stehen

- die nicht invasive Blutdruckmessung (NIBP) und
- die invasive Blutdruckmessung.

Nicht invasive Blutdruckmessung (NIBP)

Die nicht invasive Blutdruckmessung (non invasive blood pressure, NIBP) wurde vom italienischen Arzt Riva-Rocci (1896) erstmals beschrieben und vom russischen Arzt Korotkoff mit dem Auskultieren der Strömungsgeräusche erweitert. Sie ist die am meisten verwendete nicht invasive Methode zur Beurteilung des arteriellen Blutdrucks. Dabei wird der Blutdruck routinemäßig über eine aufblasbare Manschette (sphygmomanometrisch) ermittelt, die zumeist am Oberarm, aber auch am Oberschenkel platziert wird. Bei der Druckmessung wird der Manschettendruck auf einen oberhalb des zu erwartenden systolischen Blutdruckwertes gebracht, sodass der Druck vollständig die Arterie okkludiert und mit dem Stethoskop kein Flusssignal mehr hörbar ist. Hiernach wird der Manschettendruck langsam reduziert, sodass die Arterie nur bedingt okkludiert und der systolische Blutdruck für die Passage ausreicht. Damit wird das Strömungsgeräusch (Korotkoff-Geräusch) deutlich hörbar. Infolge des weiter abfallenden Manschettendruckes wird die Arterie wieder komplett durchströmt, womit kein Auskultationsgeräusch mehr wahrnehmbar ist (Ausnahme: Stenose der A. brachialis unmittelbar im Bereich der Auskultationsstelle).

Parallel existieren noch die oszillometrische und palpatorische Methode. Während mit der auskultatorischen und oszillatorischen Methode recht genaue systolische und diastolische Werte ermittelt werden können, kann die palpatorische Variante nur für den systolischen Druck genutzt werden. Einflussgrößen, die bei allen Verfahren zu falsch hohen/niedrigen Werte führen, sind

- die falsche Platzierung oder eine falsche Größe der Blutdruckmanschette,
- das zu schnelle Ablassen des Drucks aus der Blutdruckmanschette,
- zentralisierte Patienten, bei denen die Korotkoff-Geräusche schlecht zu hören sind.

Neben der manuellen Messmethode steht auch eine automatisierte Form zur Verfügung, die zumeist nach der Oszillationsmethode funktioniert. Das zeitliche Messintervall kann vorgewählt werden.

Invasive Blutdruckmessung

Die invasive Blutdruckmessung fand ihren Ursprung bereits im 18. Jahrhundert, wo Stephen Hales als Wissenschaftler und Theologe 1773 erstmals den arteriellen Blutdruck bei einem Pferd gemessen hatte. Dazu hatte er eine mit Flüssigkeit gefüllte Glasröhre mit der Halsschlagader eines Pferdes kombiniert. Inzwischen stellt die invasive Blutdruckmessung eine wichtige Voraussetzung dar, um Patienten in allen kritischen Situationen sicher und permanent überwachen zu können. Die Technik gewährt auch in Situationen, wie z. B. beim Schockgeschehen oder beim stillstehenden Herzen wie bei einer Herz-OP eine exakte Beurteilung der Druckverhältnisse, da die Blutdruckmessung kontinuierlich erfolgt und die gemessenen Werte auf dem Überwachungsmonitor angezeigt werden. Die non invasive Blutdruckmessung reicht von daher oft nicht aus. Um den Blutdruck intraarteriell erfassen zu können, muss ein Katheter in einer Arterie platziert werden.

► **Indikationen.** Für die Anlage eines arteriellen Katheters gelten nachfolgende Indikationen:

- kontinuierliche Blutdruckmessung:
  - im Rahmen der perioperativen Überwachung bei größeren Operationen
  - bei hämodynamischer Instabilität wie z. B. bei Schock

- unter Therapie mit inotropen und vasoaktiven Medikamenten sowie unter Blut- und Volumenumsatz
- bei einem Einsatz einer intraarteriellen Ballonpumpe (IABP)
- zur Überwachung bei kardiologischen Eingriffen wie Stentimplantation, perkutaner transluminaler Koronarangiographie (PTCA)
- bei einer gewünschten kontrollierten Hypotension (Blutdrucksenkung) in der Anästhesie für spezielle Operationen

• als Zugang:
- für arterielle Blutentnahmen zur Ermittlung der Blutgase
- bei respiratorischer Insuffizienz und Beatmungstherapie
- in der Radiologie zwecks Applikation eines Kontrastmittels zur Darstellung von Gefäßen (Arteriografie)

► **Punktionsorte für arterielle Kanülen und Katheter.** Die Auswahl des Punktionsortes richtet sich nach der Indikation, nach pathophysiologischen Bedingungen benachbarter Arterien, der erforderlichen Zugänglichkeit bei operativen Eingriffen und der Erfahrung des Arztes. Die A. radialis und A. brachialis gehören sicher zu den am häufigsten punktierten Arterien, vorzugsweise an der nicht dominanten Hand. Wenn es Alternativen gibt, sollte die A. femoralis wegen der Nachbarschaft zum Urogenitaltrakt zurückhaltend punktiert werden. ▸ Abb. 9.1 gibt einen Überblick über die punktierbaren Arterien.

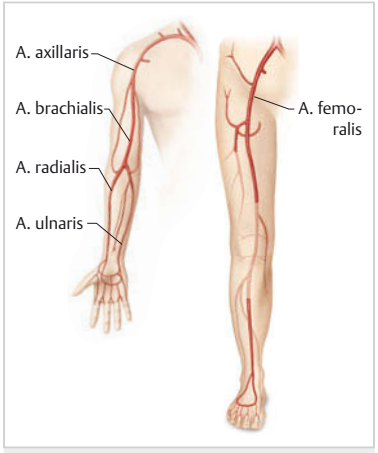


Abb. 9.1 Punktierbare Arterien.

► **Allen-Test.** Bei der Punktion der A. radialis besteht die Gefahr einer Minderversorgung von Hand und Fingern, wenn die parallel verlaufende A. ulnaris keinen ausreichenden Blutfluss gewährleistet. Das gleiche gilt auch umgekehrt. Vor dem Hintergrund der möglichen Folgen einer Minderperfusion mit Nekrose und Amputation wird ein sog. Allen-Test empfohlen, um den Kollateralkreislauf zu prüfen und damit diese Gefahr zu minimieren. Insgesamt sind nur wenige relative Kontraindikationen zur Punktion zu berücksichtigen. Dazu gehören

- eine bestehende arterielle Verschlusskrankheit an der Extremität,
- eine lokale Infektion,
- hämorrhagische Diathese (erhöhte Blutungsneigung),
- Antikoagulationstherapie.

Der Allen-Test ist ein empfohlener klinischer Funktionstest, mit dem die Durchblutung der A. ulnaris und der A. radialis geprüft werden kann. Hierbei wird der Patient aufgefordert, eine Faust zu bilden. Der Arzt komprimiert nun sowohl die A. radialis als auch die A. ulnaris, bis die Hand des Patienten blass wird. Jetzt wird der Patient aufgefordert, die Hand zu öffnen. Während die A. ulnaris freigegeben wird, bleibt die A. radialis weiterhin abgedrückt. Wird die Hand des Patienten innerhalb von bis zu 10 Sekunden wieder rosig, so spricht nichts gegen eine Punktion der A. radialis (▸ Abb. 9.2). Dauert die Verfärbung länger als 10 Sekunden, sollte die Arterie nicht punktiert werden, wenn es Alternativen gibt. Danach wird umgekehrt in gleicher Weise auch die kollaterale Versorgung der A. ulnaris über die A. radialis geprüft. Sehr präzise kann mittels Dopplersonografie die Perfusion überprüft werden.

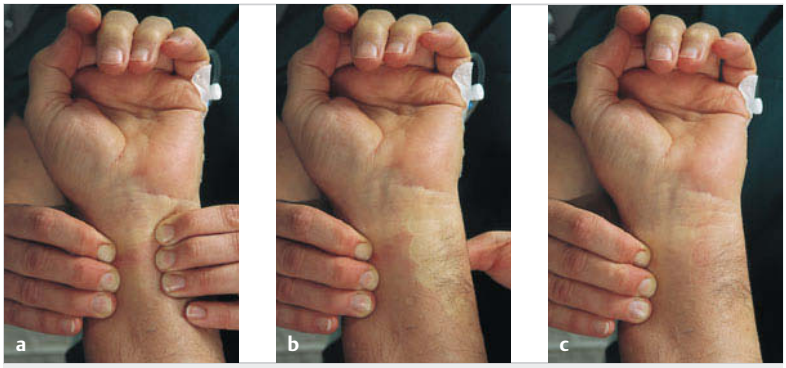


Abb. 9.2 Durchführung des Allen-Tests. (D. Stolecki)
a Aa. radialis und ulnaris werden komprimiert.
b Die deutlich blasse Hautfarbe ist nach Freigabe der A. ulnaris gut sichtbar.
c Die blasse Hautfarbe ist rückläufig.

► **Arterienkanülen und -katheter.** Zur Kanülierung stehen dünne mit Teflon beschichtete Kunststoffkanülen und Katheter zur Verfügung (▸ Abb. 9.3). Für alle Kunststoffarten gilt, dass sie nicht mit biologischen Substanzen reagieren und gewebeverträglich sind.

► **Seldinger-Technik.** Intraarterielle Katheter werden zumeist in der weniger traumatischen Seldinger-Technik gelegt. Dabei wird das Gefäß mit einer Kanüle punktiert, der Mandrin entfernt und ein Stahldraht über die Hohlnadel in die Arterie vorgeschoben. Nach Entfernung der Hohlnadel wird der arterielle Katheter über den Stahldraht vorgeschoben und platziert.

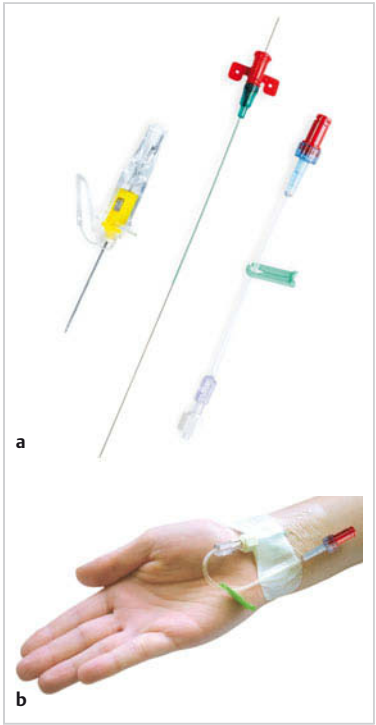


Abb. 9.3 Arterielle Kanülen und Katheter. (VYGON)
a Mit Teflon beschichtete dünnwandige Kunststoffkanüle und Führungsdraht.
b Radialis-Katheterisationssystem mit Seldinger-Technik.

Die speziell angefertigten Kanülen haben keine Zuspritzmöglichkeit im Bereich der Punktionsstelle, damit es nicht zu versehentlichen intraarteriellen Injektionen und damit zu massiven Komplikationen kommen kann.

Durchführung der Messung

► **Vorbereitung.** Für die Insertion eines arteriellen Katheters werden notwendige Utensilien zusammengestellt und griffbereit auf einem Beistelltisch gelegt:

- **steriles Material:** Handschuhe, Lochtuch, Tischabdeckung, arterielle Katheter zwischen 18 und 20 G, 2-ml-Spritze, Lokalanästhetikum z. B. Mepivacain 1 %, Transducer-Set, roter 3-Wege-Hahn, Tupfer, Verbandmaterial mit Pflasterzügeln, evtl. Nahtmaterial und Nadelhalter.
- **unsteriles Material:** Mundschutz, Haube, Einmalunterlage, Rasierer, Hautdesinfektionsmittel, Transducer, Monitorkabel, EKG, Druckmanschette, Kochsalzbeutel, Heparin.

Das Messsystem selbst besteht aus (► Abb. 9.4):

- einer druckstabilen Zuleitung,
- einem Druckwandler, auch Transducer genannt,
- einer Spülzuleitung und
- einem Kabel, welches das Messsystem mit dem Monitor verbindet.

Zunächst wird ein Beutel mit 0,9 % Kochsalzlösung nach Standard der Klinik mit oder ohne Heparin versehen und das gesamte Messsystem luftleer mit der Lösung gefüllt. Der Beutel wird anschließend in einer Druckmanschette eingespannt und mit einem Druck von ca. 300 mmHg versehen. Der Transducer wird in einer speziellen Vorrichtung am Bett des Patienten platziert und in Herzhöhe positioniert, wo der sog. Nullabgleich (Eichung) vorgenommen wird (► Abb. 9.5).

► **Nullabgleich.** Hierzu wird der am Druckwandler befindliche Dreiwegehahn zur Atmosphäre hin geöffnet und ein Ausgleich zum Umgebungsdruck ermöglicht. Nach Betätigung der Nullpunkttaste am Monitor erscheinen nach kurzer Zeit (von Monitor zu Monitor unterschiedlich) auf dem Display eine Nulllinie und der Hinweis „Nullabgleich erfolgt". Das System ist nun geeicht und kann eingesetzt werden.

Für den Nullabgleich ist es wichtig, dass sich der Druckwandler auf Herzhöhe des Patienten befindet und während der Messung in dieser Position verbleibt, da sich hier der sog. *hydrostatische Indifferenzpunkt* befindet. Dieser liegt ca. 5–10 cm unter dem Zwerchfell in der V. cava inferior und bezeichnet die Ebene des Gefäßsystems, wo sich der Druck und damit der Gefäßquerschnitt bei einem Lagewechsel des Menschen nicht ändern. Ansonsten nimmt der arterielle Druck bedingt durch die orthostatische Druckregulation in Zusammenhang mit der Erdanziehungskraft im Stehen in den Beinen zu, in den kraniellen Gefäßen (Kopf) ab.

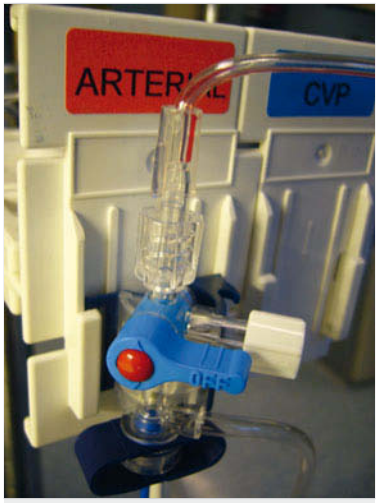


Abb. 9.5 Druckwandler in Haltevorrichtung. (D. Stolecki)

► **Punktion.** Nach Ausstattung mit Haube und Mundschutz sowie nach hygienischer Händedesinfektion lagert und fixiert der zuständige Arzt die zu punktierende Extremität und desinfiziert die Punktionsstelle. Mit sterilen Handschuhen platziert er nun ein Lochtuch um die Punktionsstelle (immer bei Seldinger-Technik) und appliziert ein Lokalanästhetikum. Mit erfolgreicher Punktion der Arterie schiebt er den Katheter vor. Das angereichte Messsystem wird mit dem Katheter konnektiert und die Punktionsstelle steril verbunden. Der Zugang wird mit einem Etikett oder mittels Fettstift zur Vermeidung einer Fehlinjektion als arterieller Katheter gekennzeichnet. Nach erfolgreichem Nullpunktabgleich und Eichung muss auf dem Monitor der Druckkurvenverlauf wie in ► Abb. 9.6 zu sehen sein. Benutztes Material wird entsorgt (Cave: scharfe Gegenstände separieren).

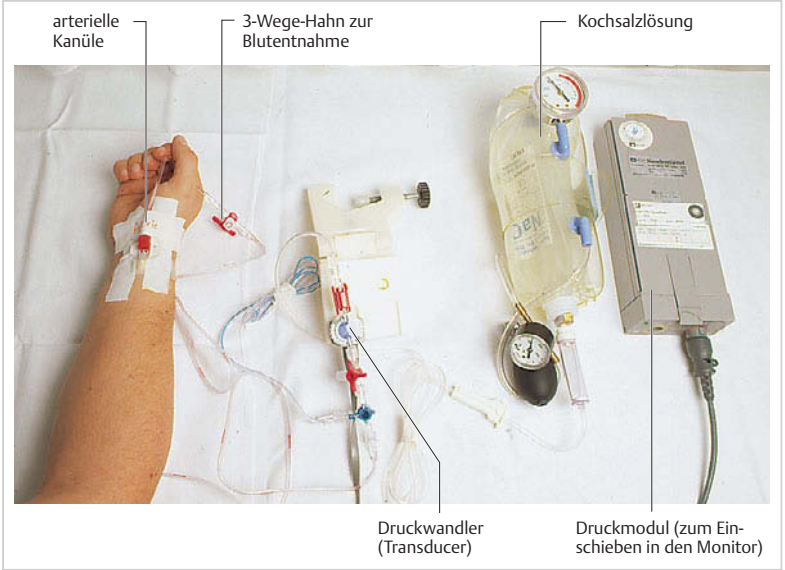


Abb. 9.4 Invasive Blutdruckmessung. Aufbau der Messkette zur invasiven Blutdruckmessung.

Prinzip der invasiven Blutdruckmessung

Der mit dem Blutauswurf einhergehende Druck wird über das flüssigkeitsgefüllte Schlauchsystem zum Druckwandler weitergeleitet. Die am Transducer befindliche Membran dehnt sich mit der Stärke des Impulses aus und überträgt den Druck auf

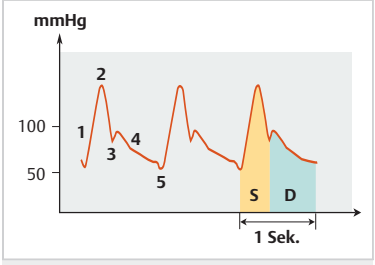


Abb. 9.6 Arterieller Druckkurvenverlauf und deren Bedeutung.

eine Spanndrahtkonstruktion. Die vom Patienten übertragene mechanische Energie wird also durch den Transducer in elektrische Energie umgewandelt und über das Monitorkabel an den Verstärker im Monitor geleitet. Hier werden die Impulse verstärkt, gemessen und schließlich als Blutdruck in mmHg angezeigt.

Messfehler

Wie eingangs erwähnt sind hinreichende Kenntnisse über das normale Aussehen einer arteriellen Blutdruckkurve, ihren möglichen Abweichungen und eventuellen Ursachen von besonderer Bedeutung für die sichere Überwachung der anvertrauten Patienten. ▶ Tab. 9.1 erschließt die häufigsten Messfehler, ihre Ursachen und Handlungsschritte.

Um ein sicheres Monitoring und die Sicherheit des Patienten zu gewährleisten, sollte der Patient und das gesamte Messsystem mindestens einmal pro Schicht geprüft werden. Kontrollieren Sie

- die Durchblutung der punktierten Extremität,
- die sichere Fixierung des Katheters und den Verband (s. Verbandwechsel, Kap. 15.3.6),
- das System bzgl. fester Anschlüsse sowie Luftblasen und Blutgerinnsel,
- die Etikettierung des intraarteriellen Zugangs zur Vermeidung versehentlicher Injektionen (ggf. auch rote In-Stopfen verwenden),
- die korrekte Platzierung des Druckwandlers (Referenzpunkt),
- die Menge an Spülflüssigkeit und den Druck auf der Manschette und
- führen Sie einen Null-Abgleich durch.

Versehentliche intraarterielle Injektion

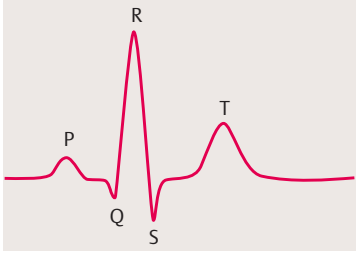
Sollte es einmal zu einer unbeabsichtigten Fehlinjektion gekommen sein, ist ein rasches Handeln erforderlich, da je nach pH-Wert des injizierten Medikamentes neben einer starken Minderperfusion eine Nekrose bis hin zur Amputation droht. Demnach wird der Patient starke Schmerzen haben und eine Tachykardie sowie unter Spontanatmung eine Tachypnoe entwickeln. Was ist zu tun? Nun ist ärztliches und pflegerisches Personal parallel gefragt:

- Kanüle liegen lassen.
- Verdünnungseffekt herbeiführen durch Spülung mit Nacl 0,9 %.
- Thrombolyse anbahnen mit 5 000 I.E. Heparin.
- Analgesie durchführen:
  - Lokalanästhetika injizieren (z. B. 5 ml Scandicain 1–2 %).
  - Analgetikum i. v. applizieren.
  - Eventuell Plexusanästhesie durch Anästhesisten durchführen.

9.1.3 Elektrokardiografie (EKG)

Zur Detektion von Herzrhythmusstörungen gehört das EKG im Rahmen der kontinuierlichen Monitorüberwachung seit Langem zum Standard. Darüber hinaus kann das EKG als intermittierendes grafisches Verfahren mit Papierausdruck genutzt werden, um differenzierte Aussagen treffen zu können. Dazu gehören Aussagen bzgl.

- Grundrhythmus,
- Herzfrequenz,
- Erregungsausbreitung und Erregungsrückbildungsstörungen (Ischämie- / Infarktzeichen),
- Extrasystolie und lebensbedrohliche Herzrhythmusstörungen,
- RR-Abstände (regelmäßige oder unregelmäßige Abstände?) und
- Herzlage.



P = Ausdruck der Vorhoferregung
QRS = Ausdruck der Kammererregungsausbreitung
T = Ausdruck der Erregungsrückbildung (Repolarisation)

Abb. 9.7 Normale EKG-Kurve und deren Bedeutung.

Durch Platzierung von 3-, 5- oder 12-poligen Elektroden auf der Körperoberfläche werden elektrische Erregungen des Herzens abgeleitet. Je nach Monitortyp kann ggf. auch eine ST-Strecken-Überwachung und Arrhythmieanalyse eingesetzt werden.

Eine typische, normale EKG-Kurve besteht aus Wellen, Zacken und Strecken, die durch Buchstaben gekennzeichnet sind (▶ Abb. 9.7).

Ableitungen

Um das Herz in allen Ebenen vollständig elektrisch erfassen und beurteilen zu können, werden mehrere Orte zur Ableitung eingesetzt. Dazu werden primär 6 Extremitäten- sowie 6 Brustwandableitungen genutzt.

Tab. 9.1 Mögliche Störungen des arteriellen Druckmesssystems.

Ereignis	Ursachen	Maßnahmen
keine Kurve auf dem Monitor	• Messsystem unterbrochen, nicht mit Monitor gekoppelt	• Leitungen kontrollieren
	• Dreiwegehahn geschlossen	• Stellung überprüfen
	• Transducer defekt	• Transducer austauschen
Nullabgleich nicht möglich	• Dreiwegehahn in falsche Richtung gestellt	• Dreiwegehahn kontrollieren
	• Transducer, Monitorkabel oder Monitor defekt	• überprüfen und ggf. austauschen
Kanüle thrombosiert	• kein ausreichender Druck von Spüllösung	• Druck in Manschette erhöhen
Blutdruck wird zu hoch angezeigt	• Transducer falsch niedrig platziert	• wieder in Herzhöhe bringen, erneuter Nullabgleich
Blutdruck wird zu niedrig angezeigt	• Transducer falsch hoch platziert	• wieder in Herzhöhe bringen, erneuter Nullabgleich
Schleuderzacken in Kurve: systolischer Bludruck wird zu hoch angezeigt	• zu lange Leitung	• Austausch der Leitung mit maximaler Länge von 180 cm
gedämpfte Kurve: systolischer Blutdruck wird zu niedrig, diastolischer Blutdruck zu hoch angezeigt	• Luftblasen oder Blutgerinnsel im System	• Luftblasen/Blutgerinnsel herausspülen

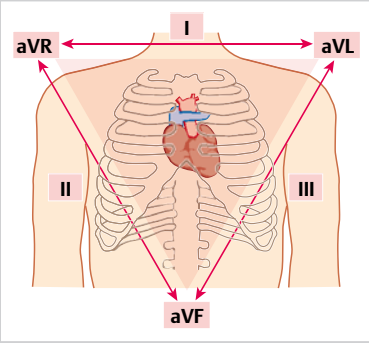


Abb. 9.8 Extremitätenableitung nach Einthoven und Goldberger.

Extremitätenableitungen (nach Einthoven und Goldberger)

Diese Ableitungen dienen der Darstellung von Potenzialänderungen in der Frontalebene, wozu 6 Ableitungsorte genutzt werden (▶ Abb. 9.8). Dabei entsprechen die Orte

- I, II und III den Ableitungen nach **Einthoven** und bedeuten
  - I: zwischen rechtem und linkem Arm (RA-LA)
  - II: zwischen rechtem Arm und linkem Bein (RA-LF)
  - III: zwischen linkem Arm und linkem Bein (LA-LF)
- aVR, aVL und aVF den Ableitungen nach **Goldberger** und bedeuten
  - aV = augmentierte Voltage, Spannung
  - R und L, = Ableitorte rechter und linker Arm
  - aVF = Ableitort Fuß

Dabei informieren

- aVL, I und II über das linke Herz
- aVR über den rechten Vorhof
- aVF und III über die Herzunterseite

Brustwandableitungen (nach Wilson)

Diese Ableitungsart nach Wilson dient zur Darstellung von Potenzialänderungen in der Horizontalebene, sodass auch Nahpotenziale erfasst werden, die bei der Extremitätenableitung nicht zu registrieren sind. Dabei werden 6 Ableitorte (V1 bis V6) von rechts parasternal nach links bis zur Axillarlinie gewählt. Die einzelnen Positionen sind:

- V_1: 4. Intercostalraum (ICR) am rechten Rand des Sternums
- V_2: 4. ICR am linken Rand des Sternums
- V_3: zwischen V_2 und V_4 auf der 5.Rippe
- V_4: Schnittpunkt des 5. ICR mit der linken Medioclavicularlinie (Linie, die senkrecht durch die Mitte des Schlüsselbeins verläuft)
- V_5: gleiche Höhe wie V_4, auf der vorderen Axillarlinie (VAL = senkrechte Linie, die durch den höchsten Punkt der vorderen Achselfalte verläuft)
- V_6: gleiche Höhe wie V_4, auf der mittleren Axillarlinie (MAL = senkrechte Linie, die durch den höchsten Punkt der Achselhöhle verläuft)

Zusätzlich können 3 weitere, posteriore Ableitungen angelegt werden, wie es z. B. bei einem Myokardinfarkt notwendig ist. Sie werden fortlaufend nummeriert mit V7-V9. Ihre Platzierung:

- V_7: auf der hinteren Axillarlinie (HAL = Linie, die durch den höchsten Punkt der *hinteren* Achselfalte verläuft)
- V_8: auf der Skapularlinie (Linie, die senkrecht durch den unteren Winkel der Scapula [Schulterblatt] verläuft)
- V_9: auf der Paravertebrallinie (Linie, die senkrecht durch Querfortsätze der Wirbelsäule verläuft)

Weitere Ableitungen

Darüber hinaus stehen sog. Rechtsherzableitungen und hohe Brustwandableitungen zur Verfügung. Die Rechtsherzableitung ist eine spiegelbildliche Version zur Wilsonableitung, mit der man versucht, einen Rechtsherzinfarkt zu ermitteln. Mit den zusätzlichen Brustwandableitungen eruiert man einen hochlateralen Herzinfarkt.

EKG schreiben und auswerten

Wichtig für die Ableitung der Ströme ist ein guter Kontakt zwischen den anzulegenden Elektroden und der Haut. Die ausreichend mit Kontaktgel versehenen Elektroden werden an beiden Hand- und Fußgelenken z. B. mit Bändern und auf der linken Brustseite mittels Saugnäpfen oder Klebeplättchen fixiert. Gegebenenfalls muss vorher eine Teilrasur erfolgen, damit die Elektroden ausreichenden Halt haben. Moderne Geräte liefern teils schon fertige Analysen, jedoch ist eine fachärztliche Analyse unabdingbar. Für postoperative Patienten sowie für Patienten mit akutem Myokardinfarkt wird für den Verlauf der Behandlung 1-mal täglich ein 12-Kanal-EKG bei empfohlen.

EKG am Überwachungsmonitor

Nach den Empfehlungen in den S 3-Leitlinien der AWMF (Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e. V.) zum hämodynamischen Monitoring (Carl et al. 2010, AWMF-Register-Nr. 001/016) sollen bei der Überwachung des Patienten mit Monitor die Ableitungen V5 und I bzw. II genutzt werden, sodass die Herzvorderwand als auch untere Herzanteile gleichzeitig erfasst werden können.

Eine besondere Bedeutung kommt der Überwachung von ST-Strecke und T-Welle bei Patienten mit kardialen Vorerkrankungen zu, da myokardiale Ischämien noch vor Einsetzen von hämodynamischen Folgen erkannt werden können. Das gilt insbesondere für kardiochirurgisch versorgte Patienten mit aortokoronaren Bypässen (ACB) oder bei kardiologisch versorgten Patienten nach perkutaner transluminaler Koronarangiografie (PTCA) und ggf. Stent (Einsatz einer Gefäßstütze).

Bei allen Patienten auf der Intensivstation sollten die zur Verfügung stehenden Möglichkeiten der Arrhythmie-Überwachung und Pacer-Erkennung genutzt werden. Bei der Überwachung von Patienten mit einem Pacer (Herzschrittmacher) können sog. Spikes detektiert werden. Damit können Fehlinformationen und Fehlalarme vermieden werden.

9.1.4 Zentraler Venendruck (ZVD)

Der zentralvenöse Druck ist der über einen zentralvenösen Katheter (ZVK) in der V. cava superior gemessene Druck und liefert Informationen bzgl. Venentonus, Rechtsherzfunktion (rechtsventrikuläre enddiastolisches Volumen) und intravasalem Flüssigkeitsvolumen. Er unterliegt auch dem Einfluss des intrathorakalen Druckes.

▶ **Aussagekraft.** Aufgrund mehrerer Studien hat der ZVD als Messgröße heute nicht mehr die Aussagekraft, sodass auf zahlreichen Intensivstationen zumeist auf die Messung verzichtet wird. Begründet wird das u. a. damit, dass ein durch Volumengabe bedingter Anstieg des Herzindex nicht mittels ZVD zu beweisen und er damit als Parameter für den Volumenstatus ungeeignet sei (Lichtwarck-Aschoff 1992). Dazu wurde verdeutlicht, dass die Druck-Volumen-Beziehung nicht linear und damit sehr variabel sei, sodass nicht von enddiastolischen Drücken auf die Füllung der Ventrikel geschlossen werden könne. Parallel wird der ZVD gegen den Barometerdruck gemessen und spiegelt damit nicht den rechtsventrikulären Füllungsdruck wieder. Hinzu kommt, dass diverse Einflussgrößen wie u. a. Lage des Katheters und Beatmung sowie intrinsische Drücke für starke Schwankungen sorgen, sodass der ZVD zur Abschätzung der kardialen Vorlast nicht geeignet ist (Weyland u. Grüne 2009).

Messmethoden

Auch wenn der ZVD als indirekter Indikator für die rechtsventrikuläre Füllung nicht in Frage kommt, können im Verlauf doch wertvolle Informationen über den Volumenstatus und die rechtsventrikuläre Vorlast ermittelt werden. Insofern stehen für die Messung des zentralvenösen Druckes 2 Messmethoden zur Verfügung:

- über Wassersäule oder
- mittels eines Transducers bei einer elektrischen Messung.

Der Referenzpunkt (Nullpunkt) liegt auch in Höhe des rechten Vorhofes (hydrostatische Indifferenzpunkt). Der Normwert liegt zwischen 1 und 10 mmHg. Dabei entspricht 1 mmHg 1,36 cm Wassersäule (H_2O). Wird die Messung mittels Wassersäule ermittelt, beträgt der Umrechnungsfaktor für mmHg 0,74. Damit lassen sich bei angenommenen Fehlmessungen Vergleiche anstellen.

Elektronische Messung des ZVD

Die ZVD-Messung ist das auf Intensivstationen meist anzutreffende Verfahren. Benötigt wird dazu:

- Messsystem mit druckstabilen Schläuchen
- Druckmanschette
- 0,9 %ige Kochsalzlösung im Beutel
- Transducer (Druckwandler)
- Monitor mit Druckmessvorrichtung

Das Messsystem wird wie bei der arteriellen Druckmessung luftleer mit Kochsalzlösung (nach Standard der Klinik ggf. heparinisiert) gefüllt und im Druckbeutel eingespannt am Infusionsständer befestigt. Parallel wird der Druckdom in einer Halterung am Patientenbett in Höhe des ermittelten Referenzpunktes fixiert. Nachdem das Messsystem über ein Kabel mit dem Monitor verbunden worden ist, wird am Monitor der Messort „ZVD“ angewählt und der Nullabgleich durchgeführt. Dazu wird wieder der Dreiwegehahn am Druckwandler zur Atmosphäre hin geöffnet und am Monitor die Nulltaste gedrückt.

Nach Anschluss des Messsystems am ZVK wird der Patient flach gelagert und der Dreiwegehahn am ZVK in Richtung Transducer gestellt. Auf dem Display des Monitors erscheinen eine ZVD-Kurve (▸ Abb. 9.9) und ein in mmHg angegebener ZVD-Wert.

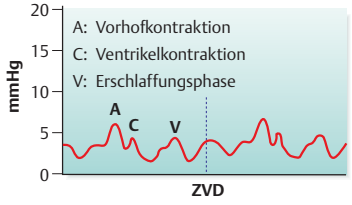


Abb. 9.9 Normale ZVD-Kurve.

Merke

Der Wert allein reicht nicht aus. Es muss immer eine ZVD-Kurve zu sehen sein, die sicherstellt, dass tatsächlich der ZVD gemessen wird. Ist der Katheter z. B. verrutscht, ergibt die Messung falsche Werte, die nur auffallen können, wenn man dazu eine Kurve sieht.

Messung über Wassersäule

Hier wird ein dreilumiges Messsystem genutzt, wobei alle Leitungen mit einem Dreiwegehahn verbunden sind. Das Überleitsystem wird mit der Infusionsflasche konnektiert, der Messschenkel in das Venotonometer gespannt und das komplette System nach Aufhängen der Kochsalzflasche mit der Lösung gefüllt. Am Venotonometer befindet sich die Messskala mit Pfeil, der in Höhe des Referenzpunktes anstelle des Druckdoms platziert wird. Dieser kann mit Hilfe einer sog. Thoraxschublehre bestimmt werden (▸ Abb. 9.10).

Vor der Messung werden alle Infusionen, v. a. druckgesteuerte, wenn möglich gestoppt, damit es nicht zu Bolusinjektionen kommen kann. Danach wird das angeschlossene Messsystem durch Öffnen des Dreiwegehahns freigegeben. Zunächst werden einige Milliliter Kochsalzlösung aus dem Infusionsbehälter in den ZVK gespült, sodass der ZVK frei durchgängig ist (Verklebungen durch Glukose und andere Lösungen möglich). Mit dem Umstellen des Dreiwegehahns in Richtung des Venotonometers fließt jetzt die Kochsalzlösung aus dem Messschenkel in den Patienten. Dabei senkt sich die Wassersäule atemsynchron bis zum Erreichen des tatsächlichen Wertes, der jetzt abgelesen und dokumentiert werden kann. Bei atemsynchronen Bewegungen des Flüssigkeitsspiegels können Schwankungen so groß sein, dass ein Mittelwert angenommen und als ZVD notiert werden muss.

Merke

Da der intrathorakale Druck Einfluss auf den ZVD hat, muss darauf geachtet werden, dass bei einem beatmeten Patienten die Werte Pmax und PEEP berücksichtigt und dokumentiert werden.

▸ **Abweichungen vom Normwert.** Ein reduzierter ZVD kann auf eine Hypovolämie hindeuten. Erhöhte Werte können dagegen zurückzuführen sein auf eine Hypervolämie, eine Rechtsherzinsuffizienz, eine Herzbeuteltamponade, einen Spannungspneumothorax oder auf eine Lungenembolie. Aber auch erhöhte intraabdominale Drücke können Einfluss nehmen auf den ZVD und für eine Erhöhung sorgen (z. B. bei Bauchtrauma oder Schwangerschaft)

Für das Monitoring mittels ZVD-Messung ist ein zentralvenöser Katheter erforderlich, der zumeist als Multilumenkatheter zum Einsatz kommt. Als Punktionsorte stehen zur Verfügung

- Vena jugularis interna und externa
- Vena subclavia

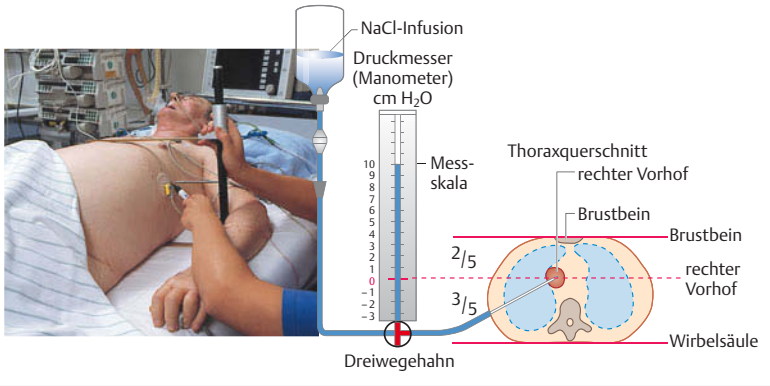


Abb. 9.10 Messung des zentralen Venendrucks. Links: Der Referenzpunkt wird mittels Thoraxschublehre ermittelt. Rechts: Die Messlatte stimmt mit dem Nullpunkt und dem ermittelten Referenzpunkt überein. Das Messsystem ist mit dem ZVK verbunden, die Skala zeigt einen ZVD von 10 cm Wassersäule (D. Stolecki).

- Vena basilica und Vena cephalica
- Vena femoralis
- Vena anonyma
- Vena saphena magna.

Zum Verbandwechsel siehe Kap. „Prävention früher postoperativer Wundinfektionen“ (S. 380).

9.1.5 Pulmonalarterienkatheter (PAK)

Die amerikanischen Kardiologen Swan und Ganz führten 1967 einen sog. Pulmonalarterienkatheter (PAK), ein, der gleichsam auch unter der Bezeichnung als Swan-Ganz-, Balloneinschwemm- oder Linksherzkatheter zu finden ist. Mit diesem zur Diagnostik zur Verfügung stehenden Katheter ist es möglich, die Füllungsdrucke des linken Herzens zu ermitteln und damit eine Aussage zur Funktion des linken Herzens zu treffen. Parallel können mit diesem Katheter das Herzzeitvolumen (HZV), der ZVD, die Körperkerntemperatur, zentralvenöse und gemischt-venöse Blutgasanalysen ermittelt werden. Damit bietet dieser Katheter einige Möglichkeiten in der Behandlung kritisch erkrankter Menschen. Aufgrund der hohen Invasivität und damit einhergehenden möglichen Problemen sowie bislang nicht wissenschaftlich belegter Vorteile in der Behandlung von kritisch Kranken wird der PAK inzwischen zurückhaltend eingesetzt, was auch mit der Entwicklung anderer Messsysteme zu tun hat.

Aufbau des Katheters

Bei dem Swan-Ganz-Katheter handelt es sich zumeist um einen vierlumigen Katheter, wobei 2 Lumina der Ermittlung von Druckwerte dienen (▶ Abb. 9.11). Die einzelnen Anschlüsse haben folgende Funktionen:

- Der **distale Schenkel** verbindet den Transducer mit der distalen Öffnung in der Katheterspitze, über den die Pulmonalarteriendrücke (PAP = pulmonal arterial presssure) als systolische, diastolische und als Mitteldruck gemessen werden.
- Der **proximale Schenkel** ist vorgesehen für die ZVD-Messung und die Injektion von kalter Lösung zur Bestimmung des HZVs nach der Thermodilutionsmethode (Kälteverdünnungsmethode).
- Die proximale Öffnung befindet sich 30 cm vor der distalen Öffnung des Katheters. Der proximale Schenkel wird ebenfalls kombiniert mit einem Druckaufnehmer.
- Die **Ballonzuleitung** dient zur Füllung des am Ende des Katheters befindlichen Ballons. Nach Blockung des Ballons wird der sog. Lungenkapillarverschlussdruck (pulmonal capillary wedge pressure, PCWP) über das **distale** Ende gemessen.
- Die **Thermistorverbindung** annektiert den HZV-Computer zur Messung des Herzzeitvolumens.

Darüber hinaus stehen andere Modelle zur Verfügung, mit denen einerseits über eine Fiberoptik die gemischt-venöse Sauerstoffsättigung (SvO_2) gemessen werden kann. Die Pulmonalarterie enthält als einziges Gefäß venöses Blut aus dem gesamten Körper und dient damit der Früherkennung einer Gewebehypoxie.

Weitere Modelle verfügen über die Möglichkeit einer kontinuierlichen Messung des Herzzeitvolumens oder der rechtsventrikulären Ejektionsfraktion.

Indikationen

Dazu gehören:

1. **Steuerung der Therapie:**
- bei Low-cardiac-Output-Syndrom (Pumpversagen des Herzens mit HZV-Reduktion) u. a. bei
  - Schock
  - Sepsis mit instabiler Herz-Kreislauf-Funktion
  - schwerem Polytrauma
- bei ARDS (akutem Lungenversagen)
- bei pulmonaler Hypertonie
- durch Messung des HZV

1. **Perioperative Überwachung bei kardialer Risikoanamnese.**

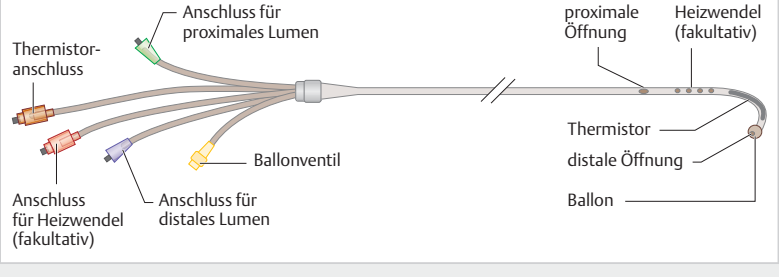


Abb. 9.11 Pulmonalarterienkatheter. Der Pulmonalarterienkatheter wird meist als 4-lumiger Katheter eingesetzt und weist an der Außenseite im Abstand von 10 cm Längenmarkierungen auf.

Anlage des PAK

▶ **Benötigtes Material.** Zur Anlage eines PAK ist folgendes Material vorzubereiten:

- Handschuhe und Abdecktuch sowie Lochtuch
- Kompressen, Tupfer, Desinfektionsmittel
- 2 Dreiwegehähne
- Spritzen (2, 5 und 10 ml)
- Pulmonalarterienkatheter
- **P**ulmonalarterienkatheter**e**inführungs-**b**esteck (PEB = Schleuse)
- Skalpell, Nadelhalter und Nahtmaterial
- Monitor, Defibrillator und Pacer
- Notfallmedikamente, Lokalanästhetikum
- Kochsalz zur Füllung der Katheterlumen
- Messsystem mit 2 Druckaufnehmern

▶ **Durchführung.** Vor der Katheteranlage werden die Alarme sowie der QRS-Ton des EKGs am Überwachungsmonitor auf laut gestellt, da es sich hier um eine invasive Maßnahme mit der Möglichkeit zahlreicher Komplikationen handelt. Aus diesem Grund stehen auch Notfallmedikamente, Defibrillator und Pacer griffbereit zur Verfügung.

Der PAK wird zumeist über die V. jugularis interna rechts gelegt, seltener über rechte oder linke V. subclavia. Alle steril angereichten Materialien sind vom Arzt soweit vorbereitet. Alle Lumen werden mit Kochsalz gefüllt, mit je einem Dreiwegehahn verschlossen und mit einer sterilen Schutzhülle versehen, sodass später eine Positionsänderung des Katheters unter sterilen Kautelen möglich ist.

- Nun wird der distale Schenkel mit einem Druckaufnehmer verbunden und ein Nullabgleich durchgeführt.
- Anschließend wird der Katheter unter permanenter Druckkontrolle über die Schleuse vorgeschoben.
- Bei Erreichen der V. cava superior wird 1 ml Luft in den Ballon injiziert.
- Damit wird der Katheter über den rechten Vorhof durch die Trikuspidalklappe in den rechten Ventrikel eingeschwemmt. Während dieses Vorgangs werden ZVD und rechter Ventrikeldruck gemessen und dokumentiert.
- Über die Pulmonalklappe wird der PAK in die A. pulmonalis eingeschwemmt und der Ballon entblockt.
- Nun wird der 2. Druckaufnehmer mit dem proximalen Schenkel zur permanenten ZVD-Messung verbunden.

Bei sachgerechtem Verlauf zeigen sich auf dem Monitor folgende Bilder des Druckkurvenverlaufs (▶ Abb. 9.12): Bei Erreichen der V. cava superior erscheint zunächst eine ZVD-Kurve (RA = rechter Vorhof, right atrial). Mit Erreichen des rechten Ventrikels (RV) zeigt das Display eine pulsierende Druckkurve. Mit der Ankunft

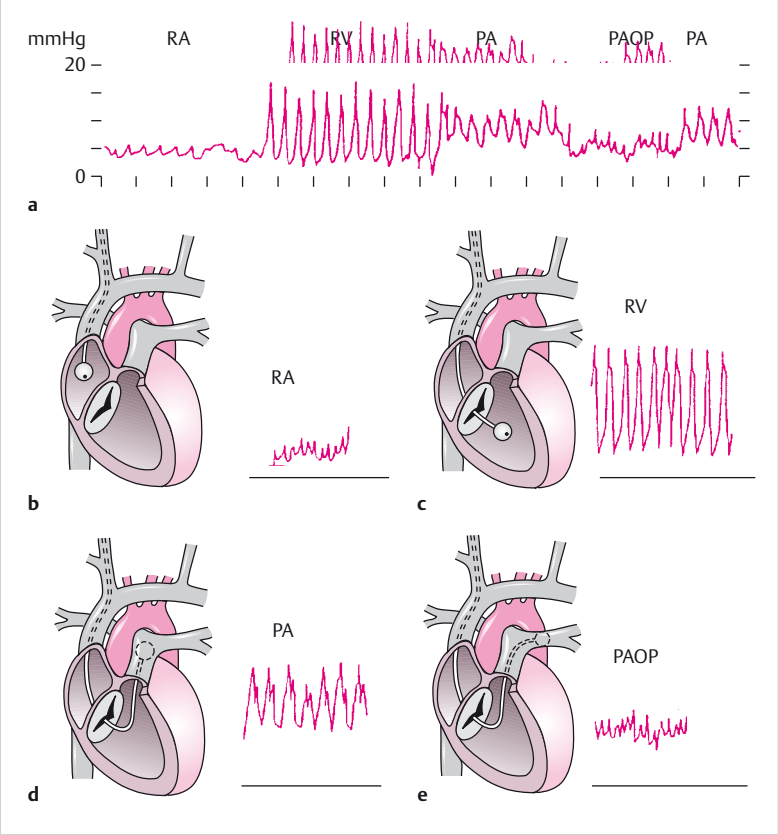


Abb. 9.12 Druckkurvenformen während der Passage. (van Aken et al. 2014)

in der Pulmonalarterie (PA) steigt der diastolische Wert deutlich an, sodass der erreichte Ort gut zu differenzieren ist.

► **Lungenkapillarverschlussdruck.** Der Lungenkapillarverschlussdruck (pulmonary wedge pressure, PCWP oder pulmonalarterieller Okklusionsdruck, PAOP) wird gemessen, wenn der mit Luft gefüllte Ballon mittels Blutstrom in eine Lungenarterie eingeschwemmt wird, sodass dort kein Blut mehr vorbeiströmen kann. Dieser Druck entspricht bei einem gesunden Herzen etwa dem Druck im linken Vorhof und dem linksventrikulären enddiastolischen Druck.

Der Ballon muss unmittelbar nach Messung des PCWPs wieder entblockt werden, damit es nicht zu einem Infarkt des von der Blutversorgung unterbrochenen Gebietes kommt.

Merke

Sollte bei einem auf der Intensivstation versorgten Patienten ohne geplante Messung eine PAOP-Kurve auf dem Monitor zu sehen sein, muss der Katheter sofort aus der Wedgeposition genommen werden. Arzt informieren, Katheter zurückziehen oder/und entblocken!

► **Messwerte.** Messbare Normalwerte der Pulmonalarteriendrücke sind:

- systolisch 15–30 mmHg
- diastolisch 5–12 mmHg
- Mitteldruck 10–22 mmHg
- PCWP 5–15 mmHg
- Sättigung
  - gemischtvenöse Sauerstoffsättigung (SvO_2) 75 %
  - zentralvenöse Sättigung ($ScvO_2$) 70 %

Messung des Herzzeitvolumens (HZV, CO)

Für die Ermittlung des Herzzeitvolumens (HZV) oder Cardiac Outputs (CO) steht die Thermodilutionsmethode (Kälteverdünnungsmethode) zur Verfügung. Dabei wird eine kalte Lösung in das Blutkreislaufsystem injiziert und zwischen pulmonalarterieller (Swan-Ganz-Katheter) und transkardiopulmonaler (PiCCO-Monitor-System) Thermodilution unterschieden.

Für den systemischen Blutfluss ist die Auswurfleistung des Herzens (Pumpfunktion) verantwortlich.

Definition

Das **Herzzeitvolumen** stellt die pro Zeiteinheit ausgeworfene Blutmenge dar und ist Ausdruck der Leistungsfähigkeit des Herzens. Es wird i. d. R. als **Herzminutenvolumen (HMV)** aus dem Produkt von Schlagvolumen und Herzfrequenz berechnet und beträgt in Ruhe 4,5–5 l/min.

Die pro Herzschlag von der Herzkammer ausgeworfene Blutmenge bezeichnet man als **ventrikuläres Schlagvolumen (SV)** und wird aus der Differenz zwischen dem enddiastolischen und endsystolischen Ventrikelvolumen (EDV, ESV) berechnet: SV = EDV – ESV.

Im Normalfall liegt das EDV bei 120 ml, das ESV bei 50 ml, womit sich eine Differenz von 70 ml für das SV ergibt. Da rechter und linker Ventrikel synchron schlagen, befördern sie mit jedem Schlag auch das gleiche Volumen. Das Schlagvolumen ist wiederum abhängig von der Vorlast, der Nachlast und der Kontraktilität.

Um das HZV zu ermitteln, wird der PAK mit dem Anschluss des Thermistors mit einem Druckmesssystem am Monitor verbunden. Mittels der Thermodilutionsmethode kann nun das HZV bestimmt werden. Nach der Kalibrierung des Gerätes werden 10 ml kalte Lösung in den proximalen Schenkel des Katheters injiziert, wonach diese Lösung am Temperaturfühler vorbeiströmt. Aufgrund des Temperaturgradienten wird das HZV ermittelt.

► **Bestimmung des Herzindex.** Eine genauere Abschätzung der Herzfunktion liefert die Bestimmung des sog. Herzindex (HI = CI = Cardiac Index), welcher die unterschiedlichen Körpermaße berücksichtigt. Hierbei wird das HMV auf die Körperoberfläche (KOF) bezogen und beträgt beim Erwachsenen 1,5–2 m^2. Mittels dieser 3 eng im Zusammenhang stehenden hämodynamischen Größen wird die Pumpleistung des Herzens gut erfasst, womit sie eine Basis für die differenzierte Behandlung von intensivpflichtigen Patienten darstellt.

Komplikationen bei PAK

Dazu gehören

- **Arrhythmien**, die bereits beim Legen auftreten können oder durch Manipulationen (z. B. Lagern des Patienten entstehen;
- **Lungeninfarkt** als Folge einer zu langen Wedgeposition oder durch Wanderung bei Manipulationen (strikte Monitorüberwachung der Druckkurve erforderlich); strikte Alarmgrenzen für PCWP einstellen;

- **Ballonruptur**, die durch Blocken des Ballons oder durch Materialfehler zustande kommt und aufgrund des geringen Luftvolumens von 1–2,5 ml als harmlos gilt;
- **Ruptur der Pulmonalarterie,** die durch Wandern des Katheters in einen kleinen Ast der Pulmonalarterie oder durch Blocken des Ballons entstehen kann. Sie stellt eine letale Bedrohung dar. Zeichen einer solchen Ruptur ist das plötzliche Auftreten von blutrotem Schaum im Tubus bzw. den äußeren Atmungsorganen bei nicht Intubierten;
- **Schädigung von Herzklappen,** die eher selten sind und oft unentdeckt bleiben;
- **Knotenbildung,** die durch mehrfaches Vor- und Zurückziehen entstehen kann. Beim Entfernen gilt besondere Vorsicht, notfalls ist eine chirurgische Intervention erforderlich. CAVE bei einer bereits liegenden Schrittmachersonde, wo eine Knotenbildung schnell eintreten kann;
- **Infektionen.** Sie können wie bei einem ZVK entstehen und eine katheterassoziierte Bakteriämie (S. 379) auslösen. Von daher gilt Sterilität im Umgang mit dem Katheter als höchstes Gebot. Verbandwechsel erfolgen nur unter sterilen Kautelen. Siehe Kap. „Prävention nosokomialer Infektionen" (S. 364).
- **Thromboembolien** tauchen eher nicht auf.

9.1.6 Pulskonturanalyse

Anstelle eines PAK kann auch ein sog. PICCO-Katheter genutzt werden. Das System arbeitet einerseits mit der transpulmonalen Thermodilutionsmethode und andererseits mit der Pulskonturtechnik, durch die unterschiedliche Messwerte kontinuierlich dargestellt werden können.

Anwendung

Dazu erhält der Patient einen speziellen arteriellen PICCO-Katheter und – falls noch nicht gelegt – einen ZVK. Als arterieller Zugang sollte möglichst nur eine großlumige Arterie wie die A. femoralis (bevorzugter Punktionsort) dienen. Parallel zum Überwachungsmonitor wird ein zweiter Monitor benötigt, der mit dem entsprechenden Kabel des Systems verbunden wird. Das Druckmesssystem mit Transducer wird wie jedes andere arterielle Blutdruckmesssystem vorbereitet und mit dem distalen Lumen des ZVK verbunden (▶ Abb. 9.13). Danach wird die korrekte Spülung des arteriellen Systems kontrolliert, sodass eine Thrombosierung des Katheterlumens verhindert wird.

▶ **Nullabgleich.** Nach Aktivierung des Monitors werden notwendige Patientendaten (Gewicht/Größe) eingegeben. Die

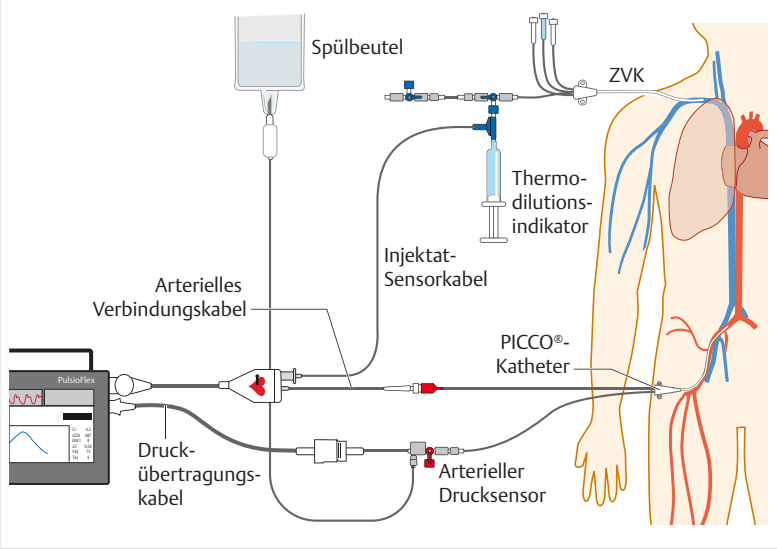


Abb. 9.13 Schematische Darstellung des PiCCO plus Aufbaus.

Art des Katheters sowie die jeweilige Menge und Temperatur des Injektats werden automatisch erfasst. Nun erfolgt auf Referenzhöhe (hydrostatische Indifferenzpunkt) zunächst der Nullabgleich am PICCO-Monitor, dann am Überwachungsmonitor. Zur weiteren Kalibrierung erfolgt eine Probemessung.

Zur Messung des HZV wird wie beim PAK ein definiertes kaltes Injektat (sog. Indikator) zentralvenös appliziert und über einen Thermistor am Injektionsort registriert. Mittels eines zweiten Thermistors an der Spitze des Katheters wird der Temperaturverlauf des Blutes nach Injektion gemessen, sodass mit Verwendung der sog. *Stewart-Hamilton-Formel* das HZV und der Herzindex bestimmt werden.

Das System liefert neben den arteriellen Blutdruckwerten und HZV noch nachfolgende weitere Parameter:

- Über die Thermodilution
  - das globale enddiastolische Volumen (GEDB).
  - das intrathorakale Blutvolumen (ITBV).
  - das extrathorakale Lungenwasser (EVLW).
  - den pulmonalvaskulären Permeabilitätsindex (PVPI).
- Über die Pulskonturanalyse
  - die Herzfrequenz,
  - das Schlagvolumen und
  - den systemischen vaskulären Widerstand.

Bedeutung der Werte

Da die Vorlast des Herzens gemäß dem Frank-Starling-Mechanismus (S. 481) abhängig ist von einem entsprechenden intravasalen Volumen, stellt das globale enddiastolische Volumen eine wesentliche Größe für die Therapie dar.

▶ **Globales enddiastolisches Volumen (GEDV).** Das GEDV entspricht dem gesamten Vorlastvolumen des Herzens und wird gebildet aus der Summe der gesamten enddiastolischen Volumina der Vorhöfe und Ventrikel. Über diesen Wert lässt sich also erkennen, ob für die weitere Steuerung der Therapie zur Steigerung des HZV eine zusätzliche Volumengabe erforderlich ist. Umgekehrt kann bei einer Hypervolämie die Oxygenierung nachteilig, z. B. durch Lungenödem, beeinträchtigt werden. Damit steht ein zuverlässiger Parameter für die kardiale Vorlast zur Verfügung.

▶ **Intrathorakales Blutvolumen (ITBV) .** Das intrathorakale Blutvolumen entspricht der Summe des gesamten enddiastolischen Blutvolumens und dem in der Lungenstrombahn befindlichen Blutes und gilt ebenso als kardiale Vorlastgröße. Da die Parameter GEDV und ITBV in einer linearen Beziehung stehen, sind auch die Höhe der Vorlast, der Wassergehalt der Lunge und die Volumenreagibilität unmittelbar miteinander verknüpft. Wegen der begrenzten Compliance des Thorax (Dehnbarkeit) limitieren sich auch die Füllung der Herzkammern (globales enddiastolisches Volumen, GEDV), das extravaskuläre Lungenwasser (EVLW) sowie das intrathorakale Tidalvolumen und gegebener PEEP. Das bedeutet, dass eine Erhöhung des Tidalvolumens automatisch eine Reduktion des Blutvolumens im Thorax bewirkt und damit die Vorlast sinkt.

Tab. 9.2 Normwerte des hämodynamischen Monitorings.

Parameter	Abkürzung	Normalwert
rechtsatrialer Druck	RAP	Mitteldruck 3; (0–6) mmHg
rechtsventrikulärer Druck	RVP	15–30 syst., 0–8 diast. mmHg
Herzzeitvolumen	HZV	3–7 l/min
Herzindex	HI	3–4,2 l/min/m²
Schlagvolumen	SV	60–90 ml/Schlag
Schlagvolumenindex	SVI	40–60 ml/m²
globale Ejektionsfraktion	GEF	25–35 %
linksventrikuläre Ejektionsfraktion	LV-EF	55–70 > %
globales enddiastolisches Volumen	GEDV	680–800 ml/m²
intrathorakales Blutvolumen	ITBV	800–1000 ml/m²
extravaskulärer Lungenwasserindex	EVLWI	< 7,0 ml/kg
pulmonalvaskulärer Permeabilitätsindex	PVPI	< 1
kardialer Funktionsindex	CFI	4,5–6,5 1/min
systemischer vaskulärer Widerstandsindex	SVRI	1700–2400 dyn*s*cm-5*m²

▸ **Extravaskuläres Lungenwasser (EVLW).** Mittels dieses Werts kann die Flüssigkeitsmenge im durchbluteten Lungengewebe (interstitiell, intraalveolar und intrazellular) erfasst und im Rahmen der therapeutischen Überlegungen einbezogen werden, ob eine weitere Volumenapplikation noch von Vorteil ist oder eher zu einem Lungenödem führen wird.

▸ **Pulmonalvaskulärer Permeabilitätsindex (PVPI).** Mit diesem Wert ist man in der Lage, die Ursache eines Lungenödems zu eruieren, da ein hoher Permeabilitätsindex auf ein durch Entzündung hervorgerufenes kapillares Leck hinweist. Ist dieser Parameter normwertig, ist die Ursache eher ein kardiales Ödem. Damit erhält dieser Wert im Kontext der Differenzialtherapie eine hohe Bedeutung.

▸ **Systemisch vaskulärer Widerstandindex (SVRI).** Mit diesem Begriff wird der totale Gefäßwiderstand im gesamten systemischen Kreislauf bezeichnet. Zur Stabilisierung der Hämodynamik reicht es oft nicht aus, den Volumenhaushalt anzupassen, da die kardiale Kontraktilität und die Nachlast bestimmende Faktoren des Kreislaufs sind. Insofern muss zwischenzeitlich der vaskuläre Widerstand (SVR) zur Beurteilung der Wechselwirkung von Herzzeitvolumen und Gefäßwiderstand ermittelt werden.

Wesentliche Parameter der Herz-Kreislauf-Situation sind als Normwerte in ▸ Tab. 9.2 gelistet.

Bedeutung der Werte für pflegerische Interventionen

Unabhängig von den zahlreichen Einflüssen auf die medizinische Therapie können Pflegende die Messwerte auch zur Analyse von Pflegeproblemen nutzen.

Potenzielle vaskuläre Probleme in Form von peripherer Mangeldurchblutung lassen sich mit Hilfe des Gefäßwiderstandes einschätzen, sodass rechtzeitig Lagerungsmaßnahmen der Extremitäten und wärmende Interventionen berücksichtigt werden können. Auch bei vorgesehenen Maßnahmen der Thermoregulation kann dieser Parameter herangezogen werden, da bei einem hohen Widerstand davon auszugehen ist, dass durch Kälte der Gefäßwiderstand erhöht und die Mikrozirkulation reduziert wird.

Nicht selten kommt es vor, dass spezifische Lagerungs- oder Mobilisationsmaßnahmen bei Patienten unterbleiben, nur weil vorher Blutdruckschwankungen aufgetreten sind. Ob sie unmittelbar im Kontext stehen lässt sich mit Hilfe dieses kontinuierlichen Monitorings, speziell PICCO, anhand der ermittelten Werte Schlagvolumen und HZV eruieren. Denn auch nach einem lagerungsbedingten, dezenten Blutdruckabfall kann das HZV völlig ausreichend sein. Erst wenn keine Stabilisierung erfolgt, kann von einer Instabilität gesprochen werden.

Informationen über den Flüssigkeitshaushalt des Patienten informieren gleichzeitig über die potenzielle Beschaffenheit der Haut und Schleimhaut, sodass passgenaue Interventionen, z. B. in Form der Mundpflege, eingeleitet, Fragen der Bilanz erörtert und spezifische Maßnahmen zur Hautpflege durchgeführt werden können.

9.2 Kardiopulmonale Reanimation

Claudia Bieker

Seit dem Jahr 2000 werden regelmäßig alle 5 Jahre Aktualisierungen der Leitlinien zur kardiopulmonalen Reanimation von verschiedenen Gremien wie z. B. der American Heart Association (AHA) oder des European Resuscitation Council (ERC) veröffentlicht. Alle beziehen sich auf einen internationalen Konsens verschiedener Fachgesellschaften (International Liaison Committee on Resuscitation, ILCOR).

Diesem Kapitel liegen die in die deutsche Sprache übersetzten Leitlinien des ERC vom Oktober 2010 zugrunde. Die Übersetzung wurde durch den Deutschen Rat für Wiederbelebung e. V. (German Resuscitation Council, GRC) autorisiert und erschien im November 2010 in der Zeitschrift *Notfall und Rettungsmedizin* (Vol 13). Es ist zu erwarten, dass Ende 2015 eine erneute Überarbeitung publiziert wird.

Im Folgenden wird die kardiopulmonale Reanimation (CPR) bei Erwachsenen ab der Pubertät dargestellt, wie sie innerklinisch durchgeführt werden soll. Zur CPR von Neugeborenen, Säuglingen und Kindern bis zur Pubertät sei an dieser Stelle auf Kap. „Intensivmedizinische Versorgung von Säuglingen, Kindern und Jugendlichen“ (S. 596) verwiesen.

9.2.1 Akuter Kreislaufstillstand

Merke

Als akuter Kreislaufstillstand wird das plötzlich auftretende Versagen der Funktionen von Herz und Kreislauf bezeichnet. Durch die Unterbrechung der Blutzirkulation werden Organe nicht mehr mit Sauerstoff versorgt, was in kurzer Zeit zu einem Zelluntergang (biologischer Tod) führt. Nur in der Zeitspanne zwischen dem Eintreten eines Kreislaufstillstandes und dem biologischen Tod kann ein Mensch erfolgreich reanimiert werden. Diese Zeitspanne wird klinischer Tod genannt.

Häufigkeiten und Ursachen

Weltweit sind ischämische Herzerkrankungen die Haupttodesursache, in Deutschland sterben jährlich etwa 100 000 Menschen durch einen akuten Kreislaufstillstand.

Wie viele Patienten während eines Krankenhausaufenthalts reanimiert werden, ist schwer zu beziffern, eine Schätzung benennt 1–5 Patienten pro 1 000 Aufnahmen. Bei den meisten dieser Patienten lässt sich der Reanimation vorausgehend eine schleichende Verschlechterung (z. B. Hypotonie oder Hypoxämie), oft über Stunden oder Tage, anhand der Dokumentation nachweisen.

Ein Kreislaufstillstand kann durch primär kardiale (z. B. Myokardinfarkt, Rhyth-

musstörungen), sekundär kardiale (z. B. Medikamentenwirkung, Elektrounfall, traumatische Schädigung des Herzens), kardiozirkulatorische (z. B. Schock, Lungenembolie) sowie pulmonale Ursachen (z. B. Atemwegsverlegung, zentrale Atemdepression) verursacht werden. Einige dieser Ursachen sind potenziell reversibel und können während einer Reanimation kausal behandelt werden, wodurch sich die Erfolgsaussichten für das Überleben verbessern.

Die Überlebenskette

In der sog. Überlebenskette (▶ Abb. 9.14) werden 4 Bündel von lebensrettenden Sofortmaßnahmen anschaulich dargestellt, die in lebensbedrohlichen Notfallsituationen die Chancen auf das Überleben erhöhen. Die ersten 3 Maßnahmenbündel können sowohl von Laien außerklinisch als auch von professionellen Helfern innerklinisch angewandt werden. Das 4. Bündel ist allein der professionellen Versorgung im Krankenhaus vorbehalten.

▶ **Rasch erkennen und um Hilfe rufen, um den Kreislaufstillstand zu verhindern.** Im Krankenhaus hat das frühzeitige Erkennen eines drohenden Kreislaufstillstandes und die Einleitung einer effektiven Therapie z. B. durch ein medizinisches Notfallteam eine große Bedeutung. Um die Rate von innerklinischen Kreislaufstillständen zu senken, haben sich regelmäßige Schulungen des Personals sowie die systematische Überwachung kritisch kranker Patienten, das Einführen von Leitlinien, Protokollen und Frühwarnsystemen bewährt.
Im präklinischen Bereich sind betroffene Menschen abhängig von Ersthelfern, die in der Lage sind, eine kritische Situation korrekt einzuschätzen und schnell einen Notruf absetzen.

▶ **Frühe CPR, um Zeit zu gewinnen.** Sobald ein Kreislaufstillstand festgestellt wird, muss unverzüglich mit Thoraxkompressionen und Beatmung begonnen werden. Mit der kardiopulmonalen Reanimation soll in der Phase des klinischen Todes die Versorgung der Organe mit Sauerstoff aufrechterhalten oder wiederhergestellt werden, um den biologischen Tod zu verhindern.

Dabei wird unterschieden zwischen:

- **lebensrettenden Sofortmaßnahmen** (Basic Life Support, BLS) mit Einsatz eines AEDs (automatisierter externer Defibrillator)
- **erweiterten lebensrettenden Maßnahmen** (Advanced Life Support, ALS).

Außerklinisch und innerklinisch durchgeführte Reanimationen unterscheiden sich voneinander bedingt durch die Qualifikation der Helfer und durch die in einem Krankenhaus zur Verfügung stehenden Hilfsmittel. Aber auch innerhalb eines Krankenhauses differieren die Voraussetzungen: In überwachten Bereichen wie Intensivstationen, Intermediate Care Stationen, Anästhesieabteilungen und weiteren Einheiten mit Monitoring profitieren die Patienten vom schnellen Erkennen eines Kreislaufstillstandes. Bei einer innerklinisch durchgeführten Reanimation werden BLS- und ALS- Maßnahmen sinnvollerweise miteinander verzahnt und nicht als aufeinander folgende Abläufe verstanden.

▶ **Frühe Defibrillation, um das Herz zu starten.** Im Krankenhaus sollte jeder Patient mit einem defibrillierbaren Rhythmus innerhalb von 3 Minuten einen Schock appliziert bekommen. Das ist in den meisten Bereichen nur mit Hilfe von halbautomatischen Defibrillatoren und in deren Anwendung geschultem Personal zu gewährleisten.

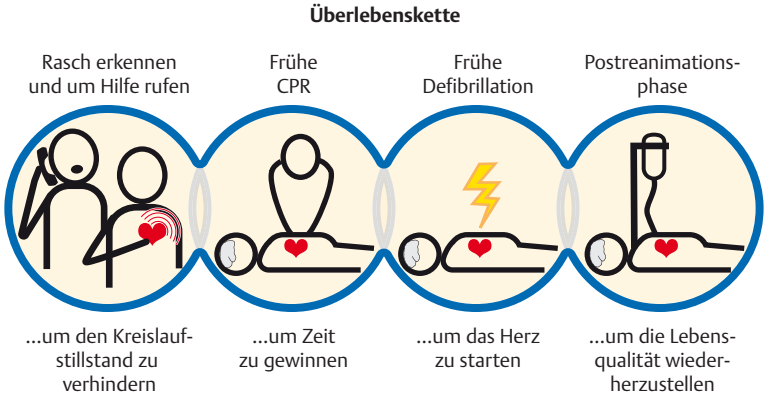


Abb. 9.14 Die Überlebenskette. (Koster, Baubin, Bossart et al. 2010, © ERC 2010)

▶ **Postreanimationsbehandlung, um die Lebensqualität wieder herzustellen.** Hat der Patient durch die CPR-Maßnahmen wieder einen Spontankreislauf erhalten, soll er auf einer Intensivstation weiterbehandelt werden. Das Outcome des Patienten wird durch die Therapie in der Postreanimationsphase (S. 251) maßgeblich beeinflusst.

Prognose

Die Überlebensraten nach CPR werden mit 5–20 % angegeben. Neben der Ursache beeinflusst sowohl die Dauer des Kreislaufstillstandes als auch der Zeitpunkt des Beginns der Reanimationsmaßnahmen den Erfolg erheblich. Je früher die CPR begonnen wird, desto größer sind die Überlebenschancen.

Arten des akuten Kreislaufstillstandes

Die einen Kreislaufstillstand verursachenden Herzrhythmen werden in ▶ Abb. 9.15 dargestellt. Zu den defibrillierbaren Rhythmen gehört das Kammerflimmern (VF) und die pulslose ventrikuläre Tachykardie (VT). Nicht defibrillierbar sind hingegen die Asystolie und die pulslose elektrische Aktivität (PEA).

▶ **Kammerflimmern.** Beim Kammerflimmern (S. 497) besteht eine unkoor-

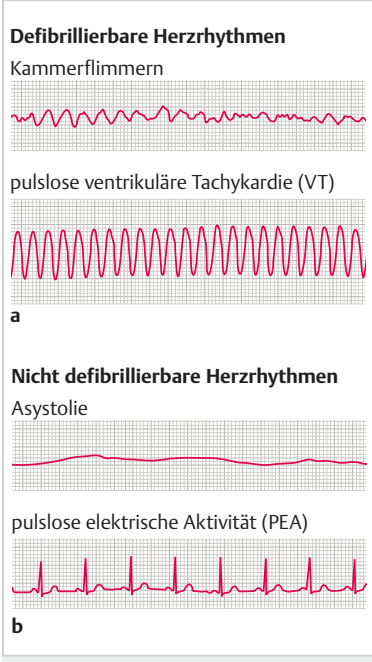


Abb. 9.15 Arten des Kreislaufstillstandes.
a Defibrillierbare Herzrhythmen.
b Nicht defibrillierbare Herzrhythmen.

dinierte elektrische Aktivität des Herzmuskels. Im EKG zeigen sich unregelmäßige und hochfrequente Ausschläge ohne Kammerkomplex und P-Welle. Das Kammerflimmern ist die häufigste Art des Kreislaufstillstandes bei Erwachsenen und geht unbehandelt in eine Asystolie über.

▸ **Pulslose ventrikuläreTachykardie.** Bei einer ventrikulären Tachykardie geht die Erregung von den Kammern aus, somit fehlen die Vorhofkontraktionen. Je höher die Frequenz ist, desto schlechter werden die Ventrikel in der Diastole mit Blut gefüllt. Die Folge ist ein Pumpversagen, das in eine Pulslosigkeit übergehen kann.

Merke

Nicht jede ventrikuläre Tachykardie führt zu Pulslosigkeit und einem Kreislaufstillstand!

▸ **Asystolie.** Der Herzmuskel ist bewegungslos. Vom Reizleitungssystem des Herzens gehen keine Impulse aus. Im EKG ist eine flache und leicht wellenförmige Grundlinie („Nulllinie") zu erkennen.

▸ **Pulslose elektrische Aktivität (PEA).** Bei der PEA kommt es bei erhaltener elektrischer Aktivität nicht zur mechanischen Aktivität des Herzens. Es kann ein EKG dargestellt werden, obwohl ein Kreislaufstillstand vorliegt. Häufig ist eine PEA durch reversible Ursachen bedingt. Nur wenn diese identifiziert und behandelt werden, hat der Patient eine höhere Chance eine pulslose elektrische Aktivität zu überleben.

9.2.2 Lebensrettende Sofortmaßnahmen – Basic Life Support (BLS)

Im Folgenden wird der Handlungsplan der Basismaßnahmen für die **innerklinische** Reanimation aus den aktuellen Leitlinien für die kardiopulmonale Reanimation des European Resuscitation Council (ERC) von Oktober 2010 beschrieben und erläutert (▸ Abb. 9.16).

Handlungsplan innerklinische Reanimation (Basismaßnahmen)

Die lebensrettenden Sofortmaßnahmen bilden die Basis der Behandlung des Kreislaufstillstandes mit dem Ziel, ein Mindestmaß an Zirkulation und Ventilation aufrechtzuerhalten.

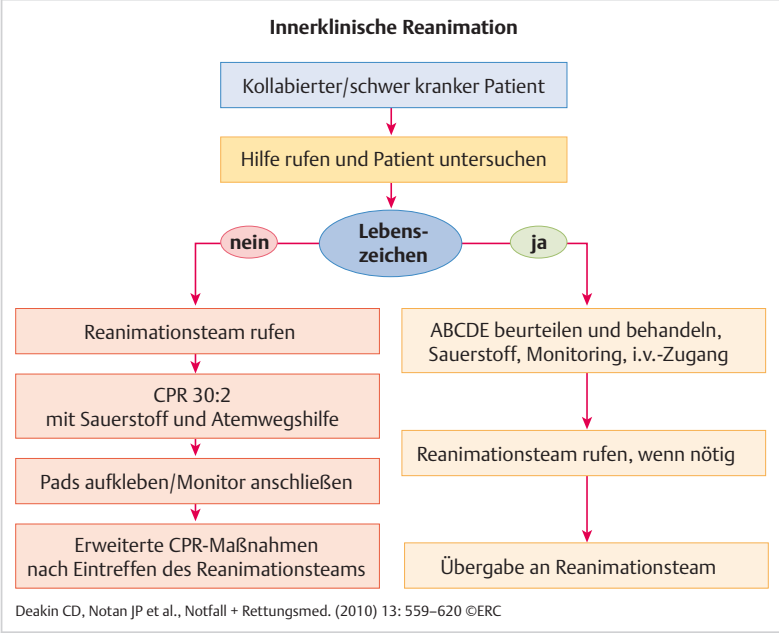
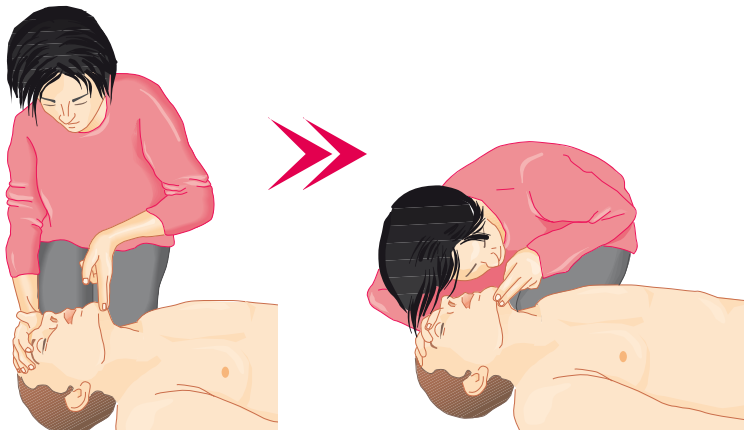


Abb. 9.16 Handlungsplan für das Management der innerklinischen Reanimation BLS (www.erc.edu – 2014/21). (nach Deakin u. Nolan et al. 2010, © European Resuscitation Council)



a Kopf überstrecken und Kinn anheben

b Atmung prüfen: sehen, hören, fühlen

Abb. 9.17 Atmung überprüfen.
a Kopf überstrecken und Kinn anheben.
b Atmung prüfen: sehen, hören, fühlen.

1. Lebenszeichen prüfen

Bewusstsein

Wenn im Krankenhaus ein Patient kollabiert oder fraglich bewusstlos aufgefunden wird, soll ein professioneller Helfer, der allein ist, stets zuerst um Hilfe rufen, bevor er den Patienten weiter überprüft. Sind schon mehrere Helfer vor Ort, sollen alle Handlungen parallel und sinnvoll koordiniert durchgeführt werden.

Zum Überprüfen des Bewusstseins wird der Patient leicht an der Schulter geschüttelt und laut angesprochen. Erfolgt eine Reaktion wie Antworten oder Bewegung, wird der Patient überwacht und wenn nötig weitere Hilfe veranlasst.

Reagiert der Patient nicht und der Helfer ist (noch) allein, soll er laut um Hilfe rufen. Falls nötig, wird der Patient auf den Rücken gedreht, um die Atmung zu überprüfen.

Atmung

Vor der Überprüfung der Atmung muss der Atemweg durch Reklination des Kopfes und Anheben des Kinns freigemacht werden. Hierbei soll im Mund nach sichtbaren Fremdkörpern geschaut und diese ggf. entfernt werden.

Zur Überprüfung der *normalen* Atmung durch Sehen, Hören und Fühlen wird der Kopf in der reklinierten Position gehalten:

- **Sehen** nach Heben und Senken des Brustkorbs
- **Hören** nach Atemgeräuschen
- **Fühlen** nach einem Luftstrom am Mund des Patienten

Das Überprüfen darf nicht länger als 10 Sekunden dauern.

Merke

Eine agonale Atmung (vereinzelte geräuschvolle oder schwache Atemzüge; Schnappen) darf nicht mit einer normalen Atmung verwechselt werden.

► **Bewusstloser, aber atmender Patient.** Ein bewusstloser, aber ausreichend spontan atmender Patient wird in die stabile Seitenlage gebracht und weiter überwacht, wenn nötig mit Sauerstoff versorgt und nicht allein gelassen. Abhängig von der innerklinischen Struktur wird der zuständige Arzt oder ein Notfallteam verständigt, um weitere Diagnostik zu veranlassen. Der Patient sollte nach der ABCDE-Methode (S. 247) überprüft und ggf. behandelt werden.

► **Verdacht auf Verletzung der Halswirbelsäule.** Liegt der Verdacht einer Verletzung der Halswirbelsäule vor, darf der Kopf möglichst nicht oder nur wenig überstreckt werden. In diesem Fall soll nur der Unterkiefer nach vorne vorgezogen werden, indem mit den Fingern hinter den Kieferwinkeln Druck nach vorne ausgeübt wird. Gleichzeitig wird der Mund dabei geöffnet (Esmarch-Handgriff, ▶ Abb. 9.18). Reicht ein alleiniges Hervorziehen des Unterkiefers nicht aus, um den Atemweg zu öffnen, sollte der geübte Helfer den Kopf in kleinen Schritten nur soweit reklinieren, bis der Atemweg frei ist. Vorteilhaft wäre, wenn ein 2. erfahrener Helfer den Kopf dabei in einer geraden Ausrichtung stabilisiert. Der Atemweg ist frei, sobald die Beatmung des Patienten ohne Probleme möglich ist. In letzter Konsequenz hat die Beatmung und Oxygenierung des Patienten einen höheren Stellenwert als der Schutz des Rückenmarks vor eventuellen Schäden.

Abb. 9.18 Esmarch-Handgriff.

Kreislauf

Die Pulslosigkeit eines Patienten festzustellen, kann sehr schwierig sein. Falls Lebenszeichen wie Bewusstsein, Bewegung, Atmung oder Husten fehlen, soll unverzüglich mit Thoraxkompressionen begonnen werden, bis weitere professionelle Hilfe eintrifft oder der Patient Lebenszeichen zeigt. Nur erfahrene und geübte Helfer können versuchen, den Karotispuls für maximal 10 Sekunden zu tasten, am besten gleichzeitig während der Überprüfung der Atmung (▶ Abb. 9.19).

Es ist unwahrscheinlich, dass Thoraxkompressionen bei vorhandenem Kreislauf dem Patienten schaden.

Ist ein Puls tastbar, aber der Patient ist bewusstlos und hat keine normale Atmung, wird er mit 10 Atemhüben pro Minute beatmet und der Kreislauf nach jedem 10. Atemhub erneut überprüft, bis weitere Maßnahmen wie Intubation und maschinelle Beatmung eingeleitet werden können (▶ Abb. 9.19).

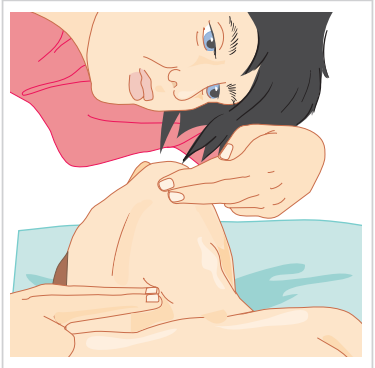


Abb. 9.19 Gleichzeitige Pulskontrolle während der Überprüfung der Atmung (simultan).

2. Reanimationsteam rufen

Atmet der Patient nicht oder nicht normal und zeigt keine weiteren Lebenszeichen, muss spätestens jetzt der Notruf erfolgen und die Notfallausrüstung geholt werden. Damit sollte nach Möglichkeit eine zweite Person beauftragt werden, während ein Helfer mit der CPR beginnt. Nur wenn ein Helfer allein ist, darf er den Patienten kurz verlassen, um nach dem Absetzen des Notrufs schnellstmöglich zum Patienten zurückzukehren.

3. Reanimation durchführen (CPR) 30:2

Thoraxkompressionen

Beim Erwachsenen liegt der Druckpunkt auf dem Sternum in der Mitte des Brustkorbes. Dies entspricht der unteren Hälfte des Sternums (▶ Abb. 9.20a).

- Die Handballen beider Hände werden übereinander gelegt und die Finger miteinander verschränkt.
- Mit gestreckten Armen wird das Brustbein mindestens 5 cm (jedoch nicht mehr als 6 cm) in Richtung Wirbelsäule rhythmisch und mit einer Rate von mindestens 100/min (jedoch nicht mehr als 120/min) eingedrückt.
- Die Phasen der Kompression und der Entlastung sind gleich lang.
- Die Hände werden stets auf dem Druckpunkt belassen. In der Phase der Entlastung darf kein Gewicht mehr auf dem Brustkorb des Patienten lasten (▶ Abb. 9.20b und c).
- Die Thoraxkompressionen werden 30-mal ausgeführt, um anschließend zur Beatmung zu wechseln.

Die Bedeutung der Thoraxkompressionen ist in den Leitlinien von 2010 noch deutlicher als 2005 hervorgehoben. Dies betrifft sowohl die *Qualität* als auch die *Kontinuität* der Kompressionen. Qualitativ hochwertige Thoraxkompressionen sind gekennzeichnet durch eine Kompressionstiefe von mind. 5 cm und eine Frequenz von mind. 100 pro Minute sowie eine vollständige Entlastung des Brustkorbes nach jeder Kompression.

Besonders wichtig ist die Kontinuität dieser Maßnahmen, um den Blutfluss aufrechtzuerhalten. Die sog. *No-flow-time* (Unterbrechungen der Kompressionen) soll auf ein absolutes Minimum reduziert werden.

Beatmung

Nach den ersten 30 Thoraxkompressionen folgt die Beatmung:

- Freimachen des Atemwegs durch Überstrecken des Kopfes und Anheben des Kinns.

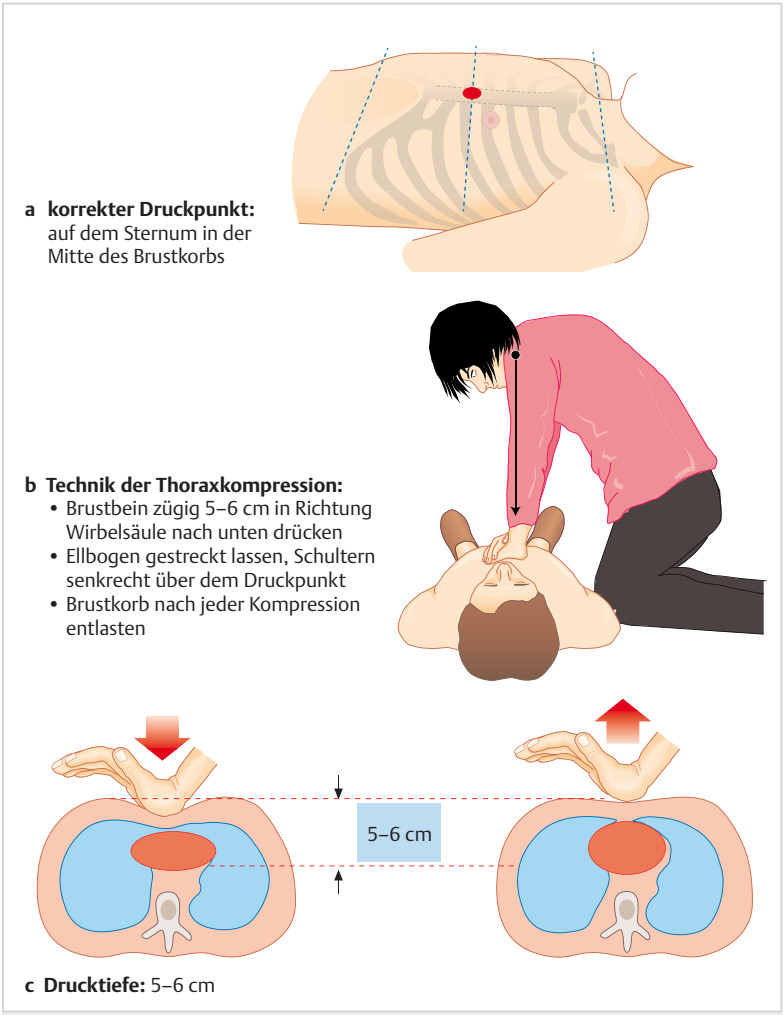


Abb. 9.20 Durchführung der Thoraxkompression beim Erwachsenen.

Abb. 9.21 Technik der Maskenbeatmung: Zwei-Helfer-Methode.

- Die Inspirationszeit soll 1 Sekunde dauern.
- Der Thorax soll sich unter der Beatmung sichtbar heben und senken.
- Applikation von Sauerstoff so früh wie möglich in der höchstmöglichen Dosis.
- Es werden 2 Beatmungen hintereinander gegeben.
- Nach der Beatmung folgen sofort erneut 30 Thoraxkompressionen.

► **Technik der Beatmung.** Bei einem nicht intubierten Patienten kommen für die Beatmung verschiedene Techniken in Frage:
- Mund-zu-Mund-Beatmung
- Mund-zu-Maske-Beatmung
- Beatmung mit der Maske und dem Beatmungsbeutel mit Reservoir

Im Krankenhaus sollten professionelle Helfer schnell Zugriff auf geeignete Hilfsmittel haben. Die Zwei-Helfer-Methode ist zu bevorzugen: Eine Person hält gleichzeitig die Maske dicht und den Kopf des Patienten mit beiden Händen in einer reklinierten Position. Die zweite Person drückt den Beutel aus (► Abb. 9.21).

► **Atemwegshilfen.** Hilfsmittel wie ein Oropharyngealtubus (Guedel-Tubus) oder Nasopharyngealtubus (Wendl-Tubus) sind gut geeignet, um ein Zurückfallen der Zunge und des weichen Gaumens zu verhindern. Bei dem Wendl-Tubus besteht die Gefahr einer Verletzung der Nasenschleimhaut mit folgender Blutung und Aspiration. Mit einer korrekten Einführtechnik können beide Hilfsmittel bei einer Maskenbeatmung sehr nützlich sein.

► **Atemwegsdruck.** Bei der Beatmung soll der Atemwegsdruck unter 20 cmH_2O bleiben. Ein moderater Atemwegsdruck kann durch eine langsame Insufflation der Atemluft über 1 Sekunde erreicht werden. Wird mit höherem Druck beatmet, strömt unweigerlich Luft über die Speiseröhre in den Magen, was zu Regurgitation und Aspiration führen kann.

► **Effektivität kontrollieren.** Die Effektivität der Beatmung wird durch Beobachtung der Thoraxbewegungen beurteilt; der Thorax soll sich wie bei einer normalen Atmung heben und senken. Ist die Beatmung nicht effektiv, d. h. dass sich der Thorax nicht hebt und senkt, soll wie folgt gehandelt werden:
- Mund auf mögliche Fremdkörper überprüfen und diese ggf. entfernen.
- Korrekte Reklination des Kopfes überprüfen und ggf. Position korrigieren.
- Nach maximal 2 Versuchen, den Patienten zu beatmen, muss mit Thoraxkompressionen fortgefahren werden.

Sollte es durch diese Schritte nicht gelingen, die Atemwege frei zu machen und liegen Zeichen einer Fremdkörperaspiration vor, sollte zum Handlungsplan „Verlegung der Atemwege“ (S. 247) übergegangen werden.

► **Synchronisation von Thoraxkompressionen und Beatmung.** Solange der Patient nicht intubiert ist, müssen die Thoraxkompressionen zur Beatmung unterbrochen werden, um eine effektive Ventilation sicherzustellen.

Sind mehrere Helfer anwesend, sollen alle 2 Minuten die Positionen gewechselt werden, um Erschöpfung vorzubeugen. Dies entspricht ca. 5 Zyklen von 30 Kompressionen und 2 Beatmungen. Es kann erforderlich sein, den Komprimierenden früher abzulösen, z. B. bei Erschöpfung oder schlechter werdender Qualität der Kompressionen. Beim Wechsel darf es nur zu einer minimalen Verzögerung kommen.

Während eines Wechsels nach 2 Minuten findet jeweils eine erneute Rhythmusanalyse (durch den AED) statt bzw. die Überprüfung des Kreislaufs (Lebenszeichen).

4. Pads aufkleben/Monitor anschließen

► **Halbautomatische Defibrillation.** Die frühzeitige Defibrillation bei VT/VF innerhalb der ersten 3 Minuten nach Eintreten des Kreislaufstillstandes erhöht die Überlebensrate erheblich und hat höchste Priorität. Sobald ein AED zur Verfügung steht, werden die Elektroden in der zur Defibrillation üblichen Position (s. u.) aufgeklebt und das Gerät eingeschaltet (► Abb. 9.24). Eine stark behaarte Brust muss vorher an diesen Stellen rasiert werden. Falls mehr als ein Helfer zur Verfügung steht, sollen die CPR-Maßnahmen hierfür nicht unterbrochen werden.

Nun wird den Anweisungen des Gerätes gefolgt. Der Patient darf während der Rhythmusanalyse nicht berührt werden.

► **Falls ein Schock indiziert ist.** Nachdem die durchführende Person sich versichert hat, dass niemand den Patienten berührt, drückt sie nach der akustischen Aufforderung den Auslöseknopf.

Unmittelbar nach dem Schock wird die CPR mit Thoraxkompressionen beginnend fortgeführt.

► **Falls kein Schock indiziert ist.** Es wird unverzüglich mit der CPR fortgefahren und den weiteren Anweisungen des AED gefolgt, solange bis qualifizierte Hilfe eintrifft und den Patienten übernimmt oder der Patient beginnt aufzuwachen, sich zu bewegen, zu atmen.

► **Regeln bei Anwendung eines AEDs.** Wird ein AED verwendet, muss auf Folgendes geachtet werden:

- Es muss eindeutig eine Bewusstlosigkeit und Pulslosigkeit vorliegen (Kreislaufstillstand).
- Beim Patienten darf es sich nicht um ein Kind unter einem Jahr handeln.
- Bei Kindern unter 8 Jahren bzw. unter 25 kg Körpergewicht sollten spezielle Kinderelektroden eingesetzt werden.
- Der Patient darf sich nicht auf einem leitenden, feuchten Untergrund oder in einem explosionsgefährdetem Raum befinden.

9.2.3 ABCDE-Methode

Die ABCDE-Methode dient der systematischen und strukturierten Untersuchung und Behandlung eines kritisch erkrankten Patienten durch einen Arzt. Die strukturierte Herangehensweise ist auch für Pflegefachkräfte hilfreich. Sie findet Anwendung im innerklinischen Handlungsplan sowohl für BLS als auch für ALS und ist immer gleich.

► **A = Airway (Atemweg) .** Es wird untersucht, ob beim Patienten der Atemweg offen ist oder eine Obstruktion vorliegt. Ein Patient, der mit *normaler* Stimme antwortet, hat keinen verlegten Atemweg, eine ausreichende Atmung sowie eine weitestgehend normale zerebrale Durchblutung!

► **B = Breathing (Atmung).** Die Qualität der Atmung wird eingeschätzt durch Sehen, Hören, Fühlen, dem Bestimmen der Atemfrequenz, der Beurteilung von Zeichen einer eingeschränkten Atmung wie Zyanose, Schwitzen, Einsatz der Atemhilfsmuskulatur usw. Eine Auskultation und die Perkussion des Thorax sowie weitere Diagnostik (z. B. Sauerstoffsättigung, Blutgasanalyse) folgen.

► **C = Circulation (Kreislauf).** Die Kreislauffunktion wird anhand verschiedener klinischer Parameter wie Durchblutung der Peripherie, Rekapillarisierungszeit, Venenfüllung, Herzfrequenz, Herzrhythmus, Blutdruck usw. überprüft.

► **D = Disability (Defizite der neurologischen Funktion).** Die Vigilanz wird anhand von Scores überprüft, die Pupillen werden beurteilt, verschiedene Blutuntersuchungen (Blutzucker, metabolische Parameter) veranlasst und weitere Faktoren, die einen Aufschluss über den neurologischen Zustand geben (Symptome eines Schlaganfalls, Aphasie o. ä.), untersucht.

► **E = Exposure (Untersuchen des entkleideten Patienten, Erhalt der Körperwärme).** Der gesamte Körper des Patienten wird gründlich auf Veränderungen und Auffälligkeiten (z. B. Verletzungen, Blutungen) untersucht. Hierfür soll der Patient entkleidet werden, jedoch ohne ihn auskühlen zu lassen.

Im weiteren Verlauf darf auch eine gründliche Anamnese nicht fehlen sowie eine Beurteilung des bisher Geschehenen, um weitere Therapie-Entscheidungen zu treffen.

9.2.4 Verhalten bei Verlegung der Atemwege

Eine Fremdkörperaspiration kann in seltenen Fällen durch eine Verlegung der Atemwege zur Bewusstlosigkeit und nachfolgend zum Kreislaufstillstand führen. Es wird unterschieden zwischen (► Abb. 9.22):

- **milder Atemwegsverlegung:** Die Person kann noch sprechen, atmen und husten. Solange dies der Fall ist, wird die Person zum Husten aufgefordert und es werden noch keine konkreten Maßnahmen ergriffen.
- **schwerer Atemwegsverlegung:** Der Patient ist unfähig zu sprechen und hat evtl. eine keuchende Atmung. Die Hustenversuche sind geräuschlos und möglicherweise wird der Patient bewusstlos.

► **Rückenschläge ausführen .** Es werden bis zu 5 Schläge auf den Rücken verabreicht:

- Der Helfer steht schräg hinter dem Betroffenen und beugt möglichst dessen Brustkorb nach vorne.
- Mit dem Handballen wird bis zu 5-mal kräftig zwischen die Schulterblätter geschlagen.
- Nach jedem Schlag wird geprüft, ob sich der Fremdkörper gelöst hat.

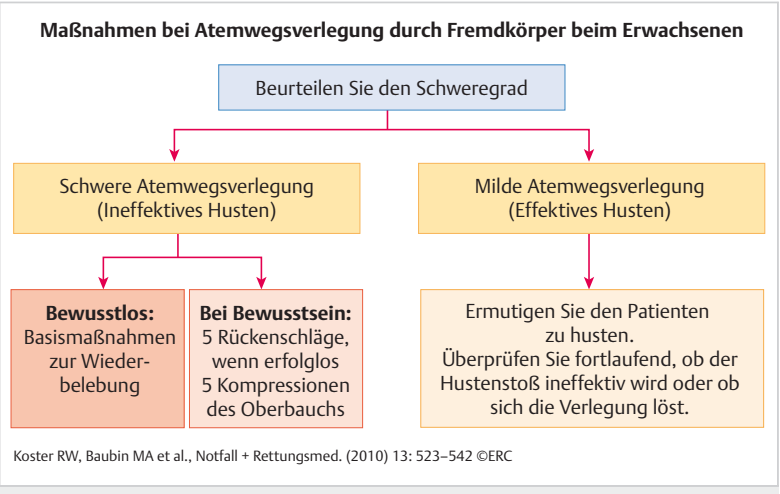


Abb. 9.22 Handlungsplan Atemwegsverlegung (www.erc.edu – 2014/21). (Koster, Baubin, Bossart et al. 2010, © European Resuscitation Council)

▶ **Abdominelle Kompressionen durchführen.** Falls die Rückenschläge nicht erfolgreich sind, werden 5 abdominelle Kompressionen verabreicht:

- Der Helfer steht hinter dem Betroffenen und umgreift ihn mit beiden Armen.
- Die übereinander liegenden Hände werden auf dem Oberbauch des Patienten platziert, zwischen Rippenbogen und Nabel, der Oberkörper wird wenn möglich nach vorne gebeugt.
- Nun werden die Hände kräftig nach innen und oben gezogen und das Manöver bis zu 5-mal wiederholt.

Im weiteren Verlauf können diese Maßnahmen im Wechsel durchgeführt werden.

Wird der Patient bewusstlos, lässt man ihn zu Boden gleiten und beginnt die Reanimation mit Thoraxkompressionen. Mit diesen können im Vergleich zu abdominellen Kompressionen höhere Atemwegsdrücke erzeugt werden.

9.2.5 Erweiterte lebensrettende Maßnahmen – Advanced Life Support (ALS)

Die lebensrettenden Sofortmaßnahmen sollten so früh wie möglich durch die erweiterten Maßnahmen zur kardiopulmonalen Reanimation (Advanced Life Support, ALS) ergänzt werden.

Der Handlungsplan für die erweiterten Maßnahmen der kardiopulmonalen Reanimation ist in ▶ Abb. 9.23 dargestellt.

EKG-Herzrhythmusanalyse

Zur Analyse des EKGs auf einen defibrillierbaren oder nicht defibrillierbaren Rhythmus werden die Elektroden eines Defibrillators angelegt oder eine bestehende EKG-Ableitung beurteilt.

Vorgehen bei defibrillierbarem Rhythmus (VF/pulslose VT)

Sobald ein Defibrillator (oder AED) zur Verfügung steht und VF/VT bestätigt ist:

- Die Elektroden (möglichst selbstklebend) werden durch einen 2. Helfer ohne Unterbrechung der CPR angebracht (Position s. u.).
- Der Defibrillator wird geladen, während die Thoraxkompressionen durch einen 2. Helfer fortgeführt werden.
- Das Energieniveau beträgt 150–200 Joule biphasisch oder 360 Joule monophasisch.
- Sobald die Ladung erreicht ist, werden die Kompressionen kurz unterbrochen und ein Schock abgegeben, ohne dass jemand den Patienten berührt.
- Unmittelbar nach der Schockabgabe wird die Reanimation mit Thoraxkompressionen beginnend fortgeführt, ohne zunächst den Rhythmus zu bewerten.
- Erst nach 2 Minuten CPR erfolgt eine erneute Rhythmusanalyse. Liegt noch immer VF/VT vor, wird der 2. Schock nach dem gleichen Prinzip verabreicht, um unmittelbar danach wieder mit den CPR-Maßnahmen fortzufahren.
- Das ganze Procedere wird alle 2 Minuten wiederholt.
- Verfügt der Patient über einen intravasalen oder intraossären Zugang, werden nach dem 3. Schock, sobald die Thoraxkompressionen wieder aufgenommen worden sind, 1 mg Adrenalin und 300 mg Amiodaron appliziert.

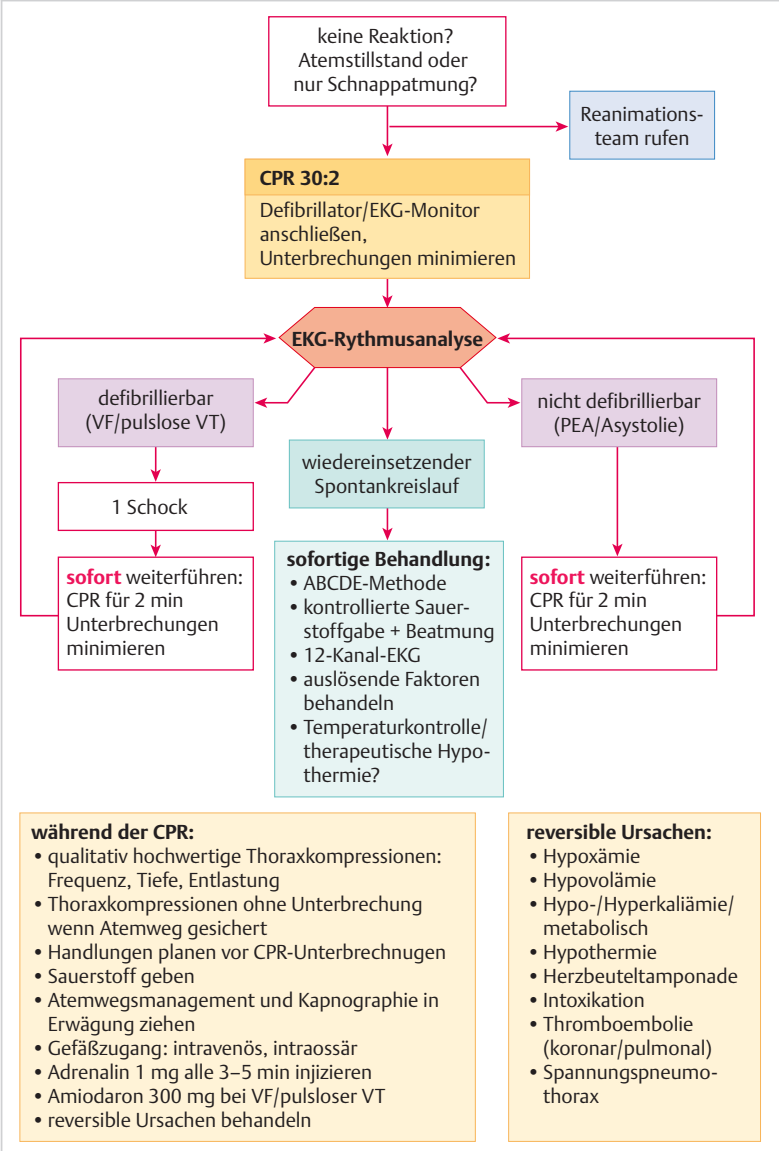


Abb. 9.23 Handlungsplan. Erweiterte Maßnahmen der kardiopulmonalen Reanimation. (nach Deakin u. Nolan et al. 2010, © European Resuscitation Council)

▶ **Sicherheitshinweise.** In einer mit Sauerstoff angereicherten Luft kann von manuellen Defibrillator-Paddles ein Funkenschlag verursacht werden, insbesondere wenn diese nicht fest genug am Thorax appliziert worden sind. Dies hat in einigen beschriebenen Fällen zu Verbrennungen am Patienten geführt. Klebeelektroden sind sicherer als Handpaddles und sind zu bevorzugen. Jegliches Zubehör, aus dem Sauerstoff strömt, soll mindestens 1 Meter

weit von der Brust des Patienten ferngehalten werden. Bei endotracheal intubierten Patienten kann der Beatmungsbeutel oder der Respiratorschlauch am Tubus konnektiert bleiben.

Merke

Während der Defibrillation darf weder der Patient, seine Unterlage oder flüssigkeitsgefüllte Systeme, die mit ihm in Berührung stehen, berührt werden. Der Patient darf nicht im Nassen liegen und die Brust muss trocken sein. Es besteht für die Helfer die Gefahr ernsthafter Herzrhythmusstörungen. Das Tragen von Handschuhen kann den Beteiligten einen gewissen Schutz vor dem elektrischen Strom bieten. Der Bediener des Defibrillators muss sicherstellen, dass niemand gefährdet ist.

► **Effektivität der Defibrillation.** Bei der Defibrillation muss eine ausreichend große Menge an Strom durch das Myokard fließen, um möglichst viele Myokardzellen gleichzeitig zu depolarisieren. Nur so kann der Sinusknoten wieder als Schrittmacherzentrum die Kontrolle erhalten. Jedoch ist es kaum möglich, die Energiemenge, die bei einer Defibrillation tatsächlich auf das Myokard trifft, abzuschätzen. Unter optimalen Bedingungen wird nur ein geringer Anteil der gewählten Energie am Erfolgsort ankommen, der größte Anteil wird durch den Brustkorb fließen, ohne das Herz zu erreichen.
Eine erfolgreiche Defibrillation ist von mehreren Faktoren abhängig wie dem Zeitpunkt, einem niedrigen transthorakalen Widerstand sowie einer korrekten Elektrodenposition.

► **Zeitpunkt .** Die Chance auf eine erfolgreiche Defibrillation erhöht sich,
- je früher die Defibrillation bei VF/VT durchgeführt wird,
- je kürzer die Pause nach dem Beenden der Thoraxkompressionen (Prä-Schock-Pause) bis zur Schockabgabe ist.

► **Transthorakaler Widerstand.** Je niedriger der transthorakale Widerstand ist, desto größer wird die Chance einer erfolgreichen Defibrillation. Folgende Maßnahmen führen zu einer Reduktion:
- Klebeelektroden statt Handpaddles benutzen.
- Ausreichend große Elektroden verwenden (die vom Hersteller des Defibrillators empfohlen werden).
- Stark behaarte Brust an den Elektrodenpositionen rasieren.
- Schock am Ende der Expiration möglichst ohne PEEP abgeben (falls maschinell beatmet).
- Bei der Verwendung von Handpaddles ausreichend Defibrillations-Elektrodengel anbringen oder spezielle Defibrillationspads benutzen. Die Paddles mit einem Druck von ca. 8 kg auf den Thorax drücken.

► **Elektrodenposition.** Das flimmernde Herz sollte genau zwischen den Elektroden liegen, hierbei spielt die Polung keine Rolle. Die seitliche Elektrode darf **nie** auf der weiblichen Brust platziert sein, sondern daneben.
- **Standardposition:** eine Elektrode rechts vom Sternum unterhalb des Schlüsselbeins, die andere in der mittleren Axillarlinie auf der EKG-Position V6, auf jeden Fall seitlich genug und nicht auf der weiblichen Brust (▸ Abb. 9.24a)
- **anterior-posterior:** eine Elektrode vorne auf dem linken Brustkorb genau auf dem Herzen, die andere auf dem Rücken unterhalb des linken Schulterblatts
- **postero-lateral:** eine Elektrode in der mittleren linken Axillarlinie auf der EKG-Position V6, die andere am Rücken auf dem rechten Schulterblatt
- **bi-axillär:** beide Elektroden jeweils rechts und links an der seitlichen Wand des Brustkorbs

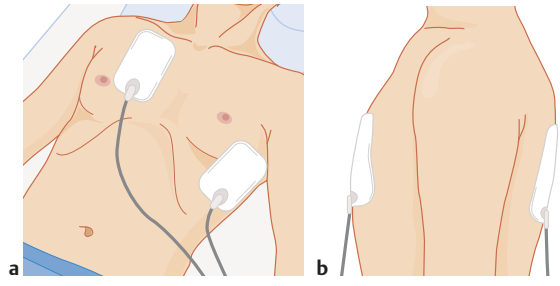


Abb. 9.24 Elektrodenpositionen. a Standardelektrodenposition. **b** Empfohlene Elektrodenposition bei einem implantierten Schrittmacher oder Defibrillator (AICD).

Ist eine externe Defibrillation bei einem Patienten mit implantiertem Defibrillator (AICD) oder Schrittmacher indiziert, muss ein Abstand von mind. 8 cm zum Aggregat eingehalten werden. Wenn dies nicht möglich ist, sollte eine alternative Elektrodenposition erwogen werden (▸ Abb. 9.24b). Obwohl moderne Geräte über ausreichende Schutzvorrichtungen verfügen, bleibt ein Risiko bestehen, dass der Strom über die implantierte Elektrode geleitet wird und das Endokard schädigt. Schrittmacher und AICD sollten nach einer erfolgreichen Defibrillation immer überprüft werden.

Vorgehen bei nicht defibrillierbarem Rhythmus (Asystolie und PEA)

Wird bei Asystolie oder PEA keine reversible Ursache gefunden, ist das Überleben trotz geeigneter Wiederbelebungsmaßnahmen eher unwahrscheinlich.

Wird ein nicht defibrillierbarer Rhythmus diagnostiziert, soll wie folgt gehandelt werden:
- Basismaßnahmen 30:2 kontinuierlich durchführen.
- Sobald ein intravenöser oder intraossärer Zugang platziert ist, 1 mg Adrenalin applizieren.
- EKG-Ableitung überprüfen, ohne die Thoraxkompressionen zu unterbrechen.
- Sobald der Atemweg durch einen Endotrachealtubus, Larynxtubus oder Larynxmaske gesichert ist, Kompressionen ohne Unterbrechung für die Beatmung fortführen.
- Erneute Rhythmusanalyse nach 2 Minuten CPR durchführen.
- Besteht weiterhin eine Asystolie/PEA, die CPR sofort weiterführen.
- Zeigt sich ein organisierter Rhythmus, soll versucht werden, einen Puls zu tasten.
- Besteht kein Puls oder bestehen Zweifel, die CPR weiterführen.
- Alle 3–5 Minuten 1 mg Adrenalin applizieren.
- Wenn Lebenszeichen auftreten, Rhythmus und Puls überprüfen.

Wenn Zweifel bestehen, ob es sich um eine Asystolie oder um ein feines Kammerflimmern handelt, soll keine Defibrillation durchgeführt, sondern die CPR fortgesetzt werden. Sehr feines Flimmern kann i. d. R. nicht durch Defibrillation konvertiert werden. Qualitativ hochwertig durchgeführte Thoraxkompressionen können die Amplitude und die Frequenz des Flimmerns verbessern und die Chance auf eine erfolgreiche Defibrillation steigern.

Ablauf bei beobachtetem VT/VF

Erleidet ein Patient einen beobachteten Kreislaufstillstand im Herzkatheterlabor oder unmittelbar nach einem herzchirurgischen Eingriff auf einer Intensivstation und ein Defibrillator steht unmittelbar zur Verfügung, kann wie folgt gehandelt werden:

- Die Herzkreislauffunktion wird überprüft und um Hilfe gerufen.
- Handelt es sich um VF/VT, werden bis zu 3 schnell auf einander folgende Schocks gegeben.
- Sind die Defibrillationen erfolglos, wird sofort die CPR mit Thoraxkompressionen begonnen.

Diese Drei-Schock-Therapie ist auch möglich, wenn der Patient bereits an einen manuellen Defibrillator angeschlossen ist. Erhält ein Patient unmittelbar nach Auftreten von VT/VF einen Schock, ist die Chance auf Wiederkehr eines Spontankreislaufs besonders hoch, weil das Myokard noch nicht azidotisch ist. Es ist nicht anzunehmen, dass diese Patienten von zuerst durchgeführten Thoraxkompressionen mehr profitieren würden. Es liegen jedoch noch keine Daten zu dieser Drei-Schock-Strategie vor.

Präkordialer Faustschlag

Es ist sehr unwahrscheinlich, dass ein präkordialer Faustschlag (ein kurzer und kräftiger Schlag aus ca. 20 cm Höhe auf die untere Hälfte des Sternums) einen defibrillierbaren Rhythmus kardiovertiert. Bei ventrikulärer Tachykardie (VT) sind die Chancen höher als beim Kammerflimmern (VF), jedoch nur wenn der Faustschlag innerhalb der ersten Sekunden ausgeführt wird. Der präkordiale Faustschlag kann angewendet werden, wenn der Patient am Monitor und der Kreislauf kontinuierlich überwacht ist und nicht unmittelbar ein Defibrillator verfügbar ist.

Reversible Ursachen

Bei jeder Behandlung eines Kreislaufstillstandes sollte stets überlegt werden, ob es sich um potenziell reversible Ursachen (S. 248) (▶ Abb. 9.23) handelt, die während der CPR erfolgreich therapiert werden können. Die reversiblen Ursachen werden in 2 Gruppen unterteilt und als

- die **4 Hs** (Hypoxie, Hypovolämie, Hypo-/Hyperkaliämie/metabolische Störungen, Hypothermie) und
- **HITS** (**H**erzbeuteltamponade, **I**ntoxikation, **T**hromboembolie [Herzinfarkt/Lungenembolie] und **S**pannungspneumothorax) bezeichnet.

Mit einer Echokardiografie können reversible Ursachen wie Herzbeuteltamponade, Lungenembolie, Ischämie der Herzwand, Aortendissektion und Pneumothorax diagnostiziert werden.

Atemwegsmanagement

Durch die endotracheale Intubation besteht ein sicherer Schutz vor der Gefahr einer Aspiration und die Thoraxkompressionen können ohne Unterbrechung (um zu beatmen) durchgeführt werden. Der Vorgang der Intubation soll nicht länger als 10 Sekunden dauern und nur von hierin geübten Helfern durchgeführt werden. Zur Intubation sollen die Basismaßnahmen nicht unterbrochen werden, lediglich während des Einführens des Tubus durch die Stimmritze darf eine kurze Unterbrechung erfolgen. Es ist zu überlegen, die Intubation erst bei eingetretenem Spontankreislauf durchzuführen. Als Alternative sollten andere Hilfsmittel wie Larynxmaske oder Larynxtubus erwogen werden.

Sind die Atemwege durch Intubation oder andere supraglottische Atemwegshilfen wie Larynxtubus oder Larynxmaske gesichert, wird die korrekte Lage überprüft, der Tubus gesichert und die Thoraxkompressionen ohne Unterbrechung während der Beatmung durchgeführt.

Die Beatmung erfolgt hierbei intermittierend in der Phase der Druckentlastung. Es werden nicht mehr als 10 Atemhübe pro Minute appliziert, um eine Hyperventilation zu vermeiden.
Treten bei den supraglottischen Atemwegshilfen große Leckagen auf, die zu einer Minderventilation führen, sollen die Thoraxkompressionen zur Beatmung unterbrochen werden.

Praxistipp

Die Frage, ob ein maschinell beatmeter Patient während einer CPR mit einem Handbeatmungsbeutel beatmet werden soll oder am Beatmungsgerät angeschlossen bleiben kann, muss individuell entschieden werden. Für beide Verfahren gibt es Vor- und Nachteile. Falls eine maschinelle Beatmung erfolgen soll, wird ein volumenkontrollierter Modus mit einem Atemhubvolumen von 6–7 ml/kgKG und eine Frequenz von 10 Atemhüben pro Minute empfohlen. Beatmungsgeräte brechen i. d. R. durch den hohen Druck, der auf den Thorax während der Kompression ausgeübt wird, die Inspirationen frühzeitig ab. Dadurch könnte eine effektive Beatmung nicht sicher gewährleistet sein.

Kapnografie

Endtidale CO_2-Detektoren, die eine grafische Kurvendarstellung bieten (Kapnografie), sind die zuverlässigsten Hilfsmittel, um die korrekte Tubuslage zu bestimmen. Die Kapnografie kann aber nicht die genaue Position (Trachea oder Bronchus) bestimmen, ersetzt also nicht die Auskultation nach endotrachealer Intubation.

Wird während der Reanimation die Kapnografiekurve auf dem Monitor dargestellt, kann ein wiederhergestellter Spontankreislauf (return of spontaneous circulation, ROSC) sicher erkannt werden. Das endtidale CO_2 steigt signifikant an, sobald die Lungen wieder gut perfundiert sind und CO_2 in großen Mengen abgeatmet wird.

Verabreichung von Notfallmedikamenten

Gelingt es nicht, innerhalb der ersten 2 Minuten einen peripheren intravenösen Zugang anzulegen, soll ein intraossärer Zugang erwogen werden. Es handelt sich hierbei um eine sichere und effektive Methode, um Medikamente und Flüssigkeit zu applizieren. Es sind mechanische intraossäre Injektionshilfen verfügbar, die diese Technik wesentlich vereinfachen. Verfügt der Patient bereits über einen zentralvenösen Zugang, wird dieser genutzt.

Während einer Reanimation sind nur wenige Medikamente indiziert und es gibt nur wenig wissenschaftliche Beweise, die ihre Verwendung begründen.

Adrenalin

Adrenalin ist das Medikament der 1. Wahl bei der CPR, unabhängig von der Art des Kreislaufstillstandes (defibrillierbar oder nicht defibrillierbar). Bis heute liegen keine Studien vor, die belegen, dass die Überlebensrate durch die Gabe von Adrenalin steigt. Allerdings werden aufgrund fehlender Daten auch keine anderen Vasopressoren als Alternative empfohlen.

Die systemische Vasokonstriktion durch die alpha-adrenerge Stimulation verbessert die koronare und zerebrale Perfusion. Die beta-adrenergen Effekte von Adrenalin steigern über eine verbesserte Inotropie und Chronotropie den Blutfluss, jedoch wird gleichzeitig der myokardiale Sauerstoffverbrauch erhöht und es werden ventrikuläre Arrhythmien begünstigt – besonders bei azidotischem Myokard.

▶ **Dosierung.** Die Dosis beträgt beim Erwachsenen 1 mg in einer Verdünnung von 1 mg auf 10 ml. Aufgrund der kurzen Halbwertzeit des Medikamentes sollte eine Wiederholung der Gabe nach 3–5 Minuten erfolgen. Die erste Adrenalindosis wird

nach dem 3. Schock empfohlen (defibrillierbarer Rhythmus) oder sobald ein venöser oder intraossärer Zugang verfügbar ist (nicht defibrillierbarer Rhythmus).

Amiodaron

Amiodaron ist ein Antiarrhythmikum der Klasse III (Kalium-Kanal-Blocker) und unterdrückt Ektopien und Reentry-Mechanismen. Unter anderem reduziert es die Leitungsgeschwindigkeit, verlängert die Refraktärzeit und unterdrückt die Automatie im Schrittmachergewebe mit konsekutiver Verlangsamung der Herzfrequenz. Amiodaron ist ein effektives Antiarrhythmikum gegen tachykarde Rhythmusstörungen, die bei anderen Medikamenten therapieresistent sind. Amiodaron ist nur bei einem defibrillierbaren Rhythmus indiziert und kann die Chance einer erfolgreichen Defibrillation erhöhen.

► **Dosierung.** Die Dosierung bei VF/VT beträgt 300 mg Amiodaron initial. Der Zeitpunkt ist zeitgleich mit Adrenalin nach der 3. erfolglosen Defibrillation. Zwischen den Applikationen sollte der venöse/intraossäre Zugang mit einer neutralen Lösung (z. B. 20 ml Glukose 5 %) gespült werden. Bei fortbestehendem VF/VT kann eine weitere Dosis von 150 mg und anschließend eine Dauerinfusion von 900 mg über 24 h appliziert werden. Amiodaron wird mit Glukose 5 % verdünnt: 300 mg auf 20 ml Glukose 5 %.

Magnesium

Eine Routineinjektion von Magnesium bei einer Reanimation wird **nicht** empfohlen. Bisher konnte dadurch keine Steigerung der Überlebensrate nachgewiesen werden.
Die Applikation von Magnesium ist nur indiziert, wenn ein Magnesiummangel bei einer ventrikulären (oder supraventrikulären) Tachykardie besteht. Weitere Indikationen sind Torsades de Pointes (Sonderform der ventrikulären Tachykardie) sowie eine Digoxin-Intoxikation.

Bei stationären Patienten ist ein Magnesiummangel relativ häufig, v. a. in Kombination mit einem Kaliummangel.

► **Dosierung..** Bei Verdacht auf einen vorliegenden Magnesiummangel sollen 2 g langsam peripher venös über 1–2 Minuten appliziert werden. Die Gabe kann nach 10–15 Minuten wiederholt werden.

Natriumhydrogenkarbonat $NaHCO_3$ (Bikarbonat)

Der routinemäßige Einsatz von Natriumhydrogenkarbonat während und nach erfolgreicher CPR wird **nicht** empfohlen.

Bei einem Kreislaufstillstand entsteht eine kombinierte respiratorische und metabolische Azidose. Zum einen, weil der pulmonale Gasaustausch nicht mehr stattfindet, und zum anderen, weil das Gewebe nicht mehr mit Sauerstoff versorgt wird.

Natriumhydrogenkarbonat ist eine Puffersubstanz und neutralisiert Wasserstoffionen im Extrazellulärraum. Bei diesem Prozess wird gleichzeitig vermehrt Kohlendioxid freigesetzt, welches rasch in die Zellen diffundiert. Dadurch wird die *intrazelluläre* Azidose noch verstärkt. Eine arterielle Blutgasanalyse stellt lediglich den *extrazellulären* Säure-Basen-Status dar.

Die beste Behandlung einer Azidose während der CPR sind Thoraxkompressionen und die Beatmung. Natriumhydrogenkarbonat soll nur erwogen werden, wenn die Ursache für den Kreislaufstillstand eine Hyperkaliämie ist oder wenn es sich um eine lebensgefährliche Hyperkaliämie handelt. Natriumhydrogenkarbonat findet außerdem Anwendung bei einer Vergiftung mit trizyklischen Antidepressiva.

Die Standarddosis beträgt 50 mmol iv, dies entspricht 50 ml einer 8,4 %-igen Lösung. Diese Dosis kann wiederholt werden, allerdings nur nach der Bestätigung der Azidose durch eine Blutgasanalyse.

Natriumhydrogenkarbonat kann bei einer versehentlichen paravenösen Infusion schwere Nekrosen verursachen. Die Applikation sollte über einen zentralvenösen Zugang erfolgen.

Schrittmachertherapie

Bei bradykarden Rhythmusstörungen sollte immer überprüft werden, ob eine Schrittmachertherapie von Nutzen sein kann. Es besteht die Möglichkeit, einen transvenösen passageren Schrittmacher zu legen oder transkutan zu stimulieren. Die transkutane Stimulation ist nur zur kurzfristigen Überbrückung geeignet. Sie wird mit speziellen Schrittmachern und -elektroden oder einer Zusatzfunktion am Defibrillator durchgeführt. Zur transkutanen Schrittmachertherapie sollte der Patient sediert werden.

9.2.6 Therapie nach erfolgreicher Reanimation

Nach einer erfolgreichen Reanimation und der Wiederkehr eines spontanen Kreislaufs (ROSC) ist das Gehirn das Organ, welches das Überleben des Patienten am deutlichsten beeinflusst. Im weiteren Behandlungsverlauf versterben die meisten Patienten aufgrund eines neurologischen Schadens. Alle Patienten sollten auf einer Intensivstation behandelt werden.

► **Intensivmedizinische Überwachung.** Der Prozess, der durch den Pathomechanismus der Ischämie-Reperfusion stattfindet, wird als *Post-Cardiac-Arrest-Syndrom* bezeichnet.

Dauert ein Kreislaufstillstand länger, so ist der Patient danach häufig hämodynamisch instabil. Es können schwerwiegende Komplikationen auftreten wie Herzrhythmusstörungen, Herzinsuffizienz bis zum Multiorganversagen. Das Post-Cardiac-Arrest-Syndrom hat viele Gemeinsamkeiten mit einer Sepsis, wie intravaskuläre Volumenverschiebungen und Vasodilatation.

Typischerweise folgt nach einem Kreislaufstillstand zunächst eine Hyperkaliämie, danach entwickelt sich eine Hypokaliämie durch Verschiebung des Kaliums nach intrazellulär. Auch beginnt zunächst eine Phase der zerebralen Hyperämie, darauf folgt jedoch nach kurzer Zeit eine Hypoperfusion durch einen Defekt der zerebralen Autoregulation.

► **Sicherung der Atmung.** Bei einer nur kurzen Periode des Kreislaufstillstandes sind i. d. R. keine weiteren intensiven Therapien wie Intubation und Beatmung notwendig, die Sauerstoffgabe über Maske und Stabilisierung des Blutdrucks ist bei diesen Patienten oft ausreichend. Ein Patient mit eingeschränkter Hirnfunktion (komatöser Patient) sollte jedoch intubiert und beatmet werden, weil Hypoxie und Hyperkapnie zu einem erneuten Kreislaufstillstand führen können. Jedoch gilt es, ebenso eine Hyperoxygenierung als auch eine Hypokapnie zu vermeiden, denn beide verursachen eine zerebrale Vasokonstriktion mit einem reduzierten Blutfluss im Gehirn. Anzustreben ist eine arterielle Sauerstoffsättigung von 94–98 %.

Um den Sauerstoffverbrauch zu reduzieren, sollten ausreichend Sedativa verabreicht werden.

Merke

Nach einem Kreislaufstillstand kommt es zu verschiedenen chemischen Reaktionen im Organismus, die sich negativ auf die Reperfusion der Organe auswirken.

► **Therapeutische Hypothermie.** In den Leitlinien von 2010 wird die therapeutische Hypothermie für alle bewusstlosen Patienten nach einer erfolgreichen CPR empfohlen. Sie sollen so schnell wie möglich auf 32–34 °C gekühlt werden. Mittlerweile bietet die Medizintechnik verschiedene Hilfsmittel (z. B. spezielle Kühlmatten) an. Die kontinuierliche Überwachung

der Körperkerntemperatur ist hierbei obligat. Während der Hypothermie muss der Patient eine ausreichende Sedierung erhalten. Trotzdem kann eine Muskelrelaxation nötig sein, um das Kältezittern zu unterdrücken. Die Phase der Kühlung soll mind. 12–24 h aufrechterhalten werden. Im Anschluss wird der Patient langsam um 0,25°–0,5 °C pro Stunde erwärmt. Dies kann passiv durch Entfernen der kühlenden Elemente erfolgen. Eine folgende Hyperthermie sollte mindestens 72 h lang unbedingt vermieden werden. Zu den Nebenwirkungen der Hypothermie lesen Sie Kap. „Komplikationen" (S. 713).

Neuere Daten zeigen, dass eine moderate Hypothermie von 36 °C gleich effektiv ist im Vergleich zu einer tiefen Hypothermie von 33 °C. Vermutet wird, dass der positive Effekt durch das absolute Vermeiden von Fieber und nicht durch die Hypothermie selbst induziert wird. Somit kann vermutet werden, dass bei einer Überarbeitung der Leitlinien zur CPR (voraussichtlich Ende 2015) eine neue Zieltemperatur in der Post-Reanimations-Phase empfohlen wird.

▸ **Blutzuckereinstellung.** Studien belegen den Zusammenhang zwischen Hyperglykämie und schlechtem neurologischem Outcome nach einer Reanimation. Der Blutzucker sollte unter 10 mmol/l oder 180 mg/dl eingestellt werden. Jedoch haben (oft unbemerkte) Hypoglykämien schwerwiegende Folgen für den Patienten und müssen ausgeschlossen werden, daher ist eine engmaschige Kontrolle des Blutzuckers erforderlich.

▸ **Krampfkontrolle.** Bei 5–10 % der Patienten mit ROSC treten Krampfanfälle und/oder Myoklonien auf. Krämpfe erhöhen den zerebralen Metabolismus und können Hirnschädigungen verursachen. Sie sollen deshalb sofort mit geeigneten Medikamenten therapiert werden. Die beste Behandlung von Myoklonien bietet Clonazepam, gefolgt von Valproat und anderen Medikamenten (weitere Benzodiazepine, Phenytoin, Propofol oder Barbiturate).

Andere mögliche Ursachen für Krampfanfälle wie intrakranielle Blutungen oder Elektrolytstörungen sollten ausgeschlossen werden.

9.2.7 Ethische und rechtliche Überlegungen

Bei schwer oder unheilbar kranken Menschen kommen nicht ohne Grund Bedenken auf, ob im Falle des eintretenden Todes mit lebensrettenden Maßnahmen begonnen werden soll. Bei der Entscheidungsfindung ist in erster Linie der Wille des Patienten ausschlaggebend. Dem Patienten sollte möglichst in einem Gespräch mit dem Arzt die Gelegenheit gegeben werden, diese Entscheidung für sich selbst zu treffen. Ist der Patient nicht mehr in der Lage, seinen Willen zu äußern, muss der mutmaßliche Wille des Patienten Berücksichtigung finden. Eine vorliegende Patientenverfügung muss hierbei berücksichtigt werden.

Merke

Die Unterlassung der CPR (DNAR: Do Not Attempt Resuscitation = kein CPR-Versuch) bedarf immer einer ärztlichen Anordnung, hierbei wäre eine schriftliche Dokumentation in der Patientenakte wünschenswert. Eindeutige Absprachen sowie die Begründung der Entscheidung sollten im gesamten Behandlungsteam kommuniziert sein.

Die meisten Reanimationen bleiben erfolglos und werden abgebrochen. Solange ein schockbarer Rhythmus vorliegt oder reversible Ursachen behandelt werden können, sollte die Reanimation fortgeführt werden. Liegt über einen längeren Zeitraum (bis maximal 20 min) eine Asystolie ohne eine erkennbare Ursache vor, sollte erwogen werden, die Wiederbelebung zu beenden. Die Entscheidung über die Beendigung der Maßnahmen liegt immer beim Arzt.

Die Bedürfnisse Angehöriger sollten bei einer Reanimation Berücksichtigung finden. Häufig werden Wiederbelebungsversuche von Angehörigen begonnen, die dann anschließend dem Patienten ins Krankenhaus folgen. Für viele ist es sehr schwer, während der CPR im Krankenhaus von ihrem Angehörigen getrennt zu sein. Es zeigen sich vorteilhafte Aspekte für Angehörige, die bei einer Reanimation anwesend sein können, wie eine effektivere Trauerbewältigung, wenn der Patient verstirbt sowie das Gefühl, einen geliebten Menschen nicht alleine gelassen zu haben. Nachteile wie seelische Belastung können durch intensive Zuwendung durch ein geschultes Teammitglied reduziert werden. Auf diesen Fall sollten professionelle Teams vorbereitet sein, um den Angehörigen ggf. zu ermöglichen bei der Reanimation anwesend zu sein, aber nur, wenn auch personelle Ressourcen zur Unterstützung der Betroffenen zur Verfügung stehen.

Die Chancen auf eine erfolgreiche Reanimation sind neben vielen anderen Faktoren auch von der Fachkompetenz der Helfer abhängig. Alle professionellen Helfer müssen ihr Wissen und die praktischen Fertigkeiten in der CPR regelmäßig auffrischen, um das Wissensniveau zu erhalten. Das optimale Wiederholungsintervall ist nicht festgelegt, ein Zeitraum zwischen 6 und 12 Monaten scheint sinnvoll zu sein.

Auch personale Fähigkeiten wie eine gute Kommunikation, Teamfähigkeit sowie die Führungsqualität der Teamleiter sind von entscheidender Bedeutung für einen gut strukturierten Ablauf aller Handlungen. Eine Nachbesprechung (Debriefing) im Anschluss an eine Reanimation ist ein gutes Instrument, um die Leistung eines Teams zu analysieren und zu verbessern.

9.3 Leseservice

9.3.1 Literatur

Monitoring der Herz-Kreislauf-Funktion

Beutlhauser T. Der zentrale Venenkatheter. Intensivmedizin up2date 2012: 93–104

Boldt J, Bauer M et al. Hemodynamic Monitoring. Bremen: UNI-MED Verlag AG; 2009.

Carl M, Alms A, Braun J, Dongas A et al. AWMF-S 3-Leitlinie zur intensivmedizinischen Versorgung herzchirurgischer Patienten. Hämodynamisches Monitoring und Herz-Kreislauf. AWMF Register 001/016; Stand: 15.03.2010

Flieger R, Werdan K. PAK-Monitoring. Intensiv- und Notfallbehandlung 2007; 32: 46–54

Heinroth KM, Werdan K. Elektrokardiografie. In: van Aken H, Reinhart K, Welte T, Weigand M. Hrsg. Intensivmedizin. 3. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2014

Hoeft A, Metzler H, Pasch T. Monitoring in Anästhesie und Intensivmedizin. Berlin: Springer; 2008

Hüttemann E. Pulmonalarterienkatheter. In: van Aken H, Reinhart K, Welte T, Weigand M. Hrsg. Intensivmedizin. 3. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2014

Larsen R. Anästhesie und Intensivmedizin in Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie. Berlin: Springer; 2012

Lichtwarck-Aschoff M, Zeravik J, Pfeiffer UJ. Intrathoracic blood volume accurately reflects circulatory volume status in critically ill patients with mechanical ventilation. Intensive Care Med 1992: 18:142–147

RKI. Prävention gefäßkatheterassoziierter Infektionen. Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz 2002; 45: 907–924

Sakka SG, Meier-Hellmann A. Transkardiopulmonale Indikatordilutionsverfahren und Pulskonturanalyse. In: van Aken H, Reinhart K, Welte T, Weigand M. Hrsg. Intensivmedizin. 3. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2014

Sander M, Francis R, Wittkoweski U, von Heymann C. Hämodynamisches Monitoring. In: Spies C, Kastrup M, Kerner T et al., Hrsg. SOPs in Intensivmedizin und Notfallmedizin. Stuttgart: Thieme; 2013

Schummer W. Zentraler Venendruck. Validität, Aussagekraft und korrekte Messung. Anaesthesist 2009; 58:499–505

Schwuchow J, Greim, CA. Memorix AINS. Intensivmedizinische Methoden. Stuttgart: Thieme; 2006

Schrader D, Schrader N. Lärm auf Intensivstationen und dessen Auswirkungen auf Patienten und Personal. Teil 2. intensiv 2001; 9 (4):142–150

Stolecki D. Pflege von Patienten mit intraarteriellen Kanülen und Kathetern. In: Schewior-Popp S, Ullrich L, Sitzmann F, Hrsg. Thiemes Pflege. 12. Aufl. Stuttgart; Thieme; 2012

van Aken H, Reinhart K, Welte T, Weigand M. Hrsg. Intensivmedizin. 3. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2014

Vincent JL, Pinsky MR, Sprung CL, Levy M et al. The pulmonary artery catheter: in medio virtus. Crit Care Med 2008; 36: 3 093–6

Von Hintzenstern U, Sakka SG, Hrsg. Praxisbuch invasives hämodynamisches Monitoring. München: Elsevier; 2006

Werdan K, Ruß M, Buerke M. et al. AWMF-Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie - Herz- und Kreislaufforschung. Infarkt-bedingter kardiogener Schock - Diagnose, Monitoring und Therapie. AWMF-Reg. Nr. 019 – 013. Stand: 13.10.2010

Weyland A, Scheeren T. Hämodynamisches Monitoring – Verbessertes Outcome durch erweitertes perioperatives hämodynamisches Monitoring. Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 2012; 47(2): 92–100

Weyland A, Grüne F. Kardiale Vorlast und zentraler Venendruck. Anaesthesist 2009 58:506–512

Wietasch Götz JK. Erweitertes hämodynamisches Monitoring. In: Wilhelm W, Hrsg. Praxis der Intensivmedizin. Berlin: Springer; 2011

Wilhelm W, Larsen R, Pargger H, Ziegeler S, Mertzlufft F. Hämodynamisches und respiratorisches Monitoring, intravasale Katheter. In: Burchardi H, Larsen R, Marx, G, Muhl E, Schölmerich J, Hrsg. Die Intensivmedizin. Berlin: Springer; 2011

Reanimation

Bundesärztekammer. Grundsätze der Bundesärztekammer zur ärztlichen Sterbebegleitung. Deutsches Ärzteblatt 2011; 7: A346–348. Im Internet: http://www.bundesaerztekammer.de/downloads/Sterbebegleitung_17 022 011.pdf; Stand: 23.09.2014

Deakin CD, Nolan JP, Soar J et al. Erweiterte Reanimationsmaßnahmen für Erwachsene („advanced life support"). Sektion 4 der Leitlinien zur Reanimation 2010 des European Resuscitation Council Notfall Rettungsmed 2010; 13: 559–620

Deakin CD, Nolan JP, Sunde S, Koster RW. Elektrotherapie: Automatisierte externe Defibrillatoren, Defibrillation, Kardioversion und Schrittmachertherapie. Sektion 3 der Leitlinien zur Reanimation 2010 des European Resuscitation Council. Notfall Rettungsmed 2010, 13: 543–558

International Liaison Committee on Resuscitation. International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. Circulation 2010; 122: S 250-S 275

Koster RW, Baubin MA, Bossart LL et al. Basismaßnahmen zur Wiederbelebung Erwachsener und Verwendung automatisierter externer Defibrillatoren. Sektion 2 der Leitlinien zur Reanimation 2010 des European Resuscitation Council. Notfall Rettungsmed 2010; 13: 523–542

Nielsen N, Wetterslev J, Cronberg T et al. Targeted Temperature Management at 33 °C versus 36 °C after Cardiac Arrest. N Engl J Med 2013; 369: 2197–2206

Nolan J. European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2010. Im Internet: http://resuscitation-guidelines.articleinmotion.com/resource-center; Stand: 21.08.2014

Kapitel 10

Körperpflege

10.1 Situation des Patienten *256*

10.2 Pflegemaßnahmen auswählen und anwenden *257*

10.3 Leseservice *269*

10 Körperpflege

Dorothea Mört, Lothar Ullrich

10.1 Situation des Patienten

Fallbeispiel

Sie sind als Pflegeperson für 2 Patienten in Zimmer 6 auf der interdisziplinären Intensivstation im Frühdienst zuständig.

Patient 1: Fr. Meier ist 71 Jahre alt, verwitwet und hat keine Kinder. Ihren Haushalt versorgt sie mit Unterstützung. Ihr Neffe kommt sporadisch in den Abendstunden zu Besuch. Anamnestisch ist ein chronisches Vorhofflimmern, Z. n. PTCA 2003, Z. n. Carotisdesobliteration re. 2009, rheumatoide Arthritis beider Hände und eine beginnende Demenz bekannt. Aufgrund einer kardialen Synkope ist sie vor 3 Tagen gestürzt und hat sich eine Oberarmfraktur zugezogen, die operativ versorgt wurde. Therapieresistente Herzrhythmusstörungen erfordern eine intensivmedizinische Überwachung,

Patient 2: Der 21-jährige Hr. Scholz befindet sich in Ausbildung zum Zimmermann. Vor 15 Tagen erlitt er ein Polytrauma (Sturz aus > 3 m Höhe) und hat sich multiple Extremitätenfrakturen sowie ein leichtes Schädel-Hirn-Trauma zugezogen. Aufgrund der unversorgten Beckenfraktur besteht Bettruhe. Herr Scholz befindet sich seit mehreren Tagen im postoperativen Delir. Die Eltern kommen vorwiegend in den Vormittagsstunden zu Besuch. Die Mutter signalisiert, dass sie die Körperpflege ihres Sohnes sehr gerne übernehmen würde.

Aktuelle Situation: Sie haben Fr. Meier in den Stuhl mobilisiert, damit sie dort mit Unterstützung die Körperpflege durchführen kann. Da Hr. Scholz sehr unruhig ist und Fluchttendenzen zeigt, ist die Trennwand ganz zurückgeschoben. So haben Sie ihn immer im Blick. Zusätzlich steht die Zimmertür halboffen, damit sie schnell Hilfe herbeirufen können. Mittlerweile hat Fr. Meier ihr Nachthemd ausgezogen, um Oberkörper und Arme waschen zu können. Ein Kollege betritt schnellen Schrittes ihr Zimmer, quittiert etwas genervt die Alarme bei Hr. Scholz und ist zugleich auch wieder weg. Kurz darauf kommen die Eltern von ihm zu Besuch, laufen an Ihnen und Fr. Meier vorbei und wünschen einen guten Morgen. Mittlerweile steht die Zimmertür ganz auf. Als Sie Fr. Meier beim Abtrocknen des Oberkörpers behilflich sind, kommt der Oberarzt mit 3 Assistenzärzten zur Morgenvisite ins Zimmer und gemeinsam gehen sie zu Herrn Scholz.

Lernaufgabe

Beschreiben Sie zunächst die Gesamtsituation im Patientenzimmer. Versetzen Sie sich anschließend in die Lage von Fr. Meier während der Körperpflege. Wie wird sie diese vermutlich erlebt haben und welche naheliegenden Gefühle dürften bei Fr. Meier ausgelöst worden sein? Machen Sie Verbesserungsvorschläge!

Menschen entwickeln im Laufe des Lebens spezielle Gewohnheiten und Rituale, aus denen vielfältige Bedürfnisse hervorgehen, die befriedigt sein müssen, damit der Mensch sich wohl und zufrieden fühlen kann. Krankheit, notwendige Therapien oder Therapiefolgen behindern viele Intensivpatienten in der Ausführung ihrer Bedürfnisse.

Körperliche Passivität, Muskelabbau oder Lähmungen haben zur Folge, dass die Handlungsfähigkeit von Intensivpatienten kurz- oder langfristig eingeschränkt ist. Ödeme an Händen und Beinen erschweren flüssige und geschickte Bewegungsabläufe meist nachhaltig. Je geringer die verbleibenden Fähigkeiten sind, desto ausgeprägter sind die Aktivitätseinschränkung und der Unterstützungsbedarf. So können einfache Tätigkeiten wie das Greifen einer Zahnbürste die Handlungsfähigkeit des Patienten überschreiten.

Die Kommunikation ist zumindest in der akuten Krankheitsphase meist deutlich eingeschränkt. Das Äußern von Wünschen, Bedürfnissen oder Gedanken wird durch Sedierung und/oder Intubation erschwert oder unmöglich, s. Kap. „Kommunikation mit kritisch Kranken und ihrem Umfeld“ (S. 124). Fixierungsmaterial im Gesichtsbereich behindert den Patienten zusätzlich in seiner mimischen Ausdrucksfähigkeit.

Selbstwahrnehmung ist ein aktiver Prozess. Durch Sehen, Riechen, Schmecken, Hören und Tasten kann der Mensch sich selbst wahrnehmen und mit seiner Umwelt in Kontakt treten, s. Kap. „Förderung des Bewusstseins, der Wahrnehmung und der Orientierung“ (S. 138). Der Intensivpatient ist aber meist über einen mehr oder weniger langen Zeitraum in mehreren Sinnesleistungen eingeschränkt. Das Sehen wird z. B. durch Lidödeme, Chemosis, Entzündungen (Konjunktivitis) oder notwendige Therapeutika (Augensalbe) erschwert. Schmecken und Riechen werden v. a. durch Endotrachealtubus bzw. Trachealkanüle oder trockener/geschwollener Schleimhaut behindert.

Abb. 10.1 Gefühle, die bei der Unterstützung der Körperpflege auftreten können.

10.1.1 Gefühl und Abhängigkeit

Menschen, deren Fähigkeiten kurz- oder langfristig, gering oder völlig eingeschränkt sind, benötigen Hilfe von anderen Personen. Allein das Erleben von Abhängigkeit oder Einschränkungen in der Selbstbestimmung löst Gefühle wie Hilflosigkeit aus.

Pflegende sind in dieser besonderen Situation gefordert, sensibel zu beobachten und ihr Handeln darauf auszurichten. Jedes wahrgenommene oder mitgeteilte Signal (▶ Abb. 10.1) erfordert ein achtsames und einfühlendes Handeln. Hierzu einige Beispiele:

- **Scham** erfordert z. B. Schutz der Intimsphäre, gleichgeschlechtliche Pflege
- **Misstrauen** erfordert z. B. Erklärungen, Begründungen, Kontinuität
- **Verzweiflung** erfordert z. B. Erfolgserlebnisse, Perspektiven, Feedback
- **Abhängigkeit** erfordert z. B. Mitbestimmung, Förderung, Einsatz von Hilfsmitteln

Lernaufgabe

Überlegen Sie, inwieweit sich die Gefühle von Patienten und Ihnen als Pflegeperson bei der Körperpflege unterscheiden. Stellen Sie diese gegenüber!

10.1.2 Konstitutive Grenzüberschreitungen

Jeder Mensch besitzt seine persönlichen Schamgrenzen, über die er nicht gern hinausgeht. Ziel ist es, die eigene Intimität zu schützen, die Würde zu bewahren. Durch situationsabhängige, räumliche Ab-

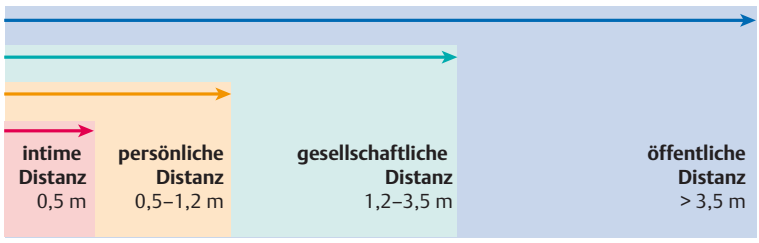


Abb. 10.2 Distanzzonen.

stände (Distanzzonen) kann der Mensch sich vor „Eindringlingen", also vor Grenzüberschreitungen schützen (▶ Abb. 10.2).

Die in ▶ Abb. 10.2 angegebenen Distanzwerte sind als Richtwerte zu verstehen. In- oder extrovertierte Menschen benötigen i. d. R. unterschiedliche räumliche Distanzen zu fremden Personen. Des Weiteren haben Alter, Geschlecht, soziale und kulturspezifische Normen Einfluss auf das individuelle Erleben.

Während fremde Menschen nicht ohne Weiteres in das „Innere" schauen dürfen, wird es situationsbedingt bestimmten Professionen (z. B. Arzt, Pflegende) erlaubt. Der Pflegeberuf ist seinem Wesen nach dazu bestimmt, Grenzen zu überschreiten. Direkte Pflege greift regelmäßig in tabuisierte Sphären ein. Sie haben Zugang zu allen Körperöffnungen und berühren den Menschen am gesamten Körper. Ohne diese konstitutive (unvermeidliche) Grenzüberschreitung wäre z. B. die Unterstützung bei der Körperpflege/Intimpflege, Hilfe beim An- und Auskleiden, Verabreichen von rektalen Medikamenten oder die Übernahme der Mundpflege nicht möglich.

Merke

Pflege erfordert einen äußerst sensiblen Umgang und das stetige Bewusstsein, dass in/an „Intimbereichen" gearbeitet wird. Der Grad hin zu Grenzverletzung ist sehr schmal.

Lernaufgabe

Überlegen Sie, welche Tätigkeiten im pflegerischen Alltag im Bereich der „intimen Distanz" durchgeführt werden. Machen Sie Vorschläge zur Gestaltung dieser Pflegehandlungen.

10.2 Pflegemaßnahmen auswählen und anwenden

Fallbeispiel

Herr R. ist 63 Jahre alt, als er in einen Autounfall verwickelt wird und ein schweres Polytrauma erleidet. Nach einem komplikationsreichen Aufenthalt auf der Intensivstation wird er auf die Intermediate Care Station verlegt. Herr R. ist ein ruhiger, netter und für jede Hilfe dankbarer Patient. Wünsche äußert er nur verhalten. Ein weiterhin bestehendes Problem ist das Abdomen apertum. Aufgrund einer komplizierten Beckenfraktur darf Herr R. weder mobilisiert noch über 60 ° mit dem Oberkörper erhöht positioniert werden. Lediglich die Reinigung des Bauches wird von Pflegenden übernommen, da er dies aus Angst strikt ablehnt. Auch bei den mehrmals täglich nötigen Verbandwechseln wegen Durchfeuchtung der Kompressen vermeidet es Herr R., sich seinen Bauch anzuschauen. Als zum wiederholten Mal dieses Verhalten Inhalt eines Gespräches ist, sagt er nur kurz und nicht ganz ohne Vorwurf: „Können Sie sich eigentlich nicht vorstellen, dass man sich in solch einem Körper nicht wohl fühlen kann? Den ganzen Tag hat man diesen ekeligen Sekretgeruch in der Nase. Alles riecht nach diesem Zeug. Wie soll man sich denn da wohl fühlen? Ich bin nicht mehr ich selbst."

Lernaufgabe

Evaluieren Sie die Situation von Herrn R. Erarbeiten Sie Möglichkeiten und Maßnahmen, die Sie Herrn R. anbieten können, damit er sich wieder „riechen" kann.

10.2.1 Grundsätze zur allgemeinen Körperpflege

Zusätzliche Belastungen für den Patienten sind im Rahmen der Körperpflege zu vermeiden. Erforderlich sind neben Einfühlungsvermögen und Wissen über die Pflegebedürftigkeit, organisatorisches Geschick und fortlaufende Krankenbeobachtung.

Jeder Patient wird über die bevorstehende Pflege informiert: Bei wachen und bewusstseinsklaren Patienten genügt oft die rein verbale Information über das Vorhaben. Bewusstseinseingeschränkte Patienten erhalten begleitend zur verbalen Kommunikation die nonverbale Unterstützung durch gezielte Berührung des betreffenden Körperbereiches. Werden mehrere Körperregionen nacheinander gepflegt, so erhält der Patient direkt vor der Pflegehandlung nochmals die nonverbale Unterstützung durch gezieltes Berühren.

Sofern es die Situation des Patienten zulässt, wird er auf den Rücken mit erhöhtem Oberkörper gelagert. Allein die Liegeposition des Patienten kann darüber entscheiden, ob und wie er die Pflege erlebt und toleriert. Die Betthöhe sollte einerseits so gewählt werden, dass sich daraus eine angenehme Arbeitshöhe für die Pflegenden ergibt, andererseits sollen Patient und Pflegende auf gleicher Augenhöhe kommunizieren können.

Nicht nur der Zustand und die Erkrankung des Patienten sind für die Gestaltung der Pflegesituation mitbestimmend, sondern auch notwendige Therapiemaßnahmen (organunterstützende Systeme, kinetische Therapie, therapeutische Lagerungen). Am Beispiel der kinetischen Therapie heißt das, dass Pflegende mit der Rotation des Bettes „mitwandern". Liegt der Patient in Bauchlage, kann vielfach die Pflege nur unter erschwerten Bedingungen erfolgen.

10.2.2 Haut – Trägerin der Gefühle, des Ausdrucks und der Gesundheit

Die Haut als größtes Organ des menschlichen Organismus erfüllt lebensnotwendige Aufgaben. Sie schützt den Organismus z. B. vor äußerlichen Einflüssen (chemisch und physikalisch), reguliert den Wärme- und Wasserhaushalt und ist Baustein des Immunsystems. Darüber hinaus prägt sie das Erscheinungsbild und die Identität eines jeden Menschen. Durch sie ist es möglich, Kontakt mit der Umwelt aufzunehmen und Sinnesreize zum Gehirn weiterzuleiten. Nicht nur durch Mimik und Gestik können Gefühlslagen

(Freude, Wohlbefinden, Schmerz, Müdigkeit, Angst usw.) ausgedrückt werden, sondern auch unwillkürliche Reaktionen wie Erröten, Erblassen und Schwitzen sind Ausdrucksmöglichkeiten des Körpers über die Haut.

Gesunde Haut erscheint feinporig, ebenmäßig glatt, gut durchblutet und ohne Unreinheiten. Viele Erkrankungen verursachen Veränderungen an der Haut. So lässt

- die bronzefarbige Haut auf eine Lebererkrankung,
- die blasse Haut auf eine Anämie,
- die asch-fahle Haut auf Nierenerkrankungen und
- die blau-livide Haut auf Herz- bzw. Lungenerkrankungen schließen.

Merke

Die Haut ist also nicht nur ein Organ mit vielen wichtigen Aufgaben und Funktionen, sie ist auch im besonderen Maße Spiegel der Gesundheit und der Seele und spielt somit in der Krankenbeobachtung eine bedeutende Rolle.

Hauttypen

Die 3 verschiedenen Hauttypen werden durch das Sekretionsmaß der Talgdrüsen bestimmt (▶ Tab. 10.1).

Intensivpatienten sind durch Organunterstützungssysteme wie CVVH/Dialyse, Medikamente (z. B. Kortikoide) oder luftgefüllte Therapiebetten (z. B. TheraKair Visio, Fa. ArjoHuntleigh) zusätzlich belastet, eine sebostatische Haut zu entwickeln.

Jeder Hauttyp hat seine spezifischen Eigenschaften, Ressourcen und Probleme. Damit Hautpflege fachlich richtig geplant und durchgeführt werden kann, ist neben der Erhebung der Pflegeanamnese ein Hautanalysebogen (▶ Abb. 10.3) hilfreich.

10.2.3 Waschzusätze und Hautpflegemittel auswählen und einsetzen

Waschzusätze

„… Waschungen des Körpers, wenn und wo die regelmäßige Hautabschuppung den von außen auf die Haut gelangten Schmutz nicht prompt und vollständig entfernt; dabei ist der systematische Gebrauch von Seife zu verwerfen, diese soll nur gebraucht werden, wenn Wasser allein zur Reinigung nicht ausreicht; in diesem Fall soll aber das hierbei verlorene Hautfett durch künstliche Einfettung ersetzt werden“ (zit. n. Reichenow 1886).

So merkwürdig diese Verhaltensregel aus dem 19. Jahrhundert auch auf den ersten Blick scheinen mag, sie hat heute immer noch ihre Gültigkeit. Zur Reinigung des Körpers von Schmutz, Staub, zucker- und salzhaltigen Stoffen ist nach wie vor Wasser ausreichend. Waschzusätze (▶ Tab. 10.2) werden nur benötigt, um fetthaltige Stoffe von der Haut zu lösen. Hautpflegemittel werden benötigt, um die Einflüsse von Waschzusätzen (z. B. Seife), Umwelt und/oder Medikamenten auszugleichen. Ziel jeder Hautpflege ist es, durch äußere Einflüsse verloren gegangene Hautfette zu ersetzen und einen gesunden Hydro-Lipid-Mantel zu erhalten.

▶ **Badeöle.** Bornschein (1998) hat in einer Studie nachgewiesen, dass die tägliche Anwendung von Badeölen den Fettgehalt der Haut verbessert, Austrocknung verhindert und damit die Regenerationsfähigkeit unterstützt. Außerdem wird der Säureschutzmantel der Haut weniger negativ beeinflusst als bei Anwendung von Seifen, Syndets oder Waschlotionen. Wie häufig Badeöle verwendet werden können, orientiert sich nur am klinischen Erscheinungsbild der Haut.

Hautpflegemittel

Der von der gesunden Haut gebildete Hauttalg stellt das physiologische Hautpflegemittel erster Güte dar. Jeder Mensch besitzt seine eigene und spezielle Rezeptur. Die Kosmetikindustrie stellt Hautpflegemittel für jeden Hauttyp und für jede Art von Ansprüchen (Tagescreme, Nachtcreme, Gesichtscreme, Augencreme, Körperlotion, Sonnencreme, Anti-Aging-Creme, Aftershave-Creme, Anti-Zellulite-Creme usw.) zu Verfügung. Dieses Angebot scheint von der Bevölkerung auch angenommen zu werden, da der Umsatz an Körperpflegemitteln stetig zunimmt.

Tab. 10.1 Hauttypen.

Ursache	Erscheinungsbild	Folge	Pflege
seborrhoischer Hauttyp (ca. 50 % der Bevölkerung)			
• übermäßige Talgproduktion	• fettig/ölig glänzend	• Haut bleibt länger jung, ist elastisch, robust gegen Druck, Stoß und Umwelteinflüsse • Hautporen verstopfen leicht und neigen zu Hautunreinheiten oder Entzündungen	• Ö/W-Produkte • keine alkoholhaltigen Produkte
Mischtyp (ca. 20 % der Bevölkerung)			
• unterschiedlich ausgeprägte Talgproduktion	• sowohl fettig-glänzend als auch trockenschuppig	• Unreinheiten und Entzündungen im Stirn-Nasen-Bereich • glanzlos, schuppig im Augen- und Wangenbereich	• Ö/W-Produkte für Stirn-Nasen-Bereich • W/Ö-Produkte für die trockenen Bereiche
sebostatischer Hauttyp (ca. 10 – 20 % der Bevölkerung)			
• geringe Talgproduktion • schlechte Speicherung von Feuchtigkeit	• glanzlos • schuppig • feinporig und zart (Hautporen nicht sichtbar)	• empfindlichster Hauttyp • Spannungsgefühl/Juckreiz • oberflächliche Einrisse bei Belastung, die Schmerzen und eine Infektionspforte darstellen	• W/Ö-Produkte
Altershaut			
• Verlust von Unterhautfettgewebe • reduzierte Verbindung von Ober- und Lederhaut • Umwandlung elastischer in kollagene Fasern • Abbau von Kapillaren	• faltig • eher blass • niedrigere Temperatur	empfindlich gegenüber: • Druck • Stoß • Reibung	• W/Ö-Produkte • genügend Flüssigkeit

Tab. 10.2 Waschzusätze.

Eigenschaft	Wirkung auf die Haut	Fazit für die Pflege
Wasser		
• guter Wärmeleiter ◦ Entzug oder Zufuhr von Wärme • Wassertemperatur 10–34 °C: wird als kühl/kalt empfunden ◦ Hypoämisierung • Wassertemperatur > 37 °C: wird als warm/heiß empfunden ◦ Hyperämisierung • Lösen von körpereigenem Talgdrüsensekret je nach Temperatur	• reinigend ◦ wasserlösliche Schmutzanteile ◦ Staub ◦ zucker- und salzhaltige Stoffe ◦ Schweiß • austrocknend durch Verdunstung körpereigenen Wassers bis zur Reproduktion des Hydro-Lipid-Mantels • Verlust der Wasserbindungsfähigkeit durch Auswaschen von Eiweißbausteinen • Lösen von Talgdrüsensekret	• die als angenehm empfundene Wassertemperatur ist bei jedem Menschen sehr unterschiedlich • Wassertemperatur ist dem Hauttyp anzupassen
Seife		
• primär alkalisch: pH 8–11 • enthalten hydro- und lipophile Anteile • weitere mögliche Zusätze: ◦ rückfettende Substanzen (Wollwachs, Fette) ◦ Alkohole ◦ Parfümöle ◦ Desinfektionsmittel ◦ Antibiotika	• Lösen von nicht wasserlöslichem Schmutz • austrocknend durch Verdunstung körpereigenen Wassers • Lösen des Hydro-Lipid-Mantels • Eindringen von Alkalisalzen in die Hornhaut verursacht Aufquellen und Juckreiz • Rückfettung nicht ausreichend • Deoseifen zerstören die Hautflora und reduzieren die Immunabwehr	• zur Normalisierung des Hydro-Lipid-Mantels und des pHs benötigt die Haut zwischen 0,5–3 h • Seifenlauge muss sehr gründlich von der Haut entfernt werden • Haut rückfetten
Flüssigseife		
• Seife mit 84 % Wasseranteil • z. T. Zusatz von Fettsäuren (Kokos-, Rizinusöl und rückfettenden Substanzen)	• Wirkung wie Seife • Fettsäuren können die Haut reizen	• s. Seifen
Syndet		
• Wasch- und oberflächenaktive Substanz (Tenside) • enthalten hydro- und lipophile Anteile • rückfettende Anteile z. B. Paraffin, Sojabohnen-, Olivenöl • Zusätze zur pH-Regulierung	• Wirkung wie bei Seifen, jedoch in geringerer Intensität • Rückfetter nicht ausreichend	• Mittel der Wahl bei normaler, problemloser Haut • keine Syndets bei trockener, zu Allergien neigender Haut • rückfettende Lotionen erforderlich • Überdosierungen können auch normale Haut schädigen • Syndets gründlich von der Haut abwaschen
Badeöle		
• Badeöle ohne Emulgatoren (Spreitungsöle) ◦ verbinden sich nicht mit dem Wasser ◦ können nicht flächenhaft aufgetragen werden • Badeöle mit Emulgator ◦ verbinden sich mit dem Wasser ◦ flächenhaftes Applizieren möglich	• hohes Rückfettungspotenzial • können die Hautporen verstopfen (Vorsicht bei Fieber)	• Badeöle mit Emulgator – das Mittel der Wahl bei trockener Haut • sollen keine Zusatzstoffe wie Duftessenzen oder Desinfektionsmittel enthalten • Häufigkeit der Anwendung je nach Hautbild • Haut nur abtupfen, damit der Ölfilm auf der Haut nicht zerstört wird

Es stellt sich die Frage, welche Hautpflegemittel benötigt der Intensivpatient? Können die gleichen Pflegemittel benutzt werden, die der Patient mit ins Krankenhaus gebracht hat?

Lernaufgabe

Diskutieren Sie das „Pro und Contra" für die Verwendung eigener Hautpflegemittel. Welche Bedeutung können sie für Intensivpatienten und/oder deren Angehörige haben?

Das Wissen um Eigenschaften und Wirkungen der Hautpflegemittel (▶ Tab. 10.3) ist erforderlich, um ein individuelles und auf die aktuelle Situation angepasstes Hautpflegekonzept entwickeln zu können. Ziel ist es, die normale Funktion der Haut durch eine sinnvolle Hautpflege zu unterstützen bzw. wiederherzustellen. Eine fachlich kompetent ausgewählte Hautpflege führt weder zur Austrocknung noch zu einer nachhaltigen Veränderung des Hydro-Lipid-Mantels. Gleichermaßen notwendig sind jedoch auch Kenntnisse über Hauterkrankungen.

10.2.4 Ganzkörperwaschung

Die Ganzkörperwaschung in der Intensivpflege dient nicht nur der allgemeinen Körperpflege (Reinigung, Steigerung des Wohlbefindens, Infektionsprophylaxe), sondern verfolgt häufig ein therapeutisches Ziel. Sedierung, Liegesysteme oder Erkrankungen, um nur einige Ursachen zu nennen, führen oft zu einem gestörten Körperbild. Das Gefühl, wo der Körper anfängt und aufhört, ist nicht mehr oder nur unscharf vorhanden.

Intensivpatienten sind hohen physischen und psychischen Belastungen ausgesetzt, die durch motorische Unruhe, Agitiertheit oder Halluzinationen ausgedrückt werden können. Ein fehlender Tag-Nacht-Rhythmus tut sein Übriges dazu.

Körperpflege bedeutet für diese Patienten in erster Linie, Informationen über sich und den Körper zu erfahren, sich wieder bewegen können oder sogar dürfen.

► **Integration der Angehörigen.** Die Integration in pflegerische Maßnahmen stellt für Angehörige eine Möglichkeit dar, ihrem Partner nahe zu sein, etwas für ihn tun zu können oder das Gefühl zu haben, aktiv an der Genesung des Partners beteiligt zu sein. Die Durchführung der Ganzkörperwaschung oder das Eincremen der Haut ist eine Tätigkeit, die Angehörige nach Anleitung meist gern durchführen. Sie kann mit wenig unmittelbaren Gefahren durchgeführt und von Pflegenden gut beobachtet werden.

Lernaufgabe

Lesen Sie die im Einstiegskapitel dargestellte Situation des Hr. Scholz (Patient 2). Diskutieren Sie, was für oder gegen die Körperpflege durch die Mutter sprechen könnte.

Name: Hr. B. Alter: 56 J. Gewicht: 98 kg
Diagnose: M. Still, Sepsis Datum: 16.07.2014

Hauttyp

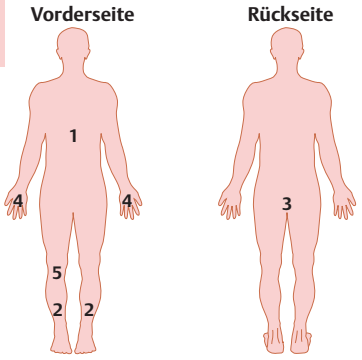
Mischhaut: Körperstamm (1)
Fettige Haut:
Trockene Haut: Unterschenkel bds. (2), Os sacrum (3), Hände (4)

Hautstatus

Elastizität: stark reduziert (2, 3), Ödeme (4)
Sensibilität: schmerzhaft (3, 4)
Hautturgor: reduziert (2, 3), gespannt (4)
Durchblutung: reduziert (2, 4), gesteigert (3)
Farbe: stark gerötet (3)
Temperatur: erwärmt (3)
Allergie:
Hautveränderungen: Psoriasis beide Knie und Ellenbogen (5)

Pflegeplanung

Wassertemperatur: morgens kalt, bei innerer Unruhe warm
Waschzusatz: keine
Hautpflegemittel: W/Ö (2, 4) eigene Creme (5)
Therapeutische GKW: bei innerer Unruhe/Stress basal beruhigend



Bericht

Abb. 10.3 Hautanalysebogen. (mod. n. Rentmeister u. Ullrich 1992)

Tab. 10.3 Hautpflegemittel.

Präparat	Eigenschaft/Inhaltsstoffe	Wirkung auf die Haut	Anwendung
flüssige Form			
alkoholische Lösung	• Gemische aus Äthanol, Isopropanol • Trägersubstanz für Zusatzstoffe	• kühlend • entfettend • austrocknend	• Rückfettung erforderlich
ölige Lösung	• Körperöle aus Oliven-, Avocado-, Mandelöl oder Lebertran	• Aufweichen von Auflagerungen (Borken) • Rückfettung trockener Haut • okklusiv	• lediglich zur Auflösung von z. B. Borken und Schuppen geeignet • in Ausnahmefällen zur Hautpflege der extrem trockenen Haut • ausschließlich medizinische Öle verwenden • Vorsicht bei Patienten mit Fieber • nicht auf gereizte/nässende Haut
feste Form			
Puder	• anorganische Stoffe (Zink-, Titanoxid, Talkum) • organische Stoffe wie Stärke • geringe Haftung auf trockener Haut	• austrocknend durch Entzug von Wasser und Fetten • kühlend • adstringierend • sekretaufnehmend	• bilden bei Kontakt mit Feuchtigkeit scharfkantige Kristalle, die bei jeder Bewegung reiben und Verletzungen hervorrufen • nicht zur Intertrigoprophylaxe geeignet

Tab. 10.3 Fortsetzung

Präparat	Eigenschaft/Inhaltsstoffe	Wirkung auf die Haut	Anwendung
halbfeste Form			
Salben	• wasserfrei • lipophil	• okklusiv • hemmt Perspiratio insensibilis • verhindert Wärmeabgabe und Verdunstung • wasserabweisend • nicht abwaschbar	• lediglich zur Pflege/Therapie lokal begrenzter Hautbezirke z. B. auf den Lippen/Wangen geeignet • nicht zur Körpereinreibung geeignet
Pasten	• wasserfrei • lipophile Grundlage mit 10 %-igem Pulveranteil	• kühlend • austrocknend • sekretbindend • nur mit Öl entfernbar	• nicht bei trockener Haut anwenden • weiche Pasten sind stärker fettend
lipophile Creme (W/Ö)	• Wassertröpfchen sind in einer Öl-Grundlage feinst verteilt • höherer Anteil an Ölen/Fetten • ggf. Zusatz von Urea	• luftdurchlässig durch Wasseranteil • Wärmeaustausch gewährleistet • Feuchtigkeit wird nach dem Auftragen an die Hornschicht abgegeben • an der Hautoberfläche bildet sich ein schützender Fettfilm, der eine weitere Verdunstung von Feuchtigkeit verhindert	• Mittel der Wahl bei trockener Haut • Urea (= synthetischer Harnstoff) bindet Feuchtigkeit und ist zur Behandlung sehr trockener Haut angezeigt • da Urea eher alkalisch ist, kann die Barrierefunktion der Haut beeinträchtigt werden
hydrophile Creme (Ö/W)	• sehr kleine Fetttröpfchen sind in eine wässrige Grundlage eingearbeitet • Creme zieht ohne zu fetten in die Haut ein	• kühlend • zieht schnell ein • lässt sich gut verteilen • mit Wasser abwaschbar • nach Verdunstung des Wasseranteils kommen die Öl-Emulgatoren mit dem natürlichen Hautfett in Kontakt und lösen ihn • in der Folge trocknet die Haut noch mehr aus	• Mittel der Wahl bei fettiger Haut

▶ **Individualität des Patienten.** Um aus dem vielfältigen Angebot der therapeutischen Ganzkörperwaschungen die passende auszuwählen, bedarf es nicht nur der Kenntnisse über die einzelnen Möglichkeiten, sondern es muss auch immer die Individualität des Patienten berücksichtigt werden. Vorlieben sollten genauso berücksichtigt und integriert werden wie die Abneigungen oder ethische/ethnische Regeln.

Verschiedene Formen

Im Folgenden werden 4 therapeutische Ganzkörperwaschungen vorgestellt (▶ Tab. 10.4):
- basal beruhigend
- basal stimulierend (Bobath-Konzept)
- wahrnehmungsfördernd
- schweißreduzierend

Zu beachten ist, dass die aufgeführten Richtlinien z. B. zur Wassertemperatur oder den Umgebungsfaktoren nur als solche anzusehen sind und keinen absoluten Charakter besitzen. Sie sollen und müssen auf den jeweiligen Patienten abgestimmt werden. So ist es durchaus möglich, bei der basal beruhigenden Ganzkörperwaschung gern gehörte Musik laufen zu lassen oder die Wassertemperatur niedriger zu wählen. Auch beim Waschen nach dem Bobath-Konzept sind Abweichungen möglich. Verwirrt es den Patienten, wenn er von der betroffenen Seite angesprochen wird, stellen sie sich auf die nicht betroffene Seite.

Therapeutische Maßnahmen können auch miteinander kombiniert werden (Bobath und basal belebend).

Damit sich der Patient zu Beginn der therapeutischen Ganzkörperwaschung auf die Maßnahme konzentrieren kann, soll zunächst auf Zusätze von Düften u. a. verzichtet werden. ▶ Tab. 10.5 zeigt eine Auswahl von ätherischen Ölen, die therapeutische Ganzkörperwaschungen unterstützen können.

Lernaufgabe

Verwenden Sie verschiedene Waschhandschuhe (Frottee, Einmalwaschhandschuhe, Bauchtücher) und streichen Sie sich bei geschlossenen Augen damit über einen Arm. Welches Material ist angenehmer und vermittelt mehr Reize auf der Haut? Ziehen Sie Rückschlüsse für die verschiedenen therapeutischen Ganzkörperwaschungen.

Merke

Gestalten Sie die Liegeposition des Patienten so, dass eine Kommunikation auf gleicher Ebene stattfinden kann (▶ Abb. 10.4).

Abb. 10.4 Die Liegeposition des Patienten wird so gestaltet, dass der Patient und die Pflegeperson während der Pflege auf gleicher Ebene kommunizieren können. Durch die aufrechte Sitzposition muss der Patient weniger Muskelkraft aufwenden, um bei der Pflege aktiv mithelfen zu können.

Tab. 10.4 Anwendung therapeutischer Ganzkörperwaschungen (mod. n. Bienstein 1991).

basal beruhigend	basal stimulierend	wahrnehmungsfördernd (Bobath-Konzept)	schweißreduzierend
Ziel			
• Förderung von Entspannung, Körperintegration	• Patient fühlt seinen Körper, erfährt die Körpergrenzen	• Wiedererlernen verlorener Bewegungsfähigkeiten • Förderung der bewussten Wahrnehmung der betroffenen Seite • Vermeidung/Hemmung der Spastik	• Reduzierung der Schweißsekretion • Förderung des Wohlbefindens
Indikation			
• unruhige, hyperaktive Patienten • Einschlafstörungen • Schmerzzustände	• bewusstlose oder bewusstseinsgestörte, orientierungslose Patienten • Depressionen	• alle Patienten mit Lähmungen durch Krankheiten des ZNS	• Patienten mit übermäßiger Schweißproduktion aufgrund z. B. Stress, Hyperaktivität, Fieber
Orientierung			
• Körperbehaarung • Körpertemperatur • Vitalzeichen • positive Beziehung zu bestimmten Pflegepersonen • Bewusstseinszustand, Pupillenreaktion • Diagnose			
Wassertemperatur			
• 37–40 °C	• 23–28 °C	• nach Wunsch/Gewohnheit des Patienten	• immer höher als die Körpertemperatur
Hilfsmittel			
• gut ausgewrungener Waschhandschuh	• deutlich strukturierter, tropfnasser Waschhandschuh oder Schwamm	• deutlich strukturierter Waschhandschuh oder Handtuch • flächenhafte Berührungen mit deutlichem Druck, der deutlich beginnt und endet	• feuchter Waschhandschuh
Umgebungsfaktoren			
• wichtig: warme Zimmertemperatur • wenig mit dem Patienten sprechen • keine Unruhe im Zimmer durch andere Personen			
Zusatz			
• keine • ggf. später beruhigende Lavendelmilch	• vertraute Waschlotion oder Seife des Patienten • ggf. später anregende Rosmarinmilch	• keine (ggf. später eigene Zusätze oder Lotionen)	• keine • ggf. Salbeitee (1 l Salbeitee auf 4 l Wasser)
Wirkentfaltung			
• mit der Haarwuchsrichtung	• gegen die Haarwuchsrichtung	• von der nicht betroffenen Seite zur betroffenen Seite unter Betonung der Körpermitte	• unter den Aspekten der basal beruhigenden Waschung
Vorgehen			
• vom Thorax ausgehend beginnen • mit der Haarwuchsrichtung	• von der Körpermitte ausgehend nach außen, erst den Rumpf und dann die Extremitäten waschen • Hand- und Fußbad einbeziehen • gegen die Haarwuchsrichtung	• Pflegende steht auf der betroffenen Seite • Beginn an den Fingern über die Hand, weiter zur Schulter, über das Sternum bis hin zu den Fingern der betroffenen Seite • Brust, Bauch, Beine, Füße und Rücken nach dem gleichen Prinzip • Gesicht zum Schluss waschen • Intimbereich aussparen • punktuelle Berührungen vermeiden	• s. basal beruhigende Waschung • Intimpflege später durchführen
Abtrocknen			
• ebenfalls in Haarwuchsrichtung	• ausschließlich gegen die Haarwuchsrichtung unter Verwendung eines rauen Handtuchs	• in gleicher Weise wie die Waschung	• nur abtupfen • nicht eincremen • in Haarwuchsrichtung

Tab. 10.5 Ätherische Öle und Teezubereitungen für therapeutische Ganzkörperwaschungen.

Zusatz	Wirkung	Zubereitung	Hinweise
schweißreduzierende Ganzkörperwaschung			
Salbeiblätter	• hemmend auf die Schweißproduktion • entzündungshemmend auf Schleimhäute • dyspeptische Beschwerden	als Waschzusatz: • aus ca. 10 g Salbeiblättern 1 l Salbeitee herstellen und zu 4 l warmen Wasser geben	• vor Licht und Feuchtigkeit geschützt aufbewahren • zur äußerlichen Anwendung oder als Teebereitung bestehen keine Bedenken
belebende Ganzkörperwaschung			
Grapefruit (Citrus paradisi)	• psychisch aufhellend • adstringierend	• 3–5 Trpf. Grapefruitöl auf eine Waschschüssel mit Sahne oder Kondensmilch emulgieren	• in warmem Wasser, bei Überdosierung oder empfindlichen Patienten kann es hautreizend wirken
beruhigende Ganzkörperwaschung			
Lavendel (Lavendulae officinalis)	• stark spasmolytisch • sedativ • analgetisch • antiphlogistisch • epithelisierend	• 3–5 Trpf. Lavendelöl auf eine Waschschüssel mit Sahne oder Kondensmilch emulgieren • aus getrockneten Lavendelblättern: • 1 l Lavendeltee herstellen, 5–10 min ziehen lassen, absieben, auf 5 l verdünnen	• keine Nebenwirkungen bekannt • kann überdurchschnittlich lang angewendet werden
Bitterorange (Citrus aurantium)	• sedativ • antispasmodisch • ausgleichend (ZNS) • cholagog • verdauungsfördernd	• 3–5 Trpf. Bitterorangenöl auf eine Waschschüssel mit Sahne oder Kondensmilch	• bei Überdosierungen kann es zu Hautreizungen kommen • gut verträglich

Praxistipp

Zunehmend finden sog. Fertig-Waschhandschuhe/Feuchttücher für die schnelle Pflege zwischendurch oder bei Patienten mit Problemkeimen Anwendung. Durch mikrobiologische Untersuchungen dieser Kosmetikprodukte konnte auch in noch ungeöffneten Packungen vorgefeuchteter Fertig-Waschhandschuhe der Problemkeim Bukholderia-cepacio nachgewiesen werden. Das Robert Koch-Institut empfiehlt daher auf die Verwendung bei Risikopatienten (Immunsupprimierte-/ Intensivpatienten) zu verzichten. Nach Lemmen (2013) konnte nur ein Hersteller ausgemacht werden, der entsprechende Produkte als Medizinprodukt der Klasse I anbietet.

10.2.5 Augenpflege

Intensivpatienten sind aufgrund ihrer Erkrankung oder der zur Behandlung notwendigen Therapiemaßnahmen direkt oder indirekt einem hohen Risiko ausgesetzt, Augenschäden zu entwickeln. Das Ausmaß reicht von einer leichten Konjunktivitis bis hin zu Hornhautulzerationen mit langfristiger Minderung der Sehleistung. Ursachen können sein:

- **Überdruckbeatmung** verursacht einen verminderten venösen Rückfluss, der zu Durchblutungsstörungen der Augenschleimhaut führt und eine Chemosis begünstigt (Imanaka 1997).
- **Trendelenburg-Lage** und zu feste Tubusfixierungen behindern den venösen Rückfluss.
- **Sedierung, Relaxierung, Bewusstlosigkeit** führen zu einer Verringerung der Tränenflüssigkeit und gehen mit dem Verlust des aktiven Lidschlusses einher (Lenart 2000).
- **Medikamente** wie Histamin reduzieren die Produktion der Tränenflüssigkeit und schwächen das Abwehrsystem des Patienten.

Augenveränderungen

Die Inzidenz von Keratitiden bei Intensivpatienten wurde in zahlreichen Studien untersucht. Hernandez und Mannis (1997) fanden bei 40 %, Imanaka (2000) sogar bei 60 % der intubierten und beatmeten Patienten eine oberflächliche Keratitis. Lenart und Garrity (2000) fanden bei 9 von 10 Patienten mit Hornhauterosionen in mikrobiologischen Untersuchungen Keime, die dem Sputum ähnelten. Eine Chemosis wurde bei 60 % der Patienten gefunden (Suresh 2000). Ergebnis aller Studien ist, dass das Risiko, eine Veränderung an der Augenoberfläche zu erwerben, mit der Dauer der Sedierung/Relaxierung/Bewusstlosigkeit und/oder Respiratortherapie ansteigt, wobei Hornhautveränderungen bereits innerhalb eines Tages entstehen können.

Lidödeme

Lidödeme treten nach Gesichtsverletzungen, Operationen im Gesichtsbereich, therapeutischer Bauchlagerung oder einer längeren Trendelenburg-Lagerung auf. Die vollständige Regeneration des Ödems benötigt meist einige Tage, in denen der Patient das Auge nicht öffnen und/oder keinen kompletten Lidschluss herstellen kann. In dieser Zeit ist das Auge gefährdet, Hornhautulzerationen zu entwickeln. Nicht ohne Risiko ist die Anwendung von feuchten Augenkompressen. Neben Erfrierungen und dem Austrocknen der Lidhaut durch Konvektion kann die Kornea bei gleichzeitig bestehender Chemosis durch die aufliegende Kompresse geschädigt werden. Die Therapiemöglichkeit mit den geringsten Nebenwirkungen ist die erhöhte Lagerung des Kopfes mit eventueller Unterstützung des Ödemtransportes durch eine Augenlidmassage vom äußeren zum inneren Lidwinkel (▶ Abb. 10.5).

Abb. 10.5 Lidmassage vom äußeren zum inneren Lidwinkel. (D. Mört)

Abb. 10.6 Chemosis.

Abb. 10.7 Einblutung des Auges. (D. Mört)

Chemosis

Ein weißlich glasiges Ödem der Bulbusbindehaut (Konjunktiva) mit blasenartiger Abhebung von der Lederhaut (Sklera) wird als Chemosis bezeichnet (▶ Abb. 10.6). Allgemein können Entzündungen, Störungen des Lymphabflusses oder Allergien eine Chemosis begünstigen. Intensivpatienten sind zudem durch invasive Respiratortherapie oder Zunahme des Gewebewassers durch erhöhte Permeabilität des Gefäßsystems (z. B. bei Sepsis/SIRS) gefährdet.

Einblutungen

Unterblutungen der Konjunktiva (Hyposphagma) des Auges (▶ Abb. 10.7) benötigen in aller Regel keine besondere Behandlung. Die allgemeine Pflege mit Augensalben und fortlaufende Inspektion reichen in den meisten Fällen aus. Vergrößert sich jedoch die Blutung und bildet eine Blase, die aus dem Auge hervortritt, ist eine augenärztliche Untersuchung zu empfehlen.

Konjunktivitis

Rötungen der Augenbindehaut lassen auf eine Konjunktivitis (Entzündung der Augenbindehaut) schließen, deren Ursachen komplex sind. Hierzu gehören:

- chemisch-physikalische Reize wie Fremdkörper, Staub, Verätzungen, Strahlen
- Infektionen durch Bakterien oder Viren
- chronische Konjunktivitis (verminderter Tränenfluss durch verminderte Tränensekretion)
- Allergien
- pathologische Prozesse (z. B. Lidkarzinom) in unmittelbarer Augennähe

Zur Abklärung, ob es sich um einen entzündlichen Prozess handelt, sollte eine mikrobiologische Untersuchung erfolgen.

Pflegestandard Augenpflege

Definition

Augenpflege beinhaltet alle pflegerischen Maßnahmen, die zur Prophylaxe und/oder Reduzierung der Gefahren für die Augen beinhaltet. Sie umfasst die Reinigung, Inspektion, ggf. Spülung und bei Bedarf die Applikation von Pflegemitteln. Zum Auge gehören auch Augenlider und Augenwimpern.

Vorbereitung

Zur Vorbereitung gehören:

- Informationen aus der aktuellen Pflegedokumentation über den letzten Augenbefund einholen, ggf. Verordnungen hinzuziehen.
- Material vorbereiten.
- Patienten informieren und positionieren.

▶ **Material.** Dies sind:

- Beistelltisch
- Einmalhandschuhe
- Einmalschürze
- Händedesinfektionsmittel
- Mund-Nasen-Schutz
- sterile Kompressen (5 × 5 cm)
- sterile, körperwarme Spüllösung (NaCl 0,9 %)
- bei Bedarf Augentropfen oder -salben (▶ Tab. 10.6)
- Abwurf

Tab. 10.6 Augensalben und -tropfen.

Inhaltsstoffe und Wirkungsweisen	Indikationen	Wirkzeit	Bemerkungen
Bepanthen (Augen- und Nasensalbe)			
• Dexpanthenol (Förderung der Epithelisierung)	• Konjunktivitis • Verletzungen, Verätzungen der Binde- und Hornhaut • oberflächliche Schädigungen an der Horn- und Bindehaut bzw. Nasenschleimhaut	max. 6 h	• Sehkrafteinschränkung möglich; bei Patienten in der Aufwachphase kann dies zu Irritationen führen • gute Toleranz • geöffnete Tube ist 1 Woche haltbar
Coliquifilm (Augensalbe)			
• flüssiges Paraffin (Schutz vor Austrocknung) • Vaseline (Gleitmittel) • Wollwachsalkohol	Gleit- und Schutzmittel z. B. bei: • trockenen Augen • Prophylaxe von Lidverklebungen bei Hornhauterosionen • traumatischen Hornhautverletzungen		• gelförmige Augensalben gehen häufig eine schlechtere Verbindung mit der Tränenflüssigkeit ein als salbenförmige, sodass u. U. auch nach Stunden noch der Salbenstrang dem Auge aufliegt
Liquifilm (Augentropfen)			
• Polyvinylalkohol (Tränenersatzflüssigkeit) • Polyvidon	• trockene Augen • Bindehautentzündung		• Anwendung bis zu 6 × tgl.
Cornergel/-Fluid			
• Dexpanthenol (Förderung der Epithelisierung) • weitere Hilfsstoffe	• Adjuvans bei Haut- und Schleimhautläsionen des Auges wie z. B. bei: • Reizungen, Entzündungen, trockenen Augen • Hornhautulzerationen • Nachbehandlung von Keratitiden gleich welcher Ursache	4–6 h	• bildet keine Schlieren auf dem Auge • verhältnismäßig teuer

Durchführung

Das Auge wird folgendermaßen gepflegt:

- Mund-Nasen-Schutz, Einmalschürze anziehen.
- Hände desinfizieren.
- Einmalhandschuhe anziehen.
- Kopf des Patienten nach rechts lagern, damit die Spülflüssigkeit in den linken inneren Lidwinkel fließen kann (▶ Abb. 10.8a).
- Sterile Kompresse an den äußeren Lidwinkel des linken Auges legen.
- Mit Daumen und Zeigefinger das Auge öffnen.
- Sofern Salbenreste im Auge vorhanden sind, diese so herausspülen, dass die Flüssigkeit vom äußeren in den inneren Lidwinkel fließen kann (▶ Abb. 10.8b).
- Auge inspizieren.
- Auge erneut öffnen und das entsprechende Pflegemittel in den unteren Bindehautsack einbringen (▶ Abb. 10.8c).
- Auge evtl. manuell schließen.

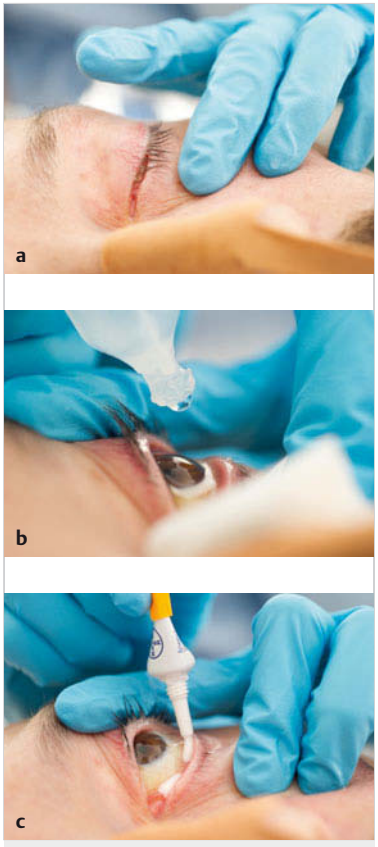


Abb. 10.8 Augenpflege bei einem Intensivpatienten.
a Handhaltung zum Öffnen des Auges.
b Einbringen von Tropfen.
c Einbringen von Salbe.

- Kopf des Patienten nun nach links lagern und die Pflege des rechten Auges in gleicher Weise durchführen.
- Anschließend den Kopf des Patienten wieder in physiologische Stellung bringen und Material entsorgen.

Bei Bedarf kann eine vorsichtige Lidmassage zur gleichmäßigeren Verteilung der Augensalbe durchgeführt werden.

Liegt eine Infektion eines oder beider Augen vor, muss ein Handschuhwechsel vorgenommen werden. Ferner wird dann für jedes Auge ein eigenes Pflegemittel (Kennzeichnung der Tube/Flasche) verwendet.

Komplikationen

Zu den Komplikationen der Augenpflege gehören

- Verletzung der Bindehaut durch unvorsichtiges Arbeiten bzw. Berührung mit der Tubenspitze,
- Infektion der Augen durch unsachgemäßes Arbeiten bzw. Kreuzinfektionen,
- Allergien auf verwendete Pflegemittel,
- Inakzeptanz des Patienten durch schmerzhafte und/oder unangenehm empfundene Pflege,
- starker Tränenfluss.

Dokumentation

Folgende Aspekte sind zu dokumentieren:

- Lidschluss komplett/inkomplett
- Aussehen der Bindehaut und Augenlider (Rötung, Schwellung, Schmerz, Tränenfluss, Chemosis, Trübung, Feuchtigkeit, Verfärbungen, Ödeme, Hämatome)
- Pupillenreaktion
- Augenstellung
- Uhrzeit der Durchführung
- verwendete Pflegemittel, falls abweichend von der Planung
- Reaktion des Patienten
- Verlaufsbeschreibung (Greift die Maßnahme oder tritt eine Verschlechterung ein?)

Augentropfen mit Konservierungsstoffen sind 4 Wochen, ohne Konservierungsstoffe 24 Stunden haltbar. Verschlüsse von Augentropfenflaschen dürfen untereinander nicht vertauscht werden, da Inkompatibilitäten auftreten können.

Merke

Bei Augenspülungen muss sichergestellt sein, dass die Spülflüssigkeit aus nur geringer Höhe auf die Kornea geträufelt wird, da diese sonst geschädigt werden kann.

Praxistipp

Bei korrekter Dosierung und Applikation milchiger Augensalben ist die Sehleistung nicht länger eingeschränkt und die Pupillenkontrolle wesentlich erschwerter als bei Gelen. Machen Sie einen Eigenversuch!

Wissenschaftlich belegte Behandlungsmethoden

Die Diskussion über die richtige Augenpflege wurde in der Vergangenheit durch vielfältige Studien versucht zu beenden. Dies ist bis heute nicht eindeutig gelungen. Dies zeigen auch die durch Irving (2005) erwähnten Methoden zur Augenpflege, die wissenschaftlich bestätigt wurden. Das Spektrum reicht von regelmäßiger Anwendung von Hypomellose-Augentropfen (Hypomellose = Verdickungsmittel für Flüssigkeiten), Augensalbe bis hin zum Abdecken des Augen mit einem Polyarylamid-Verband oder Polyethylenfolie. Lenart hat 1996 einen Algorithmus zur Augenpflege entwickelt, der die o. g. Komponenten enthält. Suresh (2000) hat ihn für die Intensivpflege vereinfacht (▶ Abb. 10.9).

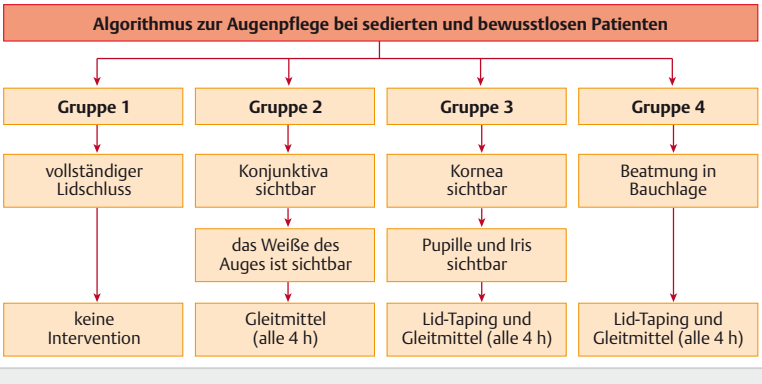


Abb. 10.9 Management-Algorithmus zur Augenpflege. (mod. n. Suresh 2000)

Demnach ist das entscheidende Kriterium für die Auswahl der geeigneten Maßnahme das Vorhandensein bzw. Nicht-Vorhandensein eines kompletten Lidschlusses. Inhalte der abschließenden kritischen Diskussion zur Wirksamkeit und Effizienz des Algorithmus sind:

- Nicht jeder inkomplette Lidschluss wurde von Pflegenden erkannt (auch unter der Polyethylenfolie).
- Wiederholtes Entfernen der Polyethylenfolie kann zu Hautschäden führen.
- Pflegende bemerken zwar häufig den inkompletten Lidschluss, sind jedoch durch lebenserhaltende Maßnahmen zu sehr beschäftigt, um frühzeitig zu handeln.
- Pflegende tun sich schwer, die Augen bei Patienten zuzukleben, die gelegentlich einen Lidschlag besitzen. Suresh (2000) empfiehlt als Alternative die häufige Applikation von Gleitmitteln.
- Es muss eine Einführung in den Algorithmus und eine Evaluation der Durchführung erfolgen.
- Bei richtiger Anwendung des Algorithmus konnte die Rate der Hornhautveränderungen von 42 % auf 8,7 % gesenkt werden.

Zusammenfassung

Als Fazit lässt sich zusammenfassen:

- Sedierte, relaxierte oder bewusstlose Patienten haben ein hohes Risiko, Augenschäden zu erleiden. Daher ist eine konsequente und sorgfältige Befundaufnahme und Dokumentation erforderlich.
- Pflegende müssen Kenntnisse über die verschiedenen Augenveränderungen haben, damit Komplikationen frühzeitig erkannt werden können.
- Bei inkomplettem Lidschluss muss eine Pflegeintervention erfolgen. Der passive Lidschluss ist nicht ausreichend, um das Auge vor Schäden zu schützen.
- Pflegende sollten nicht hinter, sondern seitlich vom Patienten stehen, wenn endotracheal abgesaugt werden muss.
- Werden Folien benutzt, um die Augen zuzukleben, ist darauf zu achten, dass unter der Folie sicher ein kompletter Lidschluss vorhanden ist.
- Die Überprüfung des Kornealreflexes sollte auf das notwendige Maß reduziert werden, da hierdurch Kornealschäden verursacht werden können.

10.2.6 Mundpflege

Der Mund ist eines der sensibelsten Körperbereiche des Menschen. Die Zunge ist nicht nur in der Lage, zwischen den 4 verschiedenen Geschmacksrichtungen süß, sauer, bitter und salzig zu unterscheiden, sondern ist ein hervorragendes Tastorgan, welches die kleinsten Veränderungen im Mund wahrnehmen kann. Die Lippen verfügen über zahlreiche Druck- und Berührungsrezeptoren. Sie liefern uns Informationen über die Beschaffenheit des Materials (glatt, rau, kalt, warm) und wie viel Druck mit ihm ausgeübt wird. Die Zunge hat die Eigenschaft, Ertastetes größer wahrnehmen zu lassen als es in Wirklichkeit ist.

Tab. 10.7 Häufig vorkommende Mundveränderungen beim Intensivpatienten.

Mundveränderung	Ursache
trockene Zunge/Mundschleimhaut	• Mundatmung • ungenügend angewärmte/angefeuchtete Atemluft • Negativbilanzierung • Fieber • Medikamentennebenwirkungen (z. B. Psychopharmaka)
grau-weißer Zungenbelag	• fehlende mechanische Reinigung (Nahrungskarenz)
Aphten	• häufig mechanische Ursache (Zahnprothese, Kieferverdrahtungen, Fixierbändchen des oralen Tubus)
Rhagaden	• Überdehnung der Haut • Eisen- und Vitaminmangel
Soor	• Immunsuppression • mangelnde Mundhygiene • aufsteigende Infektion
Zahnfleischbluten	• Gingivitis • Gerinnungsstörungen
Herpes zoster (▶ Abb. 10.10)	• Herpesinfektion • Schmierinfektion
Stomatitis	• Infektion • mangelnde Mundhygiene
Mundgeruch	• mangelnde Mundhygiene • Gingivitis • Begleiterscheinung bei Erkrankungen (z. B. des Darms, Leber, Niere, Diabetes mellitus)

Merke

Der Mund zählt zu den „nicht öffentlichen" Körperbereichen.

Häufigkeit, verwendete Pflegemittel und Ausmaß der Unterstützung hängen im entscheidenden Maße ab

- vom Zustand des Mundes,
- von der Erkrankung und
- den Möglichkeiten des Patienten.

Für jeden Patienten ist das jeweilige (Aus-) Maß der Pflege individuell zu ermitteln. Sedierte, bewusstseinseingeschränkte Patienten sind nicht in der Lage, über die Notwendigkeit und Häufigkeit der Mundpflege zu entscheiden. Zudem erfordert eine krankheitsspezifische Therapie, z. B. nach Organtransplantation oder bei bestimmten Infektionen, spezielle pflegerische Interventionen. Intensivpatienten entwickeln während ihres Aufenthaltes oft spezifische Mundprobleme, die nicht nur schmerzhaft sind, sondern auch die Kommunikation und Nahrungsaufnahme beeinträchtigen. Zudem stellen sie auch immer ein erhöhtes Infektionsrisiko dar. In ▶ Tab. 10.7 werden die am häufigsten vorkommenden Veränderungen am Mund dargestellt.

Abb. 10.10 Herpes zoster bei einem abwehrgeschwächten Intensivpatienten. (D. Mört)

Praxistipp

Trockene Mundschleimhaut (Xerostomie) ist für Defekte und Entzündungen anfälliger. Zur Optimierung der Wundheilungsverhältnisse muss die Pflege in kürzeren Abständen wiederholt werden und, sofern möglich, der auslösend/bedingende Faktor beseitigt werden.

Lernaufgabe

Diskutieren Sie die Vor- und Nachteile von konventionellen und elektrischen Zahnbürsten sowie Kinderzahnbürsten zur Zahnpflege bei Intensivpatienten.

Tab. 10.8 Auswahl von Mundpflegemitteln.

aktiver Wirkstoff	Wirkung	Anwendungsbereich	Anwendung	Besonderheiten
„Zitronen"-Stäbchen				
• Glyzerin • Zitronensäure • Limonenextrakte	• erfrischend • angenehmer Geschmack	• prä- oder postoperativ bei Nahrungskarenz	• Mundhöhle mit Watteträgern auswischen oder diese auslutschen • gefrorene Stäbchen bes. bei Kindern beliebt • bei längerer Anwendung nach dem Gebrauch den Mund mit Wasser ausspülen, da Zitronensäure den Zahnschmelz angreift	• nicht zur Plaquebeseitigung geeignet • schädigende Wirkung auf den Zahnschmelz und die Mundschleimhaut bei längerer Anwendung nicht bewiesen • Glyzerin verursacht bei längerer Anwendung Mundtrockenheit
Bepanthen-Lösung 5 %				
• Dexpanthenol	• Förderung der Epithelisierung • feuchtigkeitsbindend	• Lösung 1- bis mehrmals tgl. auf die Läsionen auftragen	• Lösung unverdünnt mit Watteträger auf die Läsionen auftragen	• keine Studie zur Anwendung im Mundbereich vorhanden
Hexoral-Lösung				
• Hexetidin	• antiseptisch, ähnlich wie die von Chlorhexidin	• Infektionen im Mund-Rachenraum, einschl. Parodontitis	• 15 ml unverdünnte Lösung ca. 30 s lang gurgeln bzw. spülen • nicht nachspülen • 3 × tgl. nach den Mahlzeiten	• Wirklücken gegen verschiedene Bakterien • Gefahr der Dysbiose • Geschmacksirritationen und gelb-bräunliche Verfärbung der Zähne bei längerer Anwendung • Lösung wird häufig als zu „scharf" empfunden
Chlorhexidin-Lösung 0,2 %				
• Chlorhexidindigluconat	• antiseptisch	• Infektionen im Mund-Rachenraum • Parodontitis	• 15 ml unverdünnte Lösung 1 min lang gurgeln bzw. spülen • nicht nachspülen • 3 × tgl. nach den Mahlzeiten	Nebenwirkungen: • gramnegative Wirklücke (z. B. Pseudomonaden, Proteus, Serratia) • Gefahr mikrobieller Dysbiose, • Geschmacksirritationen/Übelkeit möglich • Mundschleimhautreizungen • bei längerer Anwendung Verfärbungen an den Zähnen, Füllungen und der Zunge möglich • Lösung wird häufig als zu „scharf" empfunden
Octenidol				
Octenidin	• antiseptisch		• 15 ml Mundspüllösung mit Tupfer auftragen oder für 30 s spülen	• breiteres Wirkspektrum als Chlorhexidin • keine Wirklücke gegenüber gramnegativen Bakterien

Gottschalk (2003) hat mithilfe von Fragebögen ermittelt, welche Pflegemittel, Instrumente und Methoden Pflegende in ihrer beruflichen Praxis derzeit anwenden und über welche Erfahrungen sie verfügen. So führen zwar 98 % der Pflegenden eine Mundinspektion durch, jedoch verwenden nur 55 % einen Spatel und nur ca. 48 % eine Stablampe. Bei der Evaluation der benutzten Pflegemittel wurde festgestellt, was schon lange vermutet wurde: Mundpflegemittel werden unreflektiert und eher aus Tradition und Erfahrung angewendet.

Evidenz-basierte Aussagen zur Wirkung von antiseptischen Mundspüllösungen sind auch heute nicht eindeutig zu erhalten. Das Robert Koch-Institut empfiehlt in der Empfehlung zur Prävention der nosokomialen beatmungsassoziierten Pneumonie die Anwendung antiseptischer Substanzen mit nachgewiesener Wirksamkeit (Kategorie IA). Solange aussagekräftige wissenschaftliche Studien fehlen, sind die in ▶ Tab. 10.8 aufgeführten Mittel auch weiterhin nur als Empfehlung zu betrachten.

Pflegestandard Mundpflege

Ziele

Es kann zwischen allgemeiner und spezieller Mundpflege unterschieden werden. Während die allgemeine Mundpflege Maßnahmen zur Erhaltung der Mundgesundheit beinhaltet, ist die spezielle Mundpflege notwendig, wenn prophylaktische und therapeutische Maßnahmen erforderlich sind. ▶ Abb. 10.11 gibt einen Überblick über die Ziele der jeweiligen Mundpflegeart.

Material

Folgendes Material sollte vorbereitet werden:

- Beistelltisch, Abwurf
- Mundschutz und/oder Schutzbrille
- Einmalhandschuhe/ Einmalschürze
- Händedesinfektionsmittel
- Einmalzahnbecher, Einmalzahnbürste mit kleinem Kopf und abgerundeten Borsten, Zahncreme

Ziele der allgemeinen Mundpflege	zusätzliche Ziele der speziellen Mundpflege
• belagfreie Zähne • saubere Zahnzwischenräume • gesunde Lippen • Zahnstein vermeiden • Karies und Parodontitis vorbeugen • Mundgeruch vorbeugen/beseitigen • Zahnverfärbungen vorbeugen • ungehinderte Ernährung ermöglichen • Wohlbefinden erhalten	• Infektions- und Aspirationsprophylaxe (VAP) • Dekubitusprophylaxe • Sekretansammlungen vermeiden • Durstgefühl mindern • Schmerzen lindern • Wahrnehmung fördern

Abb. 10.11 Ziele der allgemeinen und speziellen Mundpflege.

- steriles Aqua/Mineralwasser, ggf. antibakterieller Zusatz
- ggf. Pflegemittel für Mundschleimhaut, Zunge und Lippen
- ggf. Material zum Spülen des Mundes (Spritze, kurzer, dicklumiger Absaugkathete)
- Holzspatel, Punktleuchte
- Cuff-Druckmesser, Stethoskop
- Material zum endotrachealen Absaugen

Praxistipp

Elektrische Zahnbürsten erzielen eine bessere Reinigungswirkung als mechanische Zahnbürsten und sind auch bei geringer Mundöffnung leicht zu verwenden. Sie sind bei Infektionen des Mundes, bei beatmeten und/oder immunsupprimierten Patienten aber aufgrund der schwierigen Desinfektion des Bürstenkopfes nicht empfehlenswert.

Durchführung

Merke

Gestalten Sie die Pflegesituation so, dass immer eine Hand den Tubus sichert.

Bei der speziellen Mundpflege von intubierten/tracheotomierten Patienten ist Folgendes zu beachten:

- Oberkörper mind. 30° hochlagern.
- Ablauf der Magensonde sicherstellen, ggf. Sondenkostgabe unterbrechen.
- Cuffdruck kontrollieren.
- Tubuslage kontrollieren, ggf. Fixierung lockern.
- Ggf. Speichel absaugen/Mund spülen und erste Inspektion durchführen.
- Zähne putzen/Zahnprothese entfernen und reinigen.
- Mund spülen.
- Mund erneut inspizieren.
- Ggf. Pflegemittel auftragen.
- Bei oraler Intubation: Tubus zur Dekubitusprophylaxe umpositionieren.
- Ggf. Zahnprothese einsetzen, Lippenpflege durchführen.
- Cuffdruck kontrollieren.
- Lunge auskultieren und bei Bedarf endotracheal absaugen.

Praxistipp

Zur Entfernung von Zungenbelägen haben sich Zungenbürsten als Einmalmaterial (▶ Abb. 10.12) bewährt.

Abb. 10.12 Zungenbürste. (D. Mört)

Merke

Zum Erhalt der Zähne ist neben dem Zähneputzen die Reinigung der Zahnzwischenräume mittels Zahnseide oder Interdentalbrüsten bei der Mundpflege zu integrieren.

Beurteilung und Dokumentation

Gottschalk et al. (2003) haben in ihrer Untersuchung festgestellt, dass Checklisten bzw. Assessmentinstrumente zur Beurteilung des Mundes eher seltener angewendet werden. Dies erlaubt den Rückschluss, dass die Beurteilung des Mundes eher subjektiv ist und nach unterschiedlichen Kriterien erfolgt. Eine standardisierte Einschätzung ist jedoch Grundvoraussetzung für eine bedarfsorientierte Pflege und Einschätzung hinsichtlich der Effektivität der Maßnahmen. Das BRUSHED-Assessment-Modell (▶ Tab. 10.9) stellt eine einfache Hilfe zur einheitlichen Beurteilung des Mundes dar.

Mundpflege und Prävention der Ventilator-assoziierten Pneumonien (VAP)

Zahlreiche Studien beschäftigen sich mit dieser Thematik. Von Interesse scheint v. a. die Effektivität von antiseptischen Mundspüllösungen, die Häufigkeit der Mundpflege, die Rolle der Zahnreinigung, die Liegeposition des Patienten und die Art des Tubus zu sein. Unsicherheiten bzw. inkonsistente Studienergebnisse liegen im Bereich der antiseptischen Mundspüllösungen vor. Neben allgemeinen Maßnahmen (z. B. Händedesinfektion, Oberkörperhochlage) werden zurzeit folgende Maßnahmen im Rahmen der Mundpflege empfohlen:

- Mundpflege 8-stündlich durchführen.
- Cuffdruck kontrollieren, insbesondere vor der Mundpflege.

Tab. 10.9 BRUSHED Assessment-Modell (mod. n. Fouché 2009).

	Symptom	Charakteristika/mögliche Ursache
B	**Bleeding** (Blutung)	Zahnfleisch, Schleimhaut, Gaumen → Gerinnungsstatus?
R	**Redness** (Rötung, Entzündung)	Zahnfleisch, Zunge, Gaumen → Stomatitis, Gingivitis, Glossitis, Xerostomie, Nebenwirkungen einer Chemotherapie
U	**Ulceration** (Geschwür; Wunden)?	Größe, Ausprägung, Lokalisation → Herpes/ Lippenherpes, Infektion, Krebs
S	**Salvia** (Speichel)	Geruch, Menge, Konsistenz → Xerostomie, Hypersalivation?
H	**Halitosis** (Mundgeruch)	→ Zahnstatus, Azidose, Infektion, Beläge?
E	**External Factors** (externe Faktoren)	→ Fixiermaterial oraler Tubus, Mundwinkelentzündung?
D	**Debris** (Beläge)	sichtbare Beläge/Plaque → Soor, eingetrocknetes Sekret, Fremdkörper?

- Die Mundpflege umfasst: Zähneputzen, Zungenreinigung, Lippenpflege und Maßnahmen zur Dekubitusprophylaxe.
- Mundspülungen unter ständigem Absaugen vornehmen.
- Wenn Mundspülungen mit Wasser vorgenommen werden, sollte dies vorzugsweise steril sein.
- Mund anhand von Checklisten o. ä. beurteilen.
- Bei immunsupprimierten Patienten oder Mundinfektionen sind Einmalmaterialien (Zahnbürsten, Zungenreiniger, Zahnbecher) zu verwenden.

Merke

Bei nicht intubierten, immungeschwächten Patienten kann die Zahnpflege mit einer handelsüblichen Zahnbürste erfolgen, wenn diese neu ist und stehend aufbewahrt wird.

10.2.7 Nasenpflege

Die funktionsunterstützende Pflege der Nase umfasst die Reinigung der Nasenschleimhaut, das Absaugen des Nasen-Rachen-Raumes (NRR) und die Pflege von Tubus bzw. Magensonde.

► **Indikation.** Eine spezielle Nasenpflege ist notwendig bei
- Patienten, die die Pflege selbst nicht durchführen können,
- Implantaten (Magensonde, Tubus),
- Schleimhautreizungen/-defekte o. ä. im Bereich der Nase.

Pflegestandard Nasenpflege

Ziele

Ziele der Nasenpflege sind:
- belagfreie, feuchte Nasenschleimhaut
- Vermeidung eines Sekretstaus
- Vermeidung von Druckulzera
- ungehinderte Nasenatmung bei nicht intubierten Patienten

Material

An Material ist Folgendes vorzubereiten:
- Beistelltisch, Abwurf
- Mundschutz und/oder Schutzbrille
- Einmalhandschuhe/Einmalschürze
- Händedesinfektionsmittel
- sterile/keimarme Reinigungslösung, Watteträger
- Pflegemittel, Punktleuchte
- Absaugkatheter (Ch 10/12)
- evtl. Reinigungslösung für Pflasterreste
- Fixiermaterial

Lernaufgabe

Welche Absaugkatheter haben Sie auf Ihrer Station? Wann würden Sie welchen Katheter einsetzen? Begründen Sie ihre Aussage.

Durchführung

Bei der Nasenpflege ist Folgendes zu beachten:
- Mindestens 1-mal pro Schicht durchführen.
- Hände desinfizieren und Einmalhandschuhe anlegen.
- Unteren Naseneingang absaugen.
- Naseneingang mit feuchten Watteträgern reinigen.
- Nasenschleimhaut inspizieren.
- Ggf. Pflegemittel auftragen.

Merke

Bei Schädelbasisfrakturen oder zentralen Mittelgesichtsfrakturen (Le Fort I-III) darf i. d. R. der Nasen-Rachen-Raum nicht abgesaugt werden.

► **Erneuerung des Fixierpflasters.** Das Fixierpflaster von Sonde bzw. Nasotrachealtubus wird im Rahmen der Nasenpflege mind. 1-mal pro Tag erneuert:
- Fixierpflaster entfernen, evtl. vorher anfeuchten.
- Pflasterreste entfernen.
- Magensonde/Nasotrachelatubus frei im Naseneingang fixieren.
- Ggf. die Befestigungsstelle verändern.
- Lagekontrolle.

Komplikationen

Folgende Komplikationen können im Rahmen der Nasenpflege auftreten:
- Abneigung durch den Patienten
- Dekubitus durch nicht freie Fixierung von Implantaten
- Reizung/Entzündung der Nasenschleimhaut
- Blutungen, Infektionen (Sinusitis)

10.2.8 Dokumentation

Nach jeder Pflegehandlung muss eine zeitnahe Dokumentation erfolgen (► Abb. 10.13). Sie ist nicht nur rechtlich notwendig, sondern ist auch unerlässlich, um Pflege nachvollziehbar und transparent zu machen. Sie soll Auskunft geben über:
- Reaktionen des Patienten
- aktueller Zustand
- Veränderungen
- therapeutischer Verlauf
- Veränderungen in der Pflegeplanung

10.3 Leseservice

10.3.1 Literatur

Behret J. Wirkstoffe in der Pflege leicht gemacht. Gustav Fischer, Stuttgart 1998

BestPractice – Evidence Based Practice Information Sheets for Health Professionals: Eye Care for Intensive Care Patients. Im Internet: http://graphics.ovid.com/db/cinahl/pdfs/200 204 4 923.pdf; Stand: 19.05.2014

Bienstein C, Fröhlich A. Basale Stimulation in der Pflege. Verlag Selbstbestimmtes Leben, Düsseldorf 1991

Bornschein U. Der Schuß ins Waschwasser ..., eine pflegerische Studie über die Wirkung von Badeöl. Die Schwester/Der Pfleger 1998; 37: 1018

Eberding E, Baume A. Augenpflege – eine nicht zu unterschätzende Tätigkeit auf der Intensivstation. Die Schwester/Der Pfleger 2001; 40: 1058

Fouché N. Word of mouth goes a long way for critically ill patients. Southern African Journal of Critical Care 2009; 25 (2): 34

Gottschalk T et al. Untersuchung einiger häufig gebrauchter Mittel, Instrumente und Methoden zur Mundpflege hinsichtlich einer evidenz-basierten Anwendung. Pflege 2003; 16: 91

Gottschalk T, Dassen T. Welche Mittel werden zur Behandlung von Mundproblemen in der Literatur beschrieben? Eine Analyse von deutsch- und englischsprachigen Veröffentlichungen zwischen 1990–2001. Pflege 2002; 15: 137

Gu WJ et al. Impact of oral care with versus without toothbrushing on the prevention of ventilatorassociated pneumonia: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Critica l Care 2012, 16: R190

Heinrichs P. Über die Verwendung von Waschzusätzen und Körperpflegemitteln in der Krankenpflege. intensiv 1995; 3: 149

Hoffmann I. Konstitutive Grenzüberschreitung im Pflegealltag, Eine Reflexion über den Zusammenhang unvermeidbarer Grenzüberschreitung einerseits und Autonomieverletzung bis hin zur Gewalt andererseits. Intensiv 2001; 9: 251

Houston S et al. Effectiveness of 0,12 % Chlorhexidine gluconate oral rinse in Reducing Prevalence of Nosocomial Pneumonia in Patients undergoing heart surgery. American Journal of Critical Care 2002; 11: 567

1. Körperpflege

a ☑ Ganzkörperwaschung
Art *belebend, kein Waschzusatz*

b ☑ Teilkörperwaschung
Häufigkeit *bei Bedarf*

c ☑ Hautpflege
Präparat *eigene*
Häufigkeit *2 x tgl.*

d ☐ Rasur
☐ nass
☐ trocken
☐ After Shave

e ☐ Haarpflege
☑ Kämmen *3* x tgl.
☑ Waschen *Donnerstags* x/Woche

f ☐ Patienteneigenes Parfum/Deodorant:

Bericht

Patient wird deutlich wacher unter der GKW, so dass er die Augen öffnet und die rechte Hand etwas versucht anzuheben.
Haut gut rückgefettet
Geschlossene Blase neben der Mamille
Mutter möchte gerne beim Waschen helfen.
Vereinbarung:
Mutter kommt tgl. um 10 Uhr
Hinterkopf o.B.

2. Augenpflege	Präparat	Häufigkeit
a Reinigung:	*NaCl 0,9 %*	*4* x tgl.
b Pflegemittel:	*Bepanthen AS*	*4* x tgl.

Augen bds. rückläufig gerötet
Chemosis unverändert
kompletter Lidschluss
Patient toleriert Pflege problemlos

3. Nasenpflege	Präparat	Häufigkeit
a Reinigung:	*NaCl 0,9 %*	*4* x tgl.
b Pflegemittel:	*Coldastop Nasenöl*	*4* x tgl.

NRR bds. viel zähes, gelbliches Sekret
NSH bes. unauffällig
ca. 0,5 cm große Rötung um re. Nasenloch bei 5 Uhr

4. Ohrenpflege
Reinigung *im Rahmen der GKW*

keine Rötung, kein Defekt

5. Mundpflege	Präparat	Häufigkeit
a Zähne/Zahnprothese:	*putzen*	*4* x tgl.
b Spülung:	*Aqua + Mundwasser*	*4* x tgl.
c Pflegemittel:	*kein*	x tgl.
d Lippenpflege:	*Vaseline*	*6* x tgl.

Lippen sehr trocken + intakt
Zunge insg. geschwollen und belagfrei
Leichtes Zahnfleischbluten an den oberen Schneidezähnen
ca. 1 cm großes Hämatom am weichen Gaumen
Patient hustet viel und kräftig bei der Pflege

Abb. 10.13 Auszug aus einer Pflegedokumentation.

Imanaka H et al. Ocular Surface Disorders in the Critically Ill. Im Internet: www.hindawi.com/journals/tswj/2013/182 038; Stand: 19.05.2014

Irving B et al. Augenpflege bei Patienten der Intensivpflege. Im Internet: www.steri.ch/eyegard_background_powerpoint_presentation_Deutsch1.pdf; Stand: 19.05.2014

Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut. Prävention der nosokomialen beatmungsassoziierten Pneumonie. Bundesgesundheitsbl 2013; 11: 1578–1590

Lemmen S. Waschen ohne Wasser: Einsatz von Trockenwaschtüchern? Consilum infection. Fragen und Antworten. Sonderausgabe Krankenhaushygiene 2013; 35: 12

Lenart S, Garrity J. Eye care for patients receiving neuromuscular blocking agents or propofol during mechanical ventilation. American journal of critical care 2000; 9: 188

Neander KD. Mundpflege mit so genannten Zungenreinigern. Zeitschrift Pflege 2004; 17: 92

Pongrac L, Roth C, Borchard K, Kuckeland, H. Bei der Körperpflege unterstützen. Grundlagen der Pflege für die Aus-, Fort- und Weiterbildung. Brake: Prodos; 2014; 37

„Quarks und Co". Die Haut – unser größtes Organ. WDR Köln, Sendung vom 8.4.1997

Reichenow A, Hrsg. Hautpflege. In: Handwörterbuch der Zoologie, Anthropologie und Ethnologie. 4. Bd. Breslau (1886) 75

Rentmeister M, Ullrich L. Ein all-tägliches Problem. Die Schwester/Der Pfleger 1992; 31: 607

Robert Koch-Institut. Epidemiologisches Bulletin. 43/ 2008: 378

Schewior-Popp S, Sitzmann F, Ullrich L, Hrsg. Thiemes Pflege. 12. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2012: 284–313

Schmitt S, Hofmann C. Erklärungsbedürftige Applikationsformen. Die Schwester/Der Pfleger 2000: 39: 646

Suresh P et al. Eye care for the critically ill. Intensive Care Medicine 2000; 26: 162–166. Im Internet: http://link.springer.com; Stand: 19.05.2014

Schulz-Stübner S, Kniehl E, Sitzmann F. Die Rolle der Mundpflege bei der Prävention beatmungsassoziierter Pneumonien. Krankenhaushygiene up2date 2010; 3: 177

Wichtl M. Teedrogen und Phytopharmaka, 3. Aufl. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft; 1997

10.3.2 Weiterführende Literatur

Affolter F. Wahrnehmung, Wirklichkeit und Sprache. Villingen-Schwenningen: Neckar Verlag; 1997

Bienstein C, Fröhlich A. Basale Stimulation – die Grundlagen. Hannover: Kallmeyer; 2003

Schewior-Popp S, Sitzmann F, Ullrich L, Hrsg. Thiemes Pflege. 12. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2012

10.3.3 Internetadressen

http://www.basale-stimulation.de
http://www.forum-intensivpflege.de
http://www.stiftung-warentest.de
http://www.at.hartmann.info

Kapitel 11
Wundversorgung

11.1 Grundlagen *272*

11.2 Modernes Wundmanagement *275*

11.3 Juristische Aspekte der Wundbehandlung *285*

11.4 Leseservice *288*

11 Wundversorgung

Lothar Ullrich, Dorothea Mört

11.1 Grundlagen

Fallbeispiel

Herr Abeler, 56 Jahre alt, ist seit einem Jahr Frührentner. Neben einem Diabetes mellitus mit diabetischer Polyneuropathie, einem Ulcus cruris venosum beider Unterschenkel und einer Adipositas per magna (BMI 43,9) besteht noch eine Herzinsuffizienz NYHA-Klasse III. Seit 2 Wochen hat Hr. Abeler die Pflegestufe 1 zugesprochen bekommen. Seitdem übernimmt ein ambulanter Pflegedienst die Wundversorgung beider Unterschenkel.

Aufgrund anhaltender Schmerzen am Gesäß und akuter Verschlechterung des Allgemeinzustandes wird er in eine Klinik eingewiesen und sofort operiert. Ein riesiger Glutealabszess wird gespalten. Da sich sein Zustand dramatisch verschlechtert, wird die Operation frühzeitig beendet. Zur Wundabdeckung wird eine VAC-Therapie eingeleitet. Die chirurgische Versorgung der Unterschenkelwunden wird verschoben.

Beim ersten Verbandwechsel auf der Intensivstation zeigt sich folgendes Bild (▶ Abb. 11.1) an beiden Unterschenkeln:

- bei Abnahme der Kompressenverbände kommt es zu punktuellen Blutungen
- Sekretion von reichlich gelb-trüben, übelriechendem Sekret
- entzündlich geschwollene und zerklüftete Wundränder
- die wundumgebende Haut erscheint pergamentartig dünn
- zirkulär verlaufende Wunde von Sprunggelenk bis zur Mitte beider Unterschenkel
- großflächige Fibrinbeläge über die gesamte Wundfläche
- mehrere Nekroseinseln an beiden Beinen
- Taschenbildung am unteren Wundpol des rechten Unterschenkels

Insgesamt sind beide Beine gut durchblutet, jedoch bis in die Leistenregion stark ödematös geschwollen.

Lernaufgabe

Formulieren Sie das therapeutische Nahziel der Wundversorgung. Stellen Sie einen Wundbehandlungsplan auf und begründen Sie Ihre Materialauswahl!

Abb. 11.1 Wundzustand bei Aufnahme von Herrn Abeler. (D. Mört)

11.1.1 Phänomene wahrnehmen und beurteilen

Definition

Ein voneinander getrenntes und/oder zerstörtes Gewebe mit mehr oder weniger großem Substanzverlust sowie einer eingeschränkten Funktion wird als Wunde bezeichnet. Sie gilt als chronisch, wenn der Substanzdefekt länger als 8 Wochen besteht und trotz lokaler Behandlung keine Heilungstendenz zu erkennen ist. Der Dekubitus und das Ulcus cruris zählen zu den klassischen chronischen Wunden.

Wundarten

Wunden lassen sich nach Ursache (▶ Tab. 11.1), Aussehen, Heilungsverlauf und ihrem Kontaminationsgrad (▶ Tab. 11.2) einteilen. So werden Läsionen ohne Beteiligung tiefer Gewebsstrukturen als einfache Wunden bezeichnet. Sind Muskeln, Sehnen, Gefäße, Knochen oder gar Organe mit betroffen, so handelt es sich um kombinierte Wunden. Ist die gesamte Hautschicht durchtrennt, spricht man von offenen Wunden.

Primäre und sekundäre Wundheilung

Eine primäre Wundheilung ist möglich, wenn der Substanzverlust gering ist (z. B. OP-Wunde, Schnittwunde), die Wundränder eng aneinander liegen und sich keine Fremdkörper oder Keime in der Wunde befinden.

Eine sekundäre Wundheilung folgt bei Verletzungen, die mit einem großen Substanzverlust (Verbrennungen 3. Grades, Risswunden) einhergegangen sind und nicht primär verschlossen werden können. Folge ist meist eine großflächige Narbe, die kosmetisch und funktionell (wenn sie sich in Gelenknähe befinden) unbefriedigend ist.

Merke

Aus einer kontaminierten Wunde entwickelt sich nicht zwangsläufig eine infizierte Wunde. Ausschlaggebend hierfür ist die Art, Virulenz und Anzahl der Keime sowie die Wundbeschaffenheit.

11.1.2 Physiologie der Wundheilung

Der menschliche Organismus ist durch 2 Mechanismen – Regeneration und Reparation – in der Lage, eine Läsion zu verschließen. Die Regeneration einer Läsion mit Epithelzellen kann nur erfolgen, wenn das Gefäß-Bindegewebe-System und die Basalmembran unverletzt geblieben sind.

Wundheilungsphasen

Der Wundheilungsprozess verläuft in mehreren Phasen (▶ Abb. 11.2), in denen jeweils spezifische zelluläre Aktivitäten stattfinden. Dabei sind die Übergänge von der einen zur anderen Phase fließend, sodass v. a. bei schlecht heilenden/chronischen Wunden Merkmale mehrerer Wundheilungsphasen nebeneinander auftreten können:

- Exsudationsphase (Reinigungsphase)
- Proliferationsphase (Granulationsphase)
- Regenerationsphase (Epithelisationsphase)

Der zeitliche Ablauf jeder Phase kann zwar grob benannt werden, hängt aber entscheidend vom Allgemeinzustand des Patienten, dem Wundausmaß, dem Wundklima und den Komplikationen ab.

Exsudationsphase (Reinigung)

Die Exsudationsphase tritt direkt nach dem Trauma auf (▶ Abb. 11.3). Sie ist gekennzeichnet durch Gefäßkontraktion, Aktivierung der Gerinnungskaskade und komplexe immunologische Prozesse. Zunächst werden geschädigte Gefäßwandstellen abgedichtet. Durch Freisetzung vasoaktiver Substanzen (z. B. Histamin, Serotonin und Kinin) wird eine lokale Entzündungsreaktion hervorgerufen, die u. a. mit einer gesteigerten Kapillarpermeabilität einhergeht. Folge der gesteigerten Ex-

Tab. 11.1 Entstehungsursachen für Wunden.

Wundart	Kennzeichen/einwirkende Kraft	mögliche Komplikationen
Mechanisch/traumatische Wunden		
Schnitt- und Stichverletzungen	• glatte Wundränder • Verletzung tiefer Gewebeschichten	Infektion nur, wenn Gegenstand verschmutzt
Schürfwunde	• flächenhafte Wunde durch Scherkräfte • meist nur Schädigung der Oberhaut • geringe Blutung bei starker Wundsekretion	neigt zu Infektionen und Pigmentstörungen nach Abheilung bei Verschmutzung der Wunde
Quetsch-, Platz-, Risswunden	• unregelmäßig zerrissene Wundränder mit Taschenbildung • Blutung durch Überdehnung oder Zerrung	Infektionsgefahr durch verminderte Durchblutung und Entstehung von Nekrosen
Kratz- und Bisswunden	• Kombinationsverletzung von Riss- und Quetschwunde • Blutung durch stumpfe Gewalteinwirkung	extrem hohe Infektionsgefährdung durch Bakterien und Viren
thermische Wunden		
Verbrennung/elektrischer Strom	• Ausmaß ist von der Dauer und Temperatur der Noxe abhängig und reicht von Verletzung der Epidermis bis hin zur völligen Zerstörung der Haut mit Anhangsgebilden	Infektion durch offene Blasen bis hin zu Koagulationsnekrosen und narbiger Abheilung mit Funktionseinschränkung
Erfrierung	• Blässe, Gefühllosigkeit, Blasen oder trockene Nekrosen	Infektion durch geöffnete Blasen bzw. Ausbildung von Nekrosen durch Minderperfusion
chemische Wunden		
Säureeinwirkung (Salpeter-, Schwefel-, Salzsäure)	• gleichen einer thermischen Verbrennung, die von der Art der Substanz, deren pH-Wert, der Konzentration und der Dauer des Kontaktes abhängig ist	Entwicklung einer festen, trockenen Koagulationsnekrose, die sich vom Wundrand scharf abgrenzt
Laugeneinwirkung (Natronlauge)		Erweichung und Verflüssigung des Gewebes, die als weicher, schmierig-glasiger Schorf erscheint (darunter befindet sich meist eine weit in die Tiefe reichende Gewebeschädigung)
strahlenbedingte Wunden		
ionisierte Strahlen Röntgenstrahlen alpha-, beta-, gamma-Strahlen	• werden auch als chemische Verbrennungen bezeichnet • Erscheinungsbild wie bei Verbrennungen • Dosis der Strahlen entscheidet über das Ausmaß der Schädigung	Strahlenulzera oder maligne Tumore
iatrogene Wunden		
Inzisionen OP-Wunde Punktionen Spalthautentnahmestellen Laserbehandlungen	• Hautdefekte, die durch diagnostische oder therapeutische Maßnahmen entstehen	heilen meist ohne Infektion ab
chronische Wunden		
Dekubitus Ulcus cruris (venosum, arteriosum, mixtum) Diabetisches Fußsyndrom ulzerierende Tumore	• trotz kausaler und lokaler Behandlung über Wochen nicht heilende Wunde • Ursachen sind vielfältig (z. B. Grunderkrankungen, Fehlernährung oder Immobilität)	Infektion, Gewebeischämie, Nekrose

Tab. 11.2 Einteilung von Wunden nach ihrem Kontaminationsgrad.

Wundart	Entstehung	Merkmale
aseptische Wunden	• nach aseptischen Eingriffen (OP-Wunden) • nach bedingt aseptischen Eingriffen (Magenresektion) • durch Wunddébridement nach Verletzungen	keine Zeichen einer Wundheilungsstörung oder Wundinfektion direkt durch Naht verschlossen (heilen meist ohne Komplikationen ab)
kontaminierte und potenziell kontaminierte Wunde	• alle offen behandelten Wunden ohne Infektionszeichen wie: • Verbrennungswunden • Drainageeintrittsstellen • Anus praeter • Tracheostoma • chronische Wunden	sind immer keimbesiedelt, was nicht zwingend zu einer Infektion führen muss und/oder den Heilungsprozess negativ behindert
infizierte Wunde	• eröffnete Abszesse, Phlegmone, Panaritium • kontaminierte oder bedingt kontaminierte Wunden mit Infektionszeichen	Zeichen einer Wundinfektion (Rubor, Dolor, Color, Tumor und Functio laesa)

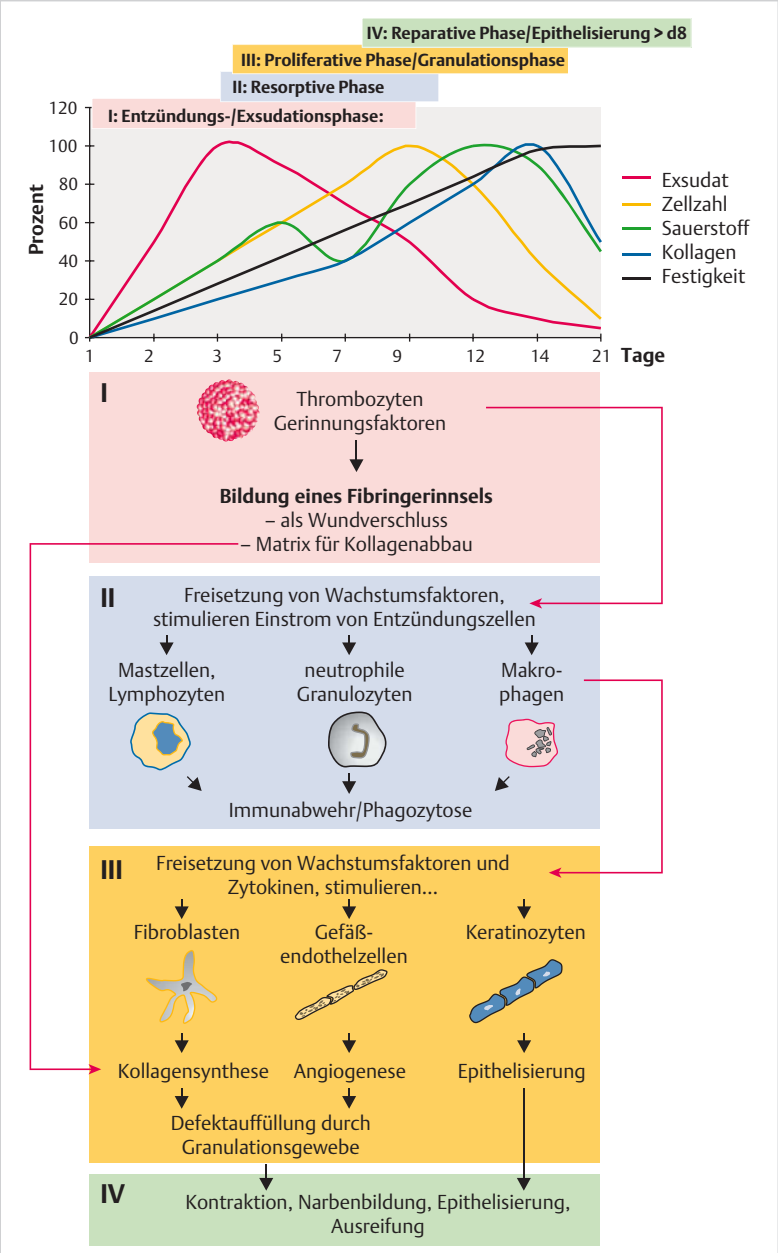


Abb. 11.2 Phasen der Wundheilung. (Tautenhahn et al. 2007)

Abb. 11.3 Wunde in der Exsudationsphase. (D. Mört)

sudation von Blutplasma ist ein Wundödem. Es besteht das Risiko eines Sekretstaus und Mazeration der Wundränder.

Merke

Der Wundverband muss so gewählt werden, dass immer ein ungehinderter Sekretabfluss gewährleistet wird. Wundinfektionen und Wundheilungsstörungen können sonst die Folge sein.

Abb. 11.4 Wunde in der Proliferationsphase. (D. Mört)

Proliferationsphase (Granulation)

In dieser Phase beginnt der Aufbau von neuem Gewebe mit Gefäßeinsprossung und Defektauffüllung. Durch Fibrinolyse wird das Fibringerüst der Gefäßwände abgebaut und verschlossene Gefäße werden rekanalisiert. Die Kontraktion gesunden Gewebes führt zu einer Defektverkleinerung (tgl. um 1–2 mm). Ein gut durchblutetes feuchtes Granulationsgewebe ist Grundvoraussetzung für die Epithelisierung. Kennzeichen einer ungestörten Granulation ist ein gefäßreiches, tiefrotes, körniges und glänzendes Gewebe (▶ Abb. 11.4). Dieses Granulationsgewebe füllt nach und nach die Wunde aus, es dient als vorübergehender Ersatz für zerstörte Gewebestrukturen.

Regenerationsphase (Epithelisation)

Diese Wundheilungsphase ist durch Wanderung der Epithelzellen aufeinander zu gekennzeichnet. Durch Überbrücken der Wundränder mit Bindegewebe entsteht das zell- und gefäßarme Narbengewebe. Das in der Wunde vorhandene Granulationsgewebe verliert zunehmend Gewebewasser und die kollagenen Fasern verdichten sich (▶ Abb. 11.5).

Abb. 11.5 Wunde in der Regenerationsphase. (D. Mört)

allgemein hemmende Faktoren	lokal hemmende Faktoren	fördernde Faktoren
• hohes Alter • Allgemeinerkrankungen • Malnutrition • Kortison-, Zytostatika-, Antibiotikatherapie • Arteriosklerose • Bindegewebserkrankungen • Mangel an Vitamin C und Zink	• Thrombosierung • bakterielle Infektion • Fremdkörper • Nekrosen/Beläge • Austrockunung • Kälte im Wundgebiet • Taschenbildung • Wundödem • Bewegung im Wundgebiet	• aseptische Wundverhältnisse • gute Durchblutung • spannungsfreie Wundränder • Ruhigstellung/Lagerung • jugendliches Alter • guter AZ und EZ • Normothermie im Wundgebiet

Abb. 11.6 Die Wundheilung beeinflussende Faktoren. Bei der Wundheilung sollten lokal und allgemein hemmende Faktoren beseitigt sowie fördernde Faktoren unterstützt werden. (D. Mört)

Beeinflussende Faktoren und Komplikationen

Ziel der Wundheilung ist es, den entstandenen Gewebedefekt schnellstmöglich zu verschließen, um ihn vor Infektionen, Temperaturschwankungen, Austrocknung oder mechanischen Reizen zu schützen.

Möglich ist dies nur, wenn lokal und allgemein hemmende Faktoren beseitigt sowie fördernde Faktoren unterstützt werden (▶ Abb. 11.6). Dabei ist es primär nicht entscheidend, einen Wundverschluss so schnell wie möglich herbeizuführen, sondern die Wunde so zu unterstützen, dass sie nicht chronisch wird.

▶ **Hämatome, Serome und Gewebeödeme.** Sie beeinflussen die Wundheilung negativ, weil durch sie die Wundränder auseinander gedrückt werden und den Kapillardruck erhöhen. Zudem stellen sie ein Nährmedium für Keime dar.

▶ **Störungen in der Bindegewebsneubildung.** Auch Narbenhypertrophien, Narbenwucherungen, Narbenkontrakturen und Wundrupturen beeinflussen die Wundheilung negativ.

▶ **Multiple Faktoren.** Intensivpatienten weisen meist mehrere hemmende Faktoren auf. So führen Organfunktionsstörungen (Sepsis, MOV) häufig zu generalisierten Ödemen, Katecholamintherapie zur Minderperfusion und Antibiotika zur Immunsuppression. Hämatome und Lymphödeme drücken die Wundränder auseinander, erhöhen den Kapillardruck und bieten zudem einen idealen Nährboden für Keime.

▶ **Fibrinbelag.** Fibrin gehört zu den Gerinnungsfaktoren und führt z. B. bei einer Schnittverletzung zur Verklebung der Wundflächen, sodass schon nach kurzer Zeit keine Keime mehr in die Wunde eindringen können. Primär ist Fibrin ein gelblicher, klebriger und transparenter Belag, der mechanisch gut entfernbar ist. Trocknet er aus, bildet sich eine harte Fibrinplatte, die ggf. nur durch Rehydration von der Wunde entfernbar ist.

▶ **Nekrosen.** Wundnekrosen sind Gewebeschäden, die aufgrund einer Stoffwechselstörung den lokalen Zelluntergang zur Folge haben. Unterschieden wird zwischen feuchten und trockenen Nekrosen. Feuchte Nekrosen zeigen sich meist als grauer Wundbelag, der häufig in Kombination mit Fibrinbelag vorkommt. Sie lassen sich meist autolytisch gut lösen. Trockene Nekrosen hingegen zeigen sich als braun bis tiefschwarze, lederartige Beläge, die bis tief in das Gewebe vordingen können. Sie sollten nicht rehydriert, sondern chirurgisch débridiert werden. Sogenannte gelbe Nekrosen bestehen aus Kollagenfasern und sind nicht wasserlöslich.

Die klinische Differenzierung zwischen Fibrinbelag und gelber Nekrose gelingt durch eine einfache Untersuchung. Mit einer sehr feuchten Kompresse wird über den Belag gestrichen. Befinden sich danach gelbliche Partikel oder eine gelbliche Verfärbung auf der Kompresse, handelt es sich um Fibrin (▶ Abb. 11.7); bleiben aber keine Rückstände auf der Kompresse zurück und fühlt sich der Belag lederartig an, handelt es sich eher um Kollagenfasern, die nur chirurgisch entfernt werden können.

Abb. 11.7 Kompressentest. Hier handelt es sich um Fibrinbelag. (D. Mört)

▶ **Biofilm.** Hierunter versteht man eine Schleimschicht (Matrix), in der Mikroorganismen (z. B. Bakterien, Pilze) enthalten sind und die am Wundgrund anhaftet. Die von den Mikroorganismen selbst produzierte Matrix schützt sie

- vor äußeren Einflüssen, sodass die Wirkung von Antiseptika oder Antibiotika beeinträchtigt wird, sowie
- vor körpereigenen Immunzellen (z. B. Phagozyten, Antikörper) des Patienten.

Ferner wird eine erhöhte Gefahr eines Gentransfers zwischen resistenten Formen beschrieben, sodass ein Biofilm als kritische Kolonisation zu betrachten ist und für Wundheilungsstörungen verantwortlich gemacht wird.

Die klinische Differenzierung zwischen Wundbelag und Biofilm ist nicht einfach. Während ein Wundbelag sich als gelbe und relativ trübe Schicht auf dem Wundbett zeigt, sind Biofilme eher von gelartiger Konsistenz. Mikrobiologische Standarduntersuchungen von Wunden ergeben oft nur geringe bakterielle Belastungen, was darauf zurückzuführen ist, dass spezielle Kultivierungstechniken zum Nachweis von Bakterien in Biofilmen erforderlich sind.

Lernaufgabe

Evaluieren Sie die Situation des Herrn Abeler (s. Kapiteleinstieg). Welche hemmenden Faktoren sind primär festzustellen?

11.2 Modernes Wundmanagement

Während primär heilende Wunden im Allgemeinen mit einem Pflaster- oder Kompressenverband gut versorgt sind, verlangen sekundär heilende Wunden nach einer speziellen Versorgung.

Unter Wundmanagement werden Maßnahmen verstanden, die die Wundheilung begünstigen und/oder herbeiführen (▶ Abb. 11.8). Ziel ist es, ein Wundmilieu zu schaffen, in dem die Wundheilungsphasen ungestört ablaufen können und der Wunddefekt ohne Komplikationen abheilen kann.

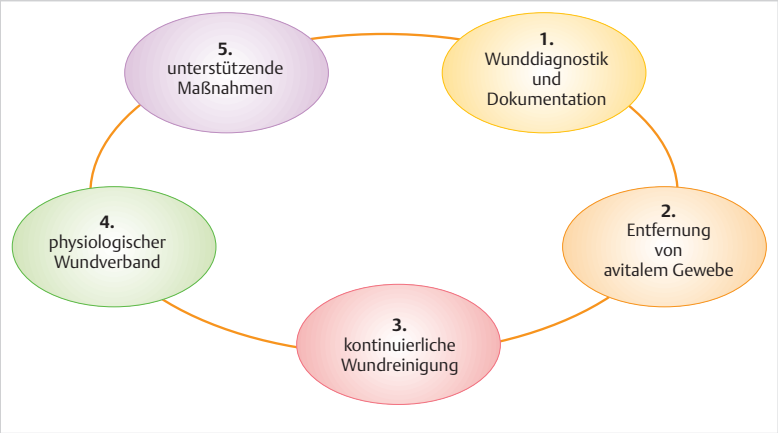


Abb. 11.8 Elemente des Wundmanagements.

11.2.1 Entfernung von avitalem Gewebe

Nekrosen oder Fibrinbeläge auf der Wundoberfläche verhindern die Wundheilung. Sind sie vorhanden, steht das Débridement im Vordergrund. Grundsätzlich stehen heute zwei Verfahren zur Verfügung. Zum einen das chirurgische Débridement, das heute meist nur noch angewendet wird, wenn großflächige Nekrosen (▶ Abb. 11.9) oder zerklüftete Wundtaschen vorhanden sind. Das zweite Verfahren wird als autolytisches Débridement bezeichnet und ist angezeigt, wenn Wunden kleinere oder oberflächliche Beläge/Nekrosen aufweisen.

Abb. 11.9 Großflächige Nekrose auf der Innenseite des rechten Unterschenkels. (D. Mört)

Hydrogele

Hydrogele (z. B. Purilon, Fa. Coloplast; NU-GEL, Fa. Systagenix) sind klare, formstabile gelierte Flüssigkeiten mit Zusatz von Alginaten und einem Wassergehalt zwischen 60 und 95 %. Einerseits stimulieren Alginate Makrophagen, sodass der Abtransport von Gewebetrümmern unterstützt wird. Andererseits erhöhen sie die Aufnahmekapazität des Gels. Hydrogele ermöglichen ein feuchtes Wundmillieu, lösen Nekrosen auf, sodass ein mechanisches Wunddébridement erleichtert wird und binden überschüssiges Wundexsudat.

▶ **Indikationen.** Anwendungsbereich sind chronische, sekundär heilende Wunden mit oberflächlichen fibrinösen Belägen oder feuchten Nekrosen in allen Wundheilungsphasen. Hydrogele sind mit allen anderen Produkten der zeitgemäßen Versorgung von Wunden mit schlechter Heilungstendenz kombinierbar.

▶ **Anwendung.** Nach Reinigung der Wunde wird das Hydrogel auf die Wunde aufgetragen (▶ Abb. 11.10) und ein Sekundärverband angelegt. Da die Quellung erheblich vom Sekretionsmaß der Wunde abhängt, wird hiervon auch das Wechselintervall des Sekundärverbandes mitbestimmt. Bei nur geringfügig sezernierenden Wunden kann das Gel bis zu 7 Tagen auf der Wunde verbleiben, ohne dass ein Sekretstau oder eine Austrocknung zu befürchten ist. Dies erfordert jedoch die Bedeckung der Wunde mit einem geeigneten Sekundärverband. Feuchte Nekrosen und Fibrinbeläge erfordern meist einen 1–2-tägigen Verbandwechsel. Sind auf der Wunde noch Gelrückstände vorhanden, können diese leicht mit NaCl 0,9 % oder Ringer-Lösung abgespült werden. Sind Fistelgänge und enge Wundtaschen vorhanden, sollte auf Geltamponaden zurückgegriffen werden, da sie leichter appliziert und entfernt werden können als das Gel.

Abb. 11.10 Applikation von Hydrogel bei einer Nekrose am Gesäß. (D. Mört)

Praxistipp

Sind tiefe und ausgedehnte Nekrosen (▶ Abb. 11.10) vorhanden, kann die Aufspaltung durch Hydrogele sehr lange (Wochen) dauern, sodass ein chirurgisches Débridement vorzuziehen ist.

11.2.2 Kontinuierliche Wundreinigung

Unter Wundreinigung wird das Entfernen von avitalem Gewebe, Nekrosen, Beläge oder Fremdköper bis auf vitale Gewebestrukturen verstanden. Dabei scheint die mechanische Wundreinigung (Kompressen, Ultraschall) die effektivere Methode zu sein, um avitales Gewebe zu entfernen. Unter Verwendung von Spüllösungen kann das Herauswaschen von unerwünschten Wundbelägen unterstützt werden. Eine Schädigung von vitalem Gewebe findet dabei nicht statt.

Spüllösungen

Zur periodischen Wundreinigung mit Ringer- oder isotoner Kochsalzlösung können keine eindeutigen Aussagen gemacht werden. Auf die Verwendung von unsterilen

Lösungen bzw. Leitungswasser sollte aufgrund der möglichen Kontamination mit Keimen verzichtet werden. Bei erregerbedingter Wundinfektion können antiseptische Lösungen (Polihexanid, Octenidin oder PVP-Jod) zur Wundreinigung erwogen werden.

Antiseptika

Wundantiseptika sind nur erforderlich, wenn klinische Infektionszeichen, ein mikrobiologischer Keimnachweis oder eine manifeste Wundinfektion vorliegen. Gelegenheitskeime in chronischen Wunden bedürfen i. d. R. keiner lokalen antiseptischen Therapie.

Moderne Wundantiseptika müssen folgende Kriterien erfüllen:

- farblos
- ohne Lücken im Spektrum
- keine Resistenzen
- keine Hautreaktionen und Kontaktallergien
- geringe Wundheilungshemmung
- kein Eiweißfehler
- keine Resorption

Merke

Die lokale Reinigung von kontaminierten Wunden mit Antiseptika ist kritisch zu sehen, denn es besteht zusätzlich die Gefahr der Resistenzbildung und allergischer Reaktionen.

Nicht geeignete Antiseptika

► **PVP Jod.** Diese Produktgruppe (z. B. Betaisodona) weist zwar ein breites Wirkspektrum auf (bakterizid, fungizid und eingeschränkt viruzid), wirkt aber austrocknend, wodurch die Gewebeneubildung behindert wird. Weitere unerwünschte Wirkungen sind die Jodresorption und die nicht unerheblich erschwerte Wundbeobachtung. Bei Kindern unter 6 Monaten darf PVP Jod nicht angewendet werden.

► **Alkohol.** Diese Produkte (z. B. Octenisept, Fa. Schülke) sind nicht für die Wundtherapie geeignet. Alkohol trocknet stark aus, ist sehr schmerzhaft und schädigt die Hautflora und die Zellmembran.

► **Wasserstoffperoxyd 3 %.** Diese Lösungen sind aufgrund ihrer schwachen antibakteriellen und nur kurzzeitigen Wirksamkeit als Wundantiseptikum nicht geeignet. Zur mechanischen Reinigung bei Blutverkrustungen auf der Haut können sie verwendet werden.

► **Rivanol.** Produkte wie Rivanol (Ethacridinlaktat-Lösung 0,1 %) und Farblösungen wie Gentiaviolett hemmen nicht nur die Wundheilung, sondern erschweren erheblich die klinische Beurteilung der Wunde.

Zu empfehlende Antiseptika

► **Octenidin (Octenisept), Polihexanid (Prontosan).** Octenisept (Fa. Schülke) und Prontosan (Fa. B. Braun Melsungen AG) sind Wundspüllösungen bzw. Wundantiseptika, die für die Behandlung schlecht heilender Wunden geeignet sind (► Tab. 11.3).

Polihexanid werden gute Zell- und Gewebeverträglichkeit, ein breites antimikrobielles Spektrum und wundheilungsfördernde Eigenschaften zugeschrieben. Somit ist es eine sehr gut geeignete antimikrobielle Substanz zur Behandlung kolonisierter oder infizierter akuter und chronischer Wunden (Dissemond 2009). Polihexanid wird als antiseptische Lösung in verschiedenen Konzentrationen (0,01 % - 0,04 %) angeboten. Ferner sind polihexanidhaltige Produkte wie Gelzubereitungen, Hydrogele und Wundauflagen verfügbar. Ihre Anwendung richtet sich nach den jeweiligen Produkteigenschaften.

11.2.3 Physiologischer Wundverband

Die Anforderungen an einen physiologischen Wundverband sind umfassend. Er soll

- ein feuchtes Wundmilieu erzeugen/aufrecht halten,
- Exsudat aufnehmen,
- den Gasaustausch ermöglichen,
- die Wundtemperatur stabil halten,
- vor Sekundärschäden schützen,
- hypoallergen sein,
- einen atraumatischen Wechsel für Wunde und umgebende Haut ermöglichen,
- schmerzarm zu entfernen sein.

Im Folgenden werden unterschiedliche Wundverbände beschrieben:

- inaktive Wundauflagen
- interaktive Wundauflagen
- aktive Wundauflagen

Tab. 11.3 Wundantiseptika im Vergleich.

Eigenschaften	Indikationen	Kontraindikationen	Besonderheiten
Octenisept (Octenidin)			
• farblos • breites Wirkspektrum • hypoallergen • erhöhte Zelltoxizität • für Kinder geeignet	• infizierte Wunden/V. a. Wundinfektion • infektionsgefährdete Wunden • Wundspülung, Wundumschlag oder Befeuchtung von Verbänden • Zur antimikrobiellen Ganzkörperwaschung bei MRSA kolonisierten Patienten.	• Spülungen der Bauchhöhle, Harnblase, Trommelfell • Unverträglichkeit gegen Inhaltsstoffe	• Einwirkzeit = Trocknungszeit • nicht mit Antiseptika auf PVP-Jod-Basis auf benachbarten Hautarealen verwenden • kann ohne Wirkungsverlust verdünnt, erwärmt (bis auf Körpertemperatur) oder eingefroren werden • Wundspülung nicht unter hohem Druck ins Gewebe einbringen/injizieren • bei Wundkavitäten muss ein Abfluss gewährleistet sein
Polihexanidhaltige Wundspüllösung			
• gebrauchsfertige, klare Lösung • breites Wirkspektrum, insb. gegen S. aureus und P. aeruginosa • Gewebeverträglichkeit • geringe Zelltoxizität • Oberflächenspannung (ermöglicht gute Spülwirkung)	• drohende, akute oder chronische Knochen- und Weichteilinfektionen • Spülung von Wunden und Befeuchtung von Verbänden	• Kombination mit anionischen Tensiden (Seife, Öle, Enzyme) vermeiden • Unverträglichkeit gegen Inhaltsstoffe	• Lösung kann mehrfach auf Körpertemperatur erwärmt werden • Einwirkzeit bei Wundspülungen 1–2 Min. • zum Lösen von z. B. Wundbelägen satt getränkte Tupfer 10–15 Minuten einwirken lassen • bis 8 Wochen nach Anbruch haltbar • Anwendung unter semiokklusiven/okklusiven Verbänden möglich • nicht in den ersten 4 Schwangerschaftsmonaten

Inaktive Wundauflagen

Kompressen

Sie sind zur Abdeckung gering nässender, primär heilender Wunden geeignet. Bei geringer Wundexsudation reichen Baumwoll- oder Vlieskompressen aus. Bei vermehrter Exsudation können doppellagige Baumwoll- oder Saugkompressen verwendet werden. Mit Blut oder Sekret durchfeuchtete Kompressen führen zu unsterilen Wundverhältnissen und müssen erneuert werden. Ist das Wundsekret eingetrocknet, werden die Kompressen hart, verkleben mit der Wunde und verursachen einen schmerzhaften Verbandwechsel. Aufgrund der Fusselbildung sind Kompressen nicht zu zerschneiden.

► **Saugverbände.** Sie bestehen üblicherweise aus Zellulose. Hochabsorbierende Saugkompressen (z. B. Sorbion sachet S, Fa. Sorbion) enthalten superabsorbierende Polymere. Damit sind sie in der Lage, große Mengen an Wundsekret, Bakterien und Zelltrümmer durch den Wundfüller aufzunehmen ohne die Wunde auszutrocknen. Da diese Verbände auch unter Druck die Flüssigkeit nicht wieder abgeben, können sie z. B. auch unter Kompressionsverbänden angewendet werden.

► **Salbenkompressen.** Diese Kompressen (z. B. Jelonet, Fa. Smith & Nephew; Adaptic, Fa. Systagenix) bestehen aus paraffinbeschichteter, grobmaschiger Baumwollgaze, die nicht mit der Wunde verklebt. Durch diese Imprägnierung können sie u. U. den Sekretabfluss behindern.

Metallisierte Wundauflagen

Diese Wundauflagen (z. B. Metaline, Fa. Lohmann & Rauscher) sind auf einer Seite mit Aluminium beschichtet, das ein Verkleben mit der Wunde verhindert. Die perforierte Struktur gewährleistet den Sekrettransport in die Saugschicht. Einsatz finden diese Wundauflagen bei Brandverletzten, bei Hauterkrankungen (z. B. Lyell-Syndrom) oder in der Tracheostomapflege.

Praxistipp

Der erste Wundverschluss ist bei primär heilenden Wunden i. d. R. nach 48 Stunden vorhanden, sodass dann auf eine Wundabdeckung verzichtet werden kann.

Interaktive Wundauflagen

Interaktive Wundauflagen sind in der Lage, mit der Wunde zu „kommunizieren". Grundprinzip interaktiver Wundauflagen ist es, ein feuchtes Wundmilieu zu schaffen und zu erhalten. Dies ist durch Okklusion realisierbar. Die Verbände besitzen absorbierende Eigenschaften, unterstützen die autolytische Wundreinigung, verbessern die Zellmigration und fördern die Fibrinolyse und Gefäßeinsprossung. Zu nennen ist noch ein, zumindest für den Patienten, überaus angenehmer Nebeneffekt: die relative Schmerzfreiheit durch ein feuchtes Wundmilieu.

Zu den interaktiven Wundauflagen zählen:

- hydrokolloidale Verbände
- Hydropolymer-Verband
- Polyurethan-Schaum
- Alginate

Hydrokolloidale Verbände (HCV)

Diese bioaktiven Dressings (z. B. Comfeel Plus Flexibel, Fa. Coloplast) enthalten Polyurethan, Carboxymethylcellulose, Pektin, Gelatine und je nach Hersteller auch Kalziumalginat. Kommen diese Verbände mit Wundsekret in Kontakt, lösen sich die Hydrokolloidbestandteile, quellen auf und bilden ein Gel, in das Wundsekret aufgenommen wird (► Abb. 11.11). Von außen wird eine Blase sichtbar, die den Wechselturnus des Verbandes bestimmt. HCVs werden in verschiedenen Größen und Stärken angeboten. Das Ausmaß der Wundsekretion bestimmt die Dicke des Verbandes.

► **Indikationen.** Durch die Weiterentwicklung von Schaumverbänden haben hydrokolloidale Verbände in der Wundbehandlung deutlich an Bedeutung verloren.

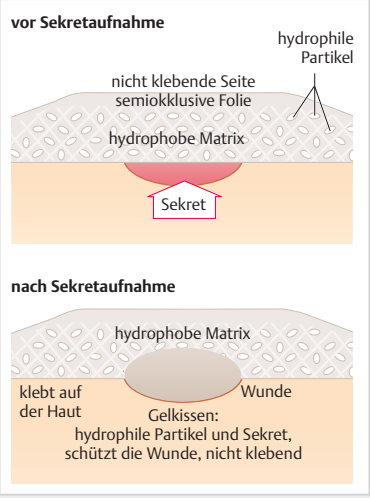


Abb. 11.11 Hydrokolloide. Schematische Darstellung der Wirkungsweise. (Fa. Coloplast)

Indikationen für hydrokolloidale Verbände sind weiterhin

- flache, wenig sezernierende Wunden,
- Spalthautentnahmestellen,
- Schürfwunden,
- Hautschutz bei offenen, stark sezernierenden Wunden mit aggressivem Wundsekret (Pankreasfisteln).

► **Kontraindikationen.** HCVs sollten nicht angewendet werden bei

- klinisch infizierten Wunden,
- Stich- und Bisswunden,
- chronischen Infektionen bei TBC und Syphilis,
- Mykosen,
- Abdomen apertum mit offener Faszie,
- Knochen- und Sehnenbeteiligung,
- Wunden durch arterielle Insuffizienz,
- längerer Bestrahlungstherapie des Wundareals,
- Tumoren,
- ischämischen Wunden bei Diabetes mellitus Typ I,
- Überempfindlichkeiten gegen einen der Inhaltsstoffe.

► **Durchführung.** Die Auswahl des Verbandes richtet sich nach der Größe und dem Sekretionsmaß der Wunde. Er sollte die Wunde 3–4 cm überragen. Bei Bedarf können die Verbände zugeschnitten oder mit der Sandwich-Technik aufgeklebt werden. Ein Verbandwechsel ist erst erforderlich, wenn die Blase bis auf ca. 1 cm den Rand erreicht hat, spätestens jedoch nach 5 Tagen. Häufig ist beim Verbandwechsel ein unangenehm süßlich riechendes, gelbliches Sekret vorzufinden, welches nicht mit Eiter zu verwechseln ist.

Praxistipp

Bei hyperaktiven Patienten rollen sich häufig durch Reibung die Ecken auf, sodass der Verband vorzeitig gewechselt werden muss. Durch Abkleben der Ecken mit luftdurchlässigen Folien (z. B. OpSite Flexifix, Fa. Smith & Nephew) kann man hier effektiv vorbeugen.

Hydropolymer Verband

Hydropolymere Verbände (z. B. Tielle, Fa. Systagenix) sind eine Weiterentwicklung der HCV. Sie bestehen aus einem Wundkissen, einem absorbierendem, strukturbeständigen PU-Schaum, einem bindemittelfreien Vlies und einem hypoallergenen Kleber. Bei Kontakt des geschäumten, hydrophilen Wundkissens mit Wundsekret quillt dieser auf und erhält direkten Kontakt zur Wundoberfläche. Eine Verflüssigung, z. B. zu einem Gel, findet nicht statt. Die über dem PU-Schaum liegende Deckschicht

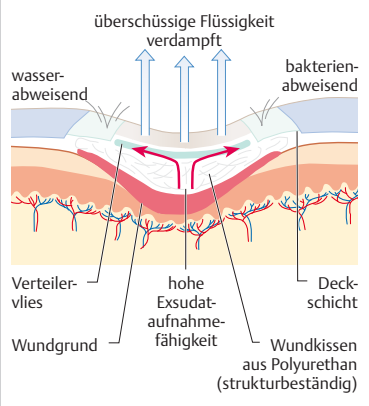


Abb. 11.12 Hydropolymer-Verband. Schematischer Aufbau und Funktionsweise.

nimmt überschüssiges Sekret auf und lässt es durch sie verdunsten. Die gas- und wasserdampfdurchlässige Schutzschicht schützt die Wunde vor Kontamination bzw. Sekundärinfektion (▶ Abb. 11.12).

▶ **Anwendung.** Da der PU-Schaum nicht mit der Wunde verklebt, ist ein atraumatischer Verbandwechsel gewährleistet. Aufgrund der Wasserdichtigkeit können Patienten duschen oder baden.

Der Wundverband kann bis zu 7 Tagen auf der Wunde verbleiben. Aufgrund der sehr guten Klebeeigenschaft sollte zum Lösen des Verbandes NaCl 0,9 % verwendet werden, was besonders bei instabiler, vorgeschädigter Haut beachtet werden muss.

▶ **Indikationen.** Hierzu gehören nicht infizierte, chronische oder akute Wunden. Je nach Exsudatmenge stehen verschiedene Produkte zu Verfügung (z. B. Tielle Lite, Tielle Plus, Fa. Systagenix).

▶ **Kontraindikationen.** Infizierte Wunden, chronische venöse Durchblutungsstörungen und Allergien auf die Klebe- und Inhaltsstoffe stellen Kontraindikationen dar.

Polyurethan-Schaum

Die Oberfläche von Polyurethan-Schäumen (PU-Schaum) ist semipermeabel und wasserabweisend, sodass die Wunde vor Sekundärinfektionen geschützt wird und überschüssiges Wundsekret verdunsten kann. Bei Kontakt mit dem Exsudat quillt der Schaum ohne Gelbildung auf und erhält so direkten Kontakt zur Wundoberfläche. Aufgrund der hohen Absorptionsfähigkeit (ca. das 10-Fache des Eigengewichtes) sind sie zur Behandlung stark exsudierender, aber sauberer Wunden geeignet.

Abb. 11.13 Entwicklung multipler Blasen nach ECMO-Behandlung. (D. Mört)
- **a** Die Haut zeigt sowohl geschlossene als auch bereits geöffnete Blasen mit großen Hautdefekten.
- **b** Zum Schutz der umliegenden Haut und Blasen werden die Wunden mit Mepilex versorgt.

▶ **Silberhaltige PU-Schäume.** PU-Schäume mit Silber (Biatain Ag, Fa. Coloplast; Mepilex Ag, Fa. Mölnlycke Health Care GmbH) eignen sich für infizierte Wunden (auch MRSA, VRE). Durch Kontakt mit dem Wundsekret werden bis zu 7 Tage lang und abhängig von der Exsudatmenge Silberionen freigesetzt, sodass die bakterielle Belastung und damit die lokale Infektion reduziert werden können.

▶ **Ibuprofenhaltige PU-Schäume.** Eine weitere Variante stellt das Biatain Ibu (Fa. Coloplast) dar. Dieser PU-Schaum enthält 0,5 mg Ibuprofen/m² und eignet sich daher zur lokalen Schmerztherapie. Ibuprofen wird abhängig von der Exsudatmenge abgegeben.

▶ **Hafteigenschaften.** Neben verschiedenen Größen sind alle PU-Schäume auch mit unterschiedlichen Hafteigenschaften (nicht haftend, sanft haftend, mit Border) erhältlich. Nicht haftende bzw. sanft haftende PU-Schäume eignen sich besonders für Wunden, die eine hohe Sensibilität aufweisen und die wundumgebende Haut keine Belastung durch Pflasterfixierungen verträgt (▶ Abb. 11.13). Bei Bedarf können PU-Schäume zusätzlich mit elastischen Binden oder Folienverbänden fixiert werden.

Alginate

Alginate (z. B. Kaltostat, Fa. ConvaTec; Biatain Alginate, Fa. Coloplast) sind reine Naturprodukte (Alginsäuren aus Braunalgen). Die aus Kalzium- und/oder Natriumalginaten bestehenden, nicht verwebten Wundauflagen sind in der Lage, große Mengen an Wundsekret aufzunehmen. Daher eignen sie sich für mittelstark bis stark exsudierende Wunden wie z. B. Dekubitus, Ulcus cruris, diabetisches Fußsyndrom und postoperative Wunden sowie für Verbrennungen 1. und 2. Grades. Natriumionen des Exsudates wandeln das unlösliche Kalziumalginat des Verbandes in lösliches Natriumalginat um, woraus ein Gel entsteht. Dieses Gel ist dann in der Lage, Wundexsudat zu binden, ein physiologisches Wundmilieu zu schaffen und Gewebetrümmer und Mikroorganismen aufzunehmen.

▶ **Indikationen.** Alginate werden als Auflagen für flächige und als Tamponaden für tiefe, enge oder zerklüftete Wunden angeboten.

▶ **Anwendung.** Die meisten Alginatauflagen werden mit NaCl 0,9 % angefeuchtet. Dies kann vor oder nach der Applikation auf die Wunde geschehen. Alginate können mit HCV kombiniert werden. Für infizierte Wunden stehen Alginate mit Silberionen (z. B. Silvercel, Fa. Systagenix; Sea-Sorb-Ag, Fa. Coloplast) zur Verfügung.

Sollte eine Alginatauflage mit der Wunde verbacken sein, ist sie mit NaCl 0,9 % anzufeuchten. Werden Alginate isoliert angewendet, sollten Nekrosen oder Beläge nicht mehr vorhanden sein.

Aktive Wundauflagen

Geruchsabsorbierende Dressings enthalten Aktivkohle, die als sehr effektives Absorbens in der Lage ist, Geruchsmoleküle in seine Poren einzuschließen. Ferner können sich Proteinmoleküle und Bakterien an die Aktivkohleoberfläche binden. Durch ihren mehrschichtigen Aufbau mit stark saugenden Materialien können sie gleichzeitig Exsudate aufnehmen. Einige Kompressen enthalten als weiteren Zusatz noch Silber (z. B. Actisorb Silver 220, Fa. Systagenix). Silber hat ein breites bakterizides Spektrum (Pilze, grampositive und gramnegative Aerobier, Pseudomonaden und MRSA sowie VRE). Die Aktivhohle ist mit einem Polyamid-Vlies umhüllt, weshalb eine Kombination mit hydroaktiven und hydrokolloiden Verbänden nicht möglich ist. Hydrogele können dagegen eingesetzt werden.

Aquacel AG Extra (Fa. ConvaTec) als neuere Produktentwicklung verspricht ein Durchbrechen des Biofilm-Schleims,

sodass Bakterien abgetötet werden können. Dies hat zur Folge, dass ein Wiederaufbau des Biofilms verhindert wird und eine Wundheilung einsetzen kann.

► **Indikationen.** Folgende Indikationen lassen sich ableiten:
- infizierte, sezernierende, schmierig belegte Wunden
- infektionsgefährdete Wunden
- sekundär heilende Wunden
- exulzerierende Karzinome/Metastasen

► **Anwendung.** Da diese Wundauflagen keine haftenden Eigenschaften besitzen, ist immer ein sekundärer Verband notwendig. Damit er bei nur geringer Wundsekretion nicht anhaftet (Cave: traumatischer Verbandwechsel) oder die Wunde austrocknet, sollte er mit Ringer-Lösung angefeuchtet werden.

Merke

Aktivkohleauflagen dürfen nicht aufgeschnitten werden, da Kohle in die Wunde gelangen kann.

Auswahl der Wundauflage

Um die Auswahl der zur Verfügung stehenden Wundauflagen zu erleichtern, ist ein standardisiertes Wundbehandlungskonzept erforderlich (► Abb. 11.14). Dadurch wird eine phasengerechte und verbindliche Wundtherapie möglich, sodass auch Versorgungsbrüche vermieden werden können.

11.2.4 Einflussfaktor Ernährung

Die Basis jeder pflegerischen und medizinischen Versorgung ist die Gewährleistung einer adäquaten Ernährung. Sie stärkt das Immunsystem und senkt das Infektionsrisiko. Ein schlechter Ernährungszustand hat Einfluss auf Struktur und Funktion aller Körperzellen und führt zu Muskelatrophie. Inwieweit eine optimale Ernährung die Wundheilung tatsächlich unterstützt, ist wissenschaftlich nicht eindeutig geklärt (schwache Evidenz). Ebenso kontrovers werden die positiven Auswirkungen spezieller Ernährungsmaßnahmen (z. B. Vitaminzufuhr) auf die Heilung chronischer Wunden diskutiert. Personen, die aufgrund ihrer Erkrankung oder nach chirurgischen Eingriffen sowohl als ernährungs- als auch dekubitusgefährdet gelten, sollten proteinreiche Nahrungsergänzungen und/oder Sondennahrung additiv zur üblichen Kost erhalten (Evidenzstärke A nach NPUAP/ EPUAP [National-/ European Pressure Ulcer Advisory Panel]).

Trotz schwacher Evidenz hinsichtlich Ernährung bei Menschen mit chronischen Wunden lassen sich allgemeine Empfehlungen für die Ernährungstherapie bei Wunden/Dekubitalulzera ableiten. Für gesunde Menschen gelten folgende Richtwerte zur Nahrungsaufnahme:
- Serumalbuminspiegel > 3,5 g/dl
- Energiezufuhr: 25–35 kcal/kgKG/Tag
- Proteinenergie: ~ 0,8 g/kgKG/Tag
- Flüssigkeit: 30–35 ml/kgKG/Tag

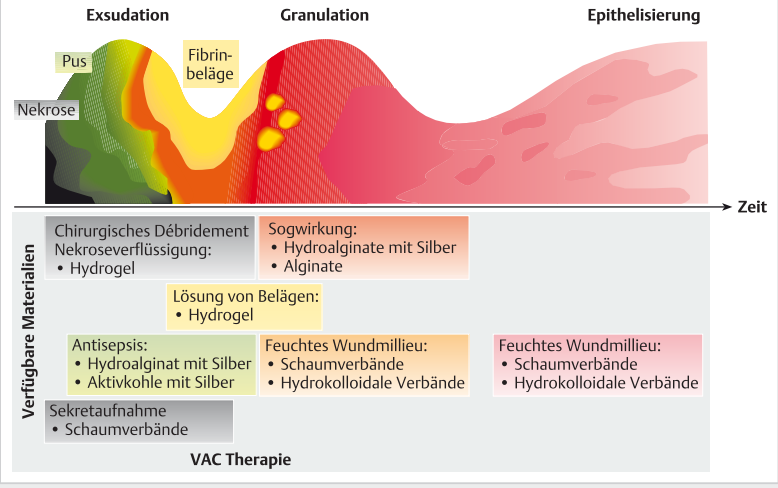


Abb. 11.14 Phasengerechte Wundversorgung chronischer Wunden.

11.2.5 Verbandwechsel (VW)

Bei primär heilenden Wunden haben Wundauflagen die Aufgabe, Wundsekret aufzunehmen und die Wunde vor schädigenden Einflüssen zu schützen. Des Weiteren stellen sie eine Barriere für exogen übertragbare Noxen (Hände, Nasen-Rachenraum, kontaminierte Materialien) dar.

Nach Empfehlungen zur Prävention postoperativer Infektionen im Operationsgebiet des Robert Koch-Instituts (2007) erhalten Operationswunden ihren ersten VW frühestens nach 24–48 Stunden (bei Durchfeuchtung des Verbandes entsprechend früher). Das sich in dieser Zeit ausbildende stabile Fibrinnetz sorgt für einen ersten Wundverschluss. Dadurch ist die Wunde i. d. R. nicht mehr exogen kontaminationsgefährdet. Sind weder Sickerblutungen oder Exsudataustritte erkennbar, ist normalerweise kein weiterer Wundverband nötig. Bei primär heilenden Wunden kann es manchmal dennoch sinnvoll sein, einen Wundverband anzulegen, wenn die Wunde vor mechanischen Irritationen (z. B. durch Zu-/Ableitungen, Überwachungsmaterial oder Kleidung) geschützt werden muss.

Allgemeine Richtlinien

Bei der Durchführung eines Verbandwechsels gilt es allgemein gültige Richtlinien zu beachten:
- VW mit aseptischen Arbeitstechniken durchführen (Non-Touch-Technik).
- Selbstschutz bei septischen Wunden beachten.
- Erst aseptische, dann kontaminierte und zuletzt septische Wunden versorgen (es müssen nicht alle Wundverbände direkt hintereinander gewechselt werden).
- Wischrichtung beachten (bei aseptischen Wunden von innen nach außen, bei septischen Wunden von außen nach innen).
- Beim ersten VW nach einer Operation sollte der Operateur anwesend sein.
- Material vollständig auf separatem, desinfiziertem Beistelltisch vorbereiten (das Bett ist kein Ablageplatz für Material!).
- Zeit, Ruhe und genügend Platz schaffen.
- Absprachen im Team treffen, um ruhigen Ablauf zu gewährleisten.
- Patienten informieren, schmerzfrei lagern (b. Bed. frühzeitig Analgetika verabreichen).
- Intimsphäre wahren.
- Verband **nicht** kurz anheben und wieder auflegen.
- Treten Beschwerden (Rötung, Schwellung, Schmerz) im Wundbereich neu auf, Verband unverzüglich wechseln.

- Der angelegte Verband soll den Patient in seinen Bewegungen möglichst nicht behindern.

Durchführung

Um exogene Wundinfektionen zu vermeiden, sind Anforderungen auf baulicher, organisatorischer, struktureller, hygienischer und personeller Ebene (▶ Abb. 11.15) während der Vorbereitung und bei der Durchführung des Verbandwechsels konsequent einzuhalten. Während sich die baulichen, organisatorischen und strukturellen Anforderungen auf die Vorbereitungsphase beziehen, sind die hygienischen und personellen Anforderungen direkt beim VW einzuhalten. Der Handlungsalgorithmus zum aseptischen VW (▶ Abb. 11.16) ist immer einzuhalten, da er eine bedeutende Stellung in der Infektionsprävention hat.

▶ **Non-Touch-Technik.** Bestandteil des aseptischen Arbeitens ist die Non-Touch-Technik. Durch sie kann das berührungsfreie Arbeiten während eines Verbandwechsels/Wundpflege (z. B. Tracheostomapflege) umgesetzt und eine Kontamination des Verbandmaterials und der Wunde vermieden werden.

Grundprinzip ist, dass alle sterilen Materialien nur mit einem sterilen Medium berührt werden. Grundsätzlich sind 2 Varianten möglich:

1. Tragen eines keimarmen Handschuhs: Mithilfe eines sterilen Instruments (z. B. Pinzette) wird das sterile Verbandmaterial angefasst.
2. Tragen eines sterilen Handschuhs über einem keimarmen Handschuh: Das sterile Verbandmaterial kann direkt angefasst werden. Siehe hierzu ▶ Abb. 15.10.

Das oftmals gesehene Vorgehen, dass eine sterile Kompresse mit einer unsterilen Hand an den Ecken angefasst und dann auf die Wunde gebracht wird, ist mit den aseptischen Kautelen des Verbandwechsels nicht vereinbar.

11.2.6 Unterdruck-Wundtherapie

Die Unterdruck-Wundtherapie, auch Negative Pressure Wound Therapy (NPWT) genannt, ist ein invasives und aktives Wundverschlusssystem. Dazu wird ein offenporiger Schwamm in die Wunde gelegt und mit einer Folie abgedeckt. Auf ein angebrachtes kleines Loch in der Folie wird eine Drainage aufgeklebt und an eine Sogquelle angeschlossen. Nach Einstellen der Unterdrucktherapie wird auf die gesamte Wundfläche ein gleichmäßiger Unterdruck ausgeübt und Wundsekret kontinuierlich abgeleitet. Je nach Wundart und Behandlungsziel können verschiedene Therapieformen (intermittierend, kontinuierlich) und Unterdruckwerte gewählt werden. Die Instillation und das intermittierende Entfernen von topischen Substanzen (z. B. Antibiotika) stellt eine weitere Therapievariante dar.

Das Realisieren einer feuchten Wundbehandlung, der Schutz der Wunde vor exogener Kontamination oder die einfachere Aktivierung des Patienten sind Vorteile allgemeiner Natur. Positive Auswirkungen auf die Wundheilung lassen sich durch mechanische und biologische Effekte der NPWT (▶ Abb. 11.17) erklären. Letztgenannte wirken auf zellulärer Ebene, indem durch den Unterdruck die Zellen gedehnt werden und so der Zellstoffwechsel angeregt wird. Zudem wird die Ödembildung reduziert und die lokale Durchblutung gefördert, was sich positiv auf die Versorgung der Wunde mit Sauerstoff, Wachstumshormonen und Nährstoffen auswirkt.

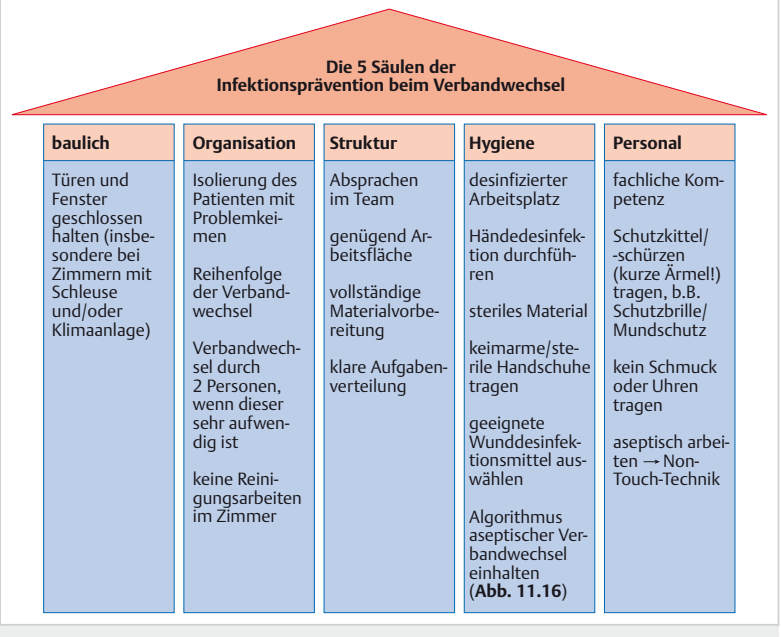


Abb. 11.15 Die 5 Säulen der Infektionsprävention. (D. Mört)

Indikationen und Kontraindikationen

Die Unterdruck-Wundtherapie eignet sich zur Versorgung akuter, chronischer, traumatischer Wunden. Ferner kommen sie bei oberflächlichen Verbrennungen, Lappenplastiken, Gewebetransplantation oder Ulzerationen (Ulcus cruris, Dekubitus) zur Anwendung.

Durch die Unterdruck-Wundtherapie werden die Gewebeperfusion und die Granulationsneubildung angeregt. Daher ist sie nur bei Wunden indiziert, bei denen der Wachstumsprozess unterstützt werden soll.

▶ **Voraussetzungen.** Für eine erfolgsversprechende Unterdruck-Wundtherapie muss die Wunde einige Voraussetzungen erfüllen. Hierzu zählt v. a., dass

- Nekrosen entfernt sind (autolytisch oder chirurgisch),
- die Wunde ausreichend weit geöffnet ist, damit der Schwamm die gesamte Wundfläche bedecken kann,
- die wundauslösenden Faktoren bekannt/ beseitigt/ behandelt sind.

▶ **Kontraindikationen.** Nicht angewendet werden soll die Unterdruck-Wundtherapie bei

- freiliegenden Gefäßen/Gefäßanastomosen (bedingt),
- Kompression auf Gefäße/Anastomosen durch Druck des Schwammes,
- Gerinnungsstörungen und akuten Blutungen (unter kontinuierlichem Vakuum kann kaum eine Blutstillung erreicht werden),
- unbehandelter Osteomyelitis,
- malignen Tumoren,
- Gewebenekrosen mit Verkrustungen.

Exulzerierende Tumore im fortgeschrittenen Stadium gehen meist mit einer intensiven Geruchsbildung einher. Unter dem rein palliativen Gedanken kann durch die NPWT für den Patienten eine Verbesserung der Lebensqualität durch Geruchsreduzierung erreicht werden.

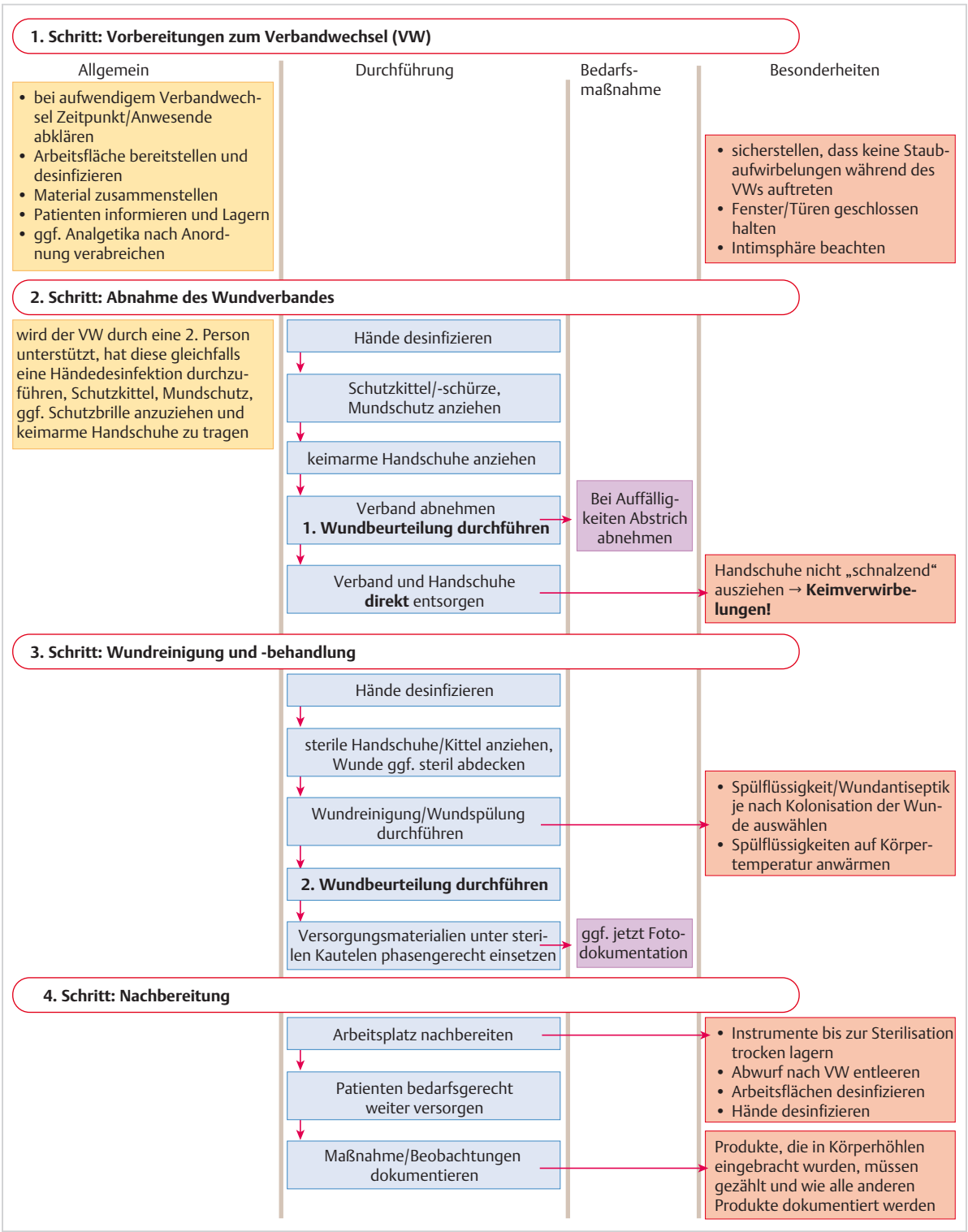


Abb. 11.16 Handlungsalgorithmus zum aseptischen Verbandwechsel. (D. Mört)

mechanische Effekte durch Unterdruck	biologische Effekte durch Unterdruck
• Wundrand kontrahiert sich • direkter Kontakt mit dem Wundbett wird hergestellt • gleichmäßiger Unterdruck auf die gesamte Wundfläche • Entfernen von Exsudat und ggf. enthaltend Wachstumsinhibitoren aus der Wunde	• Stimulation des Zellwachstums • Förderung der Angiogenese und Granulation • Steigerung der lokalen Durchblutung • Reduktion der lokalen Gewebeödeme und somit Dekompression des Gewebes

Abb. 11.17 Mechanische und biologische Effekte auf die Wunde bei der Unterdruck-Wundtherapie. (D. Mört)

Das Vorhandensein geringer Wundbeläge stellt keine Kontraindikation für die NPWT dar.

Auswahl des Schaumverbandes

Zur Verfügung stehen verschiedene Schäume, die sich hinsichtlich Material, Porengröße, spezieller Eigenschaften sowie Verwendungsbereiche unterscheiden. Der hydrophobe PU-Schaum wird bei nässenden/granulierenden, tiefen bis sehr tiefen Wunden mit mittlerer bis starker Bakterienbesiedlung eingesetzt. Durch seine größere Porengröße wird die Granulation stimuliert und die Wundkontraktion gefördert.

Der hydrophile, feinporige Polyvinylalkohol- (PVA-)Schaum findet hingegen Anwendung bei Wunden, die sich in der Granulations-/Epithelisierungsphase befinden und somit nur noch eine geringe Wundtiefe mit wenig Exsudat aufweisen. Er verhindert zudem, dass Granulationsgewebe in den Schaum einwächst.

Für infizierte Wunden stehen Schäume zur Verfügung, die aktive Silberionen enthalten. Über den Schwamm werden diese Silberionen kontinuierlich und gleichmäßig an die Wundfläche abgegeben. In der Folge sterben die Mikroorganismen ab und werden mit dem Wundexsudat abgesaugt.

Sogstärke und Therapieform

Die Auswahl des Sogs hat Einfluss auf die Effektivität der Wundbehandlung. Meist sind Unterdruckwerte von ~125 mmHg an den Steuereinheiten voreingestellt. Höhere Unterdruckwerte sind meist bei übermäßiger Exsudatabsonderung, großen Wundflächen oder Abdichtungsproblemen erforderlich. Bei Schmerzen, erhöhter Blutungsneigung, eingeschränkter Durchblutung oder einer übermäßigen Granulationsneubildung wird ein reduzierter Unterdruck empfohlen.

Einige Steuereinheiten ermöglichen zudem die Intensität zu bestimmen. Sie gibt an, wie schnell der Zieldruck erreicht wird. Je niedriger er gewählt wird, desto langsamer wird der Zieldruck erreicht. Dies kann zu Beginn der Unterdrucktherapie oder bei intermittierendem Sog sinnvoll sein. Bei großen Wundflächen können höhere Intensitätswerte erforderlich sein, um den Unterdruck zu erreichen bzw. aufrecht zu halten.

Eindeutige Richtlinien hinsichtlich des Therapiemodus (intermittierend oder kontinuierlich) existieren nicht. In den ersten 48 Stunden wird jedoch immer eine kontinuierliche Therapie empfohlen. Sinnvoll erscheint ein dauerhafter kontinuierlicher Unterdruck, wenn

- anhaltende Schmerzen unter intermittierendem Therapiemodus vorliegen,
- untertunnelte/ unterminierte Bereiche vorhanden sind,
- weiterhin hohe Exsudatmengen vorliegen,
- z. B. bei Sternal- oder Abdominalwunden eine „Schienung/ Stabilisierung" gewünscht wird,
- empfindliche Gewebe (Mesh-Grafts, Lappenplastiken) vor Scherkräften oder Dislokationen geschützt werden sollen,
- der Verband bei schwierigen anatomischen Verhältnissen (z. B. Zehenzwischenraum) nicht luftdicht angebracht werden kann.

Anlage einer Unterdruck-Wundtherapie

Sowohl zur Anlage einer Unterdruck-Wundtherapie als auch zum Verbandwechsel sind die allgemeinen und hygienischen Anforderungen (▶ Abb. 11.16) einzuhalten. Die Auswahl der notwendigen Materialien sowie die Therapieeinstellung obliegen bei der Unterdruck-Wundtherapie immer dem behandelnden Arzt. Die Anlage einer Unterdruck-Wundtherapie wird in ▶ Abb. 11.18 dargestellt.

Merke

Werden mehrere Schaumstücke verwendet, müssen sie alle untereinander Kontakt haben, damit die Sogentwicklung gewährleistet wird.

Praxistipp

Werden mehrere Schaumstücke in die Wunde eingebracht, muss die Anzahl dokumentiert werden!

Verbandwechsel

Das Intervall eines routinemäßigen Verbandwechsels wird z. B. durch die Wundart, die mikrobiologische Besiedlung oder die Wundbeschaffenheit bestimmt, sodass keine regelhafte Aussage gemacht werden kann. Folgende Angaben sind daher als Richtlinie zu verstehen:

- infizierte Wunden: nach 48 Stunden, zu Behandlungsbeginn ggf. auch häufiger
- Lappenplastiken, Mesh-Graft, Hautersatz: ca. nach 3–5 Tagen
- alle anderen Wunden: nach 48–72 Stunden

Merke

Ist Gewebe in den Schaum eingewachsen, können dadurch Adhäsionen ausgelöst werden. In einem solchen Fall muss die Frequenz der Verbandwechsel erhöht werden. Zusätzlich kann die Wunde mit sog. Distanzgittern (z. B. Adaptic) bedeckt werden.

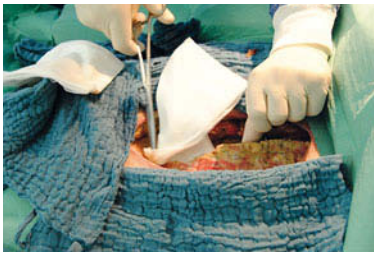
Vor einem Verbandwechsel muss zunächst die Sogleitung von der Steuereinheit getrennt werden (Herstellerangaben beachten!), damit der Schaum sich wieder entfalten kann. Bis zur vollständigen Dekompression des Schaums können durchaus 30 Minuten vergehen.

Ist bereits bekannt, dass der Schaum fest am Wundgrund anhaftet und beim Lösen Schmerzen verursacht, kann über den zum Schaum führenden Schenkel z. B. NaCl 0,9 % gegeben und für ca. 30 Minuten abgeklemmt werden.

Die Folie wird in kleinen Schritten in horizontaler Richtung gedehnt und hochgezogen (nicht abziehen!). Unterstützend kann mit physiologischer Kochsalzlösung gespült werden.

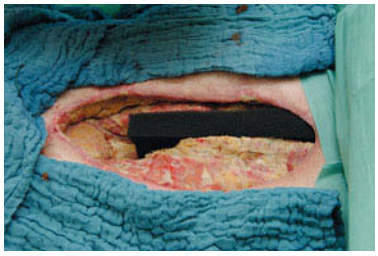
a. Patient mit infiziertem Sternum nach ACVB-Operation vor 15 Tagen. Alle knöchernen Anteile des Sternums sind nicht mehr vorhanden. Bei Undichtigkeit des Folienverbandes ist ein Verbandwechsel notwendig.

b. Der verbrauchte Schaum ist unter aseptischen Kautelen entfernt. Die sehr große Wundhöhle wird mit angewärmtem Prontosan gespült.



c. Das Wundsekret wird mit Kompressen schonend entfernt. Zum Schutz des Herzens wird auf ein Absaugen des Sekretes verzichtet.

d. Der PU-Schaum wird zugeschnitten.



e. Der Schaum wird als Platzhalter zwischen die Rippen eingelegt.

f. Die gesamt Wundhöhle wird bis auf Hautniveau mit PU-Schaum ausgefüllt.

g. Die transparente Folie wird locker über den PU-Schaum dachziegelartig aufgeklebt ohne ihn zu komprimieren.

h. In die Folie wird ein Loch für die Sogleitung geschnitten, die anschließend aufgeklebt wird.

i. Auf die Wunde wird ein Sog von 75 mmHg ausgeübt, was zum Zusammenziehen des Schwamms führt.

Abb. 11.18 Unterdruck-Wundtherapie bei einem infizierten Sternum. (D. Mört)

Überwachung während der Unterdruck-Wundtherapie

Bedingungen für eine störungsfreie Unterdrucktherapie und zur Prävention (schwerwiegender) Komplikationen ist die Überwachung des Verbandes, der Sekretkammer und der Steuereinheit (▶ Tab. 11.4) elementar und muss über den gesamten Schichtverlauf gewährleistet werden. Insbesondere nach Positionswechseln oder Mobilisationen des Patienten ist das System erneut auf korrekte Funktion zu überprüfen. Ebenso sollte die wundumgebende Haut inspiziert werden. Allergische Reaktionen auf den Kleber der Folie oder Mazerationen der Haut bei Undichtigkeiten kommen immer wieder vor und müssen früh erkannt werden.

Ein besonderes Augenmerk ist auf die Überwachung der Durchblutung zu legen. So wird empfohlen, die distalen Pulse (je nach Lokalisation des Verbandes z. B. an Extremitäten, Leisten) regelmäßig zu kontrollieren. Kommunikationsfähige Patienten sollten nach Missempfindungen wie Kribbeln und Taubheitsgefühle befragt werden.

Wundentwicklung bei Unterdruck-Therapie

Die Wundheilung bei Unterdruck-Wundtherapie verläuft i. d. R. wie folgt (▶ Abb. 11.19):

- Zu Therapiebeginn erscheint die Wunde manchmal vergrößert, was durch die Aufweichung der Wundränder zu erklären ist.
- Anfangs wird häufig eine Rötung im Wundbereich beobachtet, die nicht zwangsläufig auf eine Infektion hinweist, sondern eher eine Reaktion der Wunde auf das Vakuum ist.
- Leichte Sickerblutungen aus zerstörten Kapillaren sind möglich.
- Im weiteren Verlauf nimmt die Rötung der Wunde zu, das Wundvolumen nimmt jedoch gleichzeitig ab.
- Die Wundsekretmenge nimmt im Verhältnis zum Wundödem ab.
- Neues Epithelgewebe entsteht vom Wundrand ausgehend.

Tab. 11.4 Überwachung der Unterdruck-Wundtherapie.

	Kriterium	Worauf muss geachtet werden?	Bedeutung/ Konsequenz
Verband	• Dichtigkeit	• Kompression des Schaums • Luft in der Saugleitung • Austritt von Exsudat • Ansammlung von Exsudat unter der Folie • Konnektionsstellen	• wenn der Schaum unvollständig komprimiert ist, wird der Unterdruck ungleichmäßig auf die Wunde verteilt • Undichtigkeiten gehen mit einem unvollständiges Ableiten von Sekret einher • Gefahr der Hautmazeration
	• Sitz des Verbandes	• Füllt der Schwamm die gesamte Wunde aus oder sind Anteile der Wundfläche zu sehen? • Drückt die Sogleitung auf den Wundrand?	• Belastung des Wundrandes bis hin zu Nekrosen • Wundheilungsstörungen
Sekretkammer	• Exsudat	• Veränderung der Exsudatmenge (mehr, weniger, gleichbleibend) • Veränderung der Exsudatfarbe (z. B. serös, flockig, trüb, blutig)	• Zunahme der Exsudatmenge oder Veränderung der Exsudatfarbe können Hinweise auf eine Wundinfektion sein • Hinweis auf Klottung/ Stenose im Ableitungssystem oder Schaum
	• Füllstand	• Wie voll ist die Sammelkammer? • Muss sie zeitnah gewechselt werden?	• Sicherung der Sekretableitung • Vermeidung von Stase • Infektionsprophylaxe
Steuereinheit	• Therapieoption und Messwerte	• angeordnetes Therapieschema (intermittierend, kontinuierlich) • gewünschter Unterdruck • Leckage	• Gewährleistung der Unterdrucktherapie • Prävention von Komplikationen

Abb. 11.19 Wundheilungsverlauf unter Unterdruck-Wundtherapie. (D. Mört)
a Ausgangssituation.
b Wunde nach 6 Wochen.
c Wunde nach 8 Wochen Unterdruck-Wundtherapie (sie ist so weit granuliert, dass sie mit Mesh-Graft gedeckt werden kann).

Merke

Die Therapiezeit kann durchaus 4–8 Wochen betragen.

11.3 Juristische Aspekte der Wundbehandlung

Die Wundbehandlung, insbesondere bei chronischen oder schlecht heilenden Wunden, ist eine Aufgabe des interdisziplinären Teams. Dabei haben sowohl die Organisation als auch Ärzte und Pflegende zur Erfüllung des Behandlungsauftrages gesetzlich geregelte Anforderungen zu erfüllen und zu beachten.

11.3.1 Wer trägt wofür Verantwortung?

Die Wundbehandlung ist dem Bereich der Behandlungspflege zuzurechnen. Das bedeutet, dass dem Arzt die Diagnosestellung, die Beurteilung des Heilungsverlaufs und die Entscheidung über die Therapieverordnung obliegen (vgl. Großkopf u. Schanz 2009). In der Praxis stellt es sich jedoch so dar, dass zwischen Arzt und Pflegenden eine vertikale Arbeitsteilung besteht und Wundbehandlungsmaßnahmen im Allgemeinen von geschultem und qualifiziertem Personal erbracht wird. Dabei sind jedoch Fragen zu stellen wie:

- Wofür trage ich Verantwortung?
- Wer trägt überhaupt wofür Verantwortung?

Zunächst lassen sich die Verantwortungsbereiche auf den Ebenen der Organisation, des Arztes und der Pflegenden (▸ Abb. 11.20) identifizieren. Dabei trägt jeder eine andere Art von Verantwortung.

▸ **Organisationsverantwortung.** Die Organisation/ Leitung ist dafür verantwortlich, dass für eine ausreichende Versorgung geeignetes Material und Personal zur Verfügung stehen. Werden neue Geräte angeschafft oder neue Techniken eingeführt, muss sichergestellt werden, dass die Mitarbeiter eine Einweisung erhalten. Auch im Rahmen der Delegation ärztlicher Tätigkeiten muss eine Schulung der Mitarbeiter gewährleistet werden.

▸ **Anordnungsverantwortung.** Der Arzt ist für die Diagnose, Festlegung der Therapie und ggf. für die Anpassung der Behandlung allein verantwortlich. Ferner muss er seine Anordnungen an qualifiziertes Personal korrekt delegieren.

▸ **Durchführungsverantwortung.** Pflegenden obliegt die Verantwortung in der sach- und fachgerechten Durchführung der ärztlichen Anordnung und der lückenlosen Dokumentation. Zu ihrer Verantwortung zählt jedoch auch, den Arzt darauf hinzuweisen, dass die Therapie nicht ratsam ist oder neuere Materialien zur Verfügung stehen. Damit Pflegende ihrer Nachweispflicht nachkommen können,

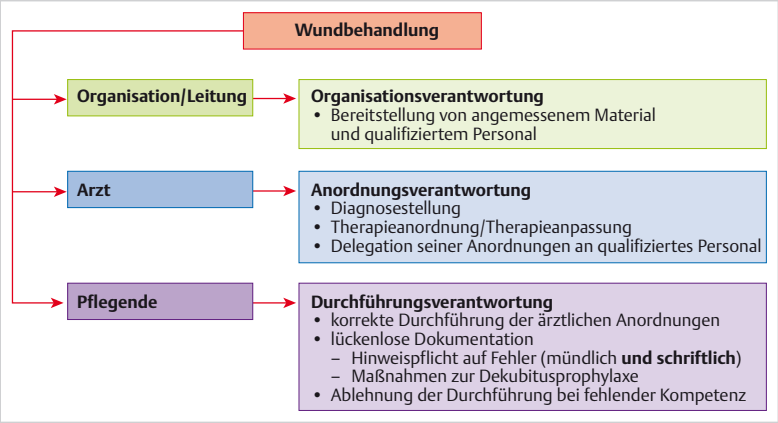


Abb. 11.20 Verantwortungsbereiche bei der Wundbehandlung. (D. Mört)

sollten sie solche Vorkommnisse schriftlich dokumentieren. Auf der anderen Seite sind Pflegende jedoch auch verpflichtet, eine an sie delegierte Maßnahme abzulehnen, wenn sie sich selbst nicht für ausreichend kompetent fühlen.

► **Verpflichtung zu Teamarbeit und Qualitätssicherung.** Da Pflegende und Ärzte als Treunehmer des Patienten handeln, sind sie zur Teamarbeit verpflichtet. Des Weiteren liegt es in ihrem Verantwortungsbereich, sich über Neu- und Weiterentwicklungen zu informieren, damit sie u. a. ihrer Pflicht zur Qualitätssicherung nachkommen können.

► **Anspruch auf Schadensersatz.** Letztendlich geht es darum, Schadensersatzansprüche abzuwehren. Solche liegen vor, wenn

- bei Risikopatienten die drohende Dekubitusgefahr nicht von Beginn an in den Krankenunterlagen vermerkt ist,
- der Beginn einer Dekubitusentstehung nicht dokumentiert ist,
- durchgeführte Prophylaxen und Behandlung nicht dem anerkannten und aktuellen Stand der Wissenschaft entsprechen,
- durchgeführte Maßnahmen nicht dokumentiert sind,
- ein Abweichen vom Standard nicht nachvollziehbar ist,
- nicht durchgeführte Maßnahmen nicht rechtfertigend dargestellt sind (z. B. Überlastung, Unverträglichkeit/Verbot von Lagerungen usw.).

11.3.2 Anforderungen an die Wunddokumentation

Im Allgemeinen ist die Dokumentation des Behandlungs- und Therapieverlaufs gesetzlich vorgeschrieben. Sie stellt ein wichtiges Instrument zur Qualitätssicherung dar. Darüber hinaus kann nur durch eine lückenlose Dokumentation belegt werden, dass Maßnahmen überhaupt durchgeführt wurden. Die Wunddokumentation dient des Weiteren als Instrument zur interdisziplinären und interprofessionellen Kommunikation und stellt die Grundlage für einen koordinierten und ständig evaluierten Versorgungsverlauf dar. Liegt keine oder nur eine lückenhafte Dokumentation vor, besteht in zivil- oder strafrechtlichen Auseinandersetzungen die Gefahr, dass Schmerzensgeld oder Schadensersatzansprüche erfolgreich geltend gemacht werden können.

In der Literatur gibt es bisher keinen Konsens darüber, welche Kriterien oder Methoden zum Wundmonitoring am besten geeignet sind. Der Expertenkonsens zur S 3-Leitlinie „Lokaltherapie chronischer Wunden bei den Risiken CVI, PAVK und Diabetes mellitus“ beschränkt sich als Mindestmaß auf folgende Punkte:

- regelmäßige Wundbeurteilung und bei Veränderungen mit therapeutischer Konsequenz
- Dokumentation jeder therapeutischen Maßnahme
- Dokumentation der Schmerzerhebung und -therapie, Evaluation des Verlaufs
- Dokumentation mindestens von:
  - gesicherter Kausaldiagnose (ggf. Verdachtsdiagnose)
  - gemessene Wundgröße
  - Beschreibung der sichtbaren Wundfläche
  - Wundrand und Wundumgebung
  - Wundexsudat/ Geruch
  - Therapieanordnung
  - Therapiedurchführung
  - Anlass für Therapiewechsel

Zur schriftlichen Dokumentation haben sich spezielle Wundbehandlungsbögen bewährt (► Abb. 11.21).

11.3.3 Richtlinien zur Fotodokumentation

Die digitale Aufzeichnung von Wunden wird zunehmend in der Praxis angewendet. Sie ist ein hilfreiches Medium, um die schriftliche Dokumentation visuell zu unterstützen, da die Wundbeschreibung immer einen gewissen Interpretationsspielraum zulässt. Nachteilig ist, dass die Dreidimensionalität einer Wunde nur schwer zu erfassen ist. Wundtaschen oder Fistelgänge können schwer erkennbar sein. Obwohl digitale Bilder nachbearbeitet werden können, werden sie heutzutage von Gerichten als Beweismittel durchaus anerkannt.

Merke

Ein Foto kann allenfalls die schriftliche Dokumentation unterstützen, aber niemals ersetzen!

Eine rechtswirksame, schriftliche Einwilligung des Patienten kann bereits vorliegen, wenn durch die Unterzeichnung des Behandlungsvertrages eine Einverständniserklärung zur Erhebung und Übermittlung von Patientendaten innerhalb des gesetzlichen Rahmens vorliegt. Werden also Fotos zur Dokumentation des Krankheitsverlaufs erstellt und verbleiben diese in der Patientenakte, ist keine gesonderte Einwilligung des Patienten erforderlich.

Jedes unbefugt hergestellte Fotomaterial stellt primär eine Verletzung des höchstpersönlichen Lebensbereichs (§ 201a StGB) dar. Dabei wird nicht zwischen häuslicher Umgebung und Aufenthalt in einem Krankhaus/Pflegeeinrichtung unterschieden; jeder Aufenthaltsort stellt einen besonders geschützten Raum dar (Bundesministerium für Justiz). Zuwiderhandlungen werden mit einer Freiheitsstrafe bis zu einem Jahr oder mit Geldstrafe bestraft. Es besteht kein Unterschied zwischen unbefugter Herstellung oder befugter Herstellung und unwissentlicher Weitergabe an Dritte.

Damit wird deutlich, dass jeder Patient nur für sich oder deren gesetzlicher Vertreter in die Fotodokumentation einwilligen kann. Nach Röhlig (2005) besteht bei nicht einwilligungsfähigen Patienten die Möglichkeit, auf der Grundlage des mutmaßlichen Willens durch Befragung von Angehörigen und/oder Vertrauenspersonen zu entscheiden.

Wundbehandlungsplan

Patientendaten:

Name: Hr. Abeler geb. am: 12.05.1958 Alter: 56 Jahre

Geschlecht: ☐ weiblich ☒ männlich **Behandlungstag:** 1

Grunderkrankung:
- Diabetes mellitus mit diab. Polyneuropathie
- Ulcus cruris venosum beide Unterschenkel
- Herzinsuffizienz NYHA-Klasse III
- Adipositas per magna (BMI 43,9)
- chronischer Schmerzpatient

Aufnahmegrund:
- ausgeprägter Glutealabszess
- Sepsis

Pflegeanamnese:
- Frührentner, lebt mit Ehefrau im Eigenheim
- Belastungsdyspnoe bei geringer Aktivität
- Läuft nur wenige Meter mit dem Rollator in der Wohnung
- Benötigt Unterstützung bei allen AEDLs
- Pflegestufe 1 seit 2 Wochen, Wundbehandlung seitdem durch ambulanten Pflegedienst

Wundanalyse: Wunde rechter Unterschenkel Datum: 22.08.2014

Diagnose
- ☐ Dekubitus
- ☐ Diabetisches Gangrän
- ☐ Post-OP Wundheilungsstörung
- ☐ Polytrauma
- ☒ Ulcus cruris venosum beide Unterschenkel
- ☐ Verbrennung
- ☐ _

Wundursache/Hemmende Faktoren
- ☐ Albuminmangel
- ☐ Antibiose
- ☐ art. Gefäßverschluss
- ☒ chr. venöse Insuffizienz
- ☒ Diabetes mellitus
- ☒ Immobilität
- ☐ Immunsuppression
- ☐ Infektion (systemisch)
- ☐ Polyarthritis
- ☐ Karzinom
- ☐ Z. n. Organtransplantation
- ☒ Adipositas/Kachexie – BMI: 43,9
- ☐ _
- ☐ _

Wundbeschreibung

Wundheilungsphasen **Nekrose**	**Wundeigenschaften** ☒ randständige Nekrosen bes. am oberen Wundpol, vereinzelte Nekrosen im Wundgebiet
Exsudation	☐ grün, infiziert, übelriechend ☐ wässrig – serös ☒ gelb, schmierig, belegt ☒ keine, wenig, viel
Granultion	☐ blass rosa ☐ pink ☐ kräftig rot **Konsistenz Granulationsgewebe** ☐ schwammig ☐ weich ☐ fest
Epithelisierung	☐ beginnend ☐
Wundbeschaffenheit	Wundgröße: mm (L x B) Wundtiefe: mm Tiefe einer Wundtasche: mm Tiefe einer Fistel: mm Infektion: ☐ ja ☐ nein ☐ ungeklärt Wunde verläuft zirkulär um den Unterschenkel vom Sprunggelenk bis ~4 cm unterhalb des Tibiakopfes
Wundrand	☐ vital/hautfarben ☒ avital/weißlich ☒ infiziert/gerötet
Wundumgebung	☐ intakt ☒ mazeriert · stark gerötet, überwärmt · geschwollen

Abb. 11.21 Beispiel eines Wundbehandlungsplans (Seite 1). (D. Mört)

Wundbehandlungsplan

Name: Hr. Abeler geb. am: 12.05.1958

Wundspülung	☐ NaCl 0,9% ☐ Ringerlösung ☒ Prontosan ☐
Wundverband mit	☐ Hydroalginat ☒ Hydroalginat mit Silber: Silvercel, befeuchtet mit NaCl 0,9% ☐ Geruchsabsorbierendes Dressing: ☐ Protease modulierende matrix mit Silber: ☐ Alginat: ☐ Hydrokolloider Verband: ☐ Hydropolymer Verband: ☐ Silikonbeschichteter Verband: ☐ Schaumverband ☒ Sorbion sachet S
Systemische Therapie	☐ Nein ☒ Ja, mit: Antibiotika und Analgetika (s. elektronische Patientenakte)
VAC-Therapie	☐ PU-Schaum ☐ PVA-Schaum ☐ Sogstärke: ..... mmHG ☐ kontinuierlich ☐ Intervall: .....
Wundabstrich	☐ Nein ☒ Ja, am: 22.08.2014
Fotodokumentation	☐ Nein ☒ Ja, am: 22.08.2014 | Wundtherapeutisches Konzil angemeldet: 22.08.2014

Planung weiterer pflegerischer Maßnahmen

- AV-Pumpe für beide Füße in der chirurgischen Ambulanz bestellen
- Beine 20° erhöht lagern
- bariatrisches Bett ist bestellt
- täglicher Verbandwechsel (fester Termin um 8 Uhr) mit Stationsarzt, Chirurg und Wundtherapeut

Abb. 11.21 Fortsetzung.

Anforderungen an die Fotodokumentation

Das Wundfoto soll in erster Linie den aktuellen Wundzustand objektiv darstellen. Damit dies gelingt, sind nicht nur hochwertige Aufnahmegeräte und -techniken erforderlich, sondern auch ein Reihe von äußeren Bedingungen einzuhalten.

- Das Foto muss dem Patienten eindeutig zuzuordnen sein (Name, Vorname, Geburtsdatum und Erstelldatum, evtl. Patientencode).
- Wunde nach der Reinigung fotografieren.
- Eine Übersichtsaufnahme dient der deutlich erkennbaren Lokalisation.
- Bei Detailaufnahmen sollte die Wunde ca. ⅓ des Bildes einnehmen.
- Wunde immer aus der gleichen Distanz (~ 30 cm) und dem gleichen Winkel (~ 90 °) aufnehmen.
- Schattenbildung vermeiden, da eine Fehlinterpretation (Nekrose, Taschenbildung) möglich ist.

Es gibt keine klaren Empfehlungen, wie häufig ein Wundfoto erstellt werden soll. Sinnvoll erscheint es

- 1-mal pro Woche, um den Heilungsverlauf darstellen zu können,
- bei relevanten Verschlechterungen,
- wenn therapeutische Interventionen (Debridement) erfolgt sind,
- immer bei Aufnahme und kurz vor der Verlegung des Patienten in eine andere Einrichtung.

11.4 Leseservice

11.4.1 Literatur

AWMF-Leitlinie. Reg.Nr. 091 – 001. Lokaltherapie chronischer Wunden bei Patienten mit den Risiken periphere arterielle Verschlusskrankheit, Diabetes mellitus, chronische venöse Insuffizienz. Im Internet: http://www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/091–001.html; Stand: 11.08.2014

Bauernfeind G, Strupeit S. Ernährung und Wundbehandlung. Im Internet: www.dgfw.de; Stand: 11.08.2014

Bundesministerium für Justiz. § 201a Strafgesetzbuch: Verletzung des höchstpersönlichen Lebensbereichs durch Bildaufnahmen. Im Internet: http://www.gesetze-im-internet.de/stgb/__201a.html; Stand: 11.08.2014

Chergui B, Kramer A, Daeschlein G. Hygienische Anforderungen an den Wechsel von Wundauflagen (sog. Verbandwechsel). Im Internet: http://www.egms.de/static/de/journals/dgkh/2006–1/dgkh000 006.shtml; Stand: 11.08.2014

Deutsches Netzwerk für Qualitätssicherung in der Pflege, Hrsg. Expertenstandard Pflege von Menschen mit chronischen Wunden. Osnabrück; 2008

Dissemond J et al. Praxisorientierte Expertenempfehlung zur Behandlung kritisch kolonisierter und lokal infizierter Wunden mit Polihexanid. Im Internet: http://www.egms.de/static/de/jour-

nals/dgkh/2009–4/dgkh000 142.shtml; Stand: 11.08.2014
Dissemond J et al. Vakuumtherapien akuter und chronischer Wunden-praktische Durchführung und wissenschaftliche Belege. Bremen: Uni-Med; 2007
European Pressure Ulcer Advisory Panel and National Pressure Ulcer Advisory Panel. Prevention and Treatment of pressure ulcers: quick reference guide. Washington DC: National Pressure Ulcer Advisory Panel; 2009
European Wound Management Association (EWMA). Position Document: Management of wound infection. London: MEP Ltd, 2006
European Wound Management Association (EWMA). Positionsdokument: Lokale Unterdrucktherapie im Wundmanagement. London: MEP Ltd, 2007
Großkopf V, Schanz M. Rechtliche Aspekte der modernen Wundversorgung im Überblick. Im Internet: http://www.md-institute.com/cms/ressorts/pflegewissen/pflegerecht/Rechtliche-Aspekte-der-modernen-Wundversorgung-im-Ueberblick.pdf; Stand: 10.11.2009
Heinen M et al. Venous leg ulcer patient: a review of the literature on lifestyle and pain-related interventions. Journal of Clinical Nursing 2004; 13: 355–366
Heer M. Ernährung und Dekubitus. Die Schwester/Der Pfleger 2000; 39: 418
Henne-Bruns D et al. Chirurgie. Duale Reihe. 4. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2012
Hoppe H-D, Gerber V. Beläge auf chronischen Wunden-Fibrin, Nekrosen, Biofilm, Im Internet: http://www.gandersheimer-modell.de; Stand: 20.04.2014
Hoppe HD. So gelingen aussagekräftige Wundfotos. Die Schwester/ Der Pfleger 2013; 8: 762–767
Joseph E et al. A prospective Randomized Trial of Vacuum-Assisted Closure Versus Standard Therapy of Chronic Nonhealing Wounds. WOUNDS: A Compendium of Clinical Research and Practice 2000; 12: No. 3 (May/June 2000)
Kolbig N. Damit Neues wachsen kann. intensiv 2012: 20: 288–293
Kramer A et al. Konsensempfehlung zur Auswahl von Wirkstoffen für die Wundantiseptik. Zeitschrift für Wundbehandlung 2004; 3: 110
Percival SL. Bowler PG. Biofilms and their potential role in wound healing. Im Internet: http://www.medscape.com/viewarticle/484 361; Stand: 12.06.2014
Robert Koch-Institut, Hrsg. Prävention postoperativer Infektionen im Operationsgebiet. Empfehlungen der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut. Bundesgesundheitsbl –Bundesgesundheitsforsch – Gesundheitsschutz 2007; 50: 377
Röhlig HW. Aktualisierte gesetzliche Bestimmungen zur Fotodokumentation. Hartmann Wundforum 2005; 1: 5
Rycerz A, Vowden K, Warner V, Jørgensen B. V.A.C.Ulta™ NPWT System Made Easy. Im Internet: http://www.wounds-international.com; Stand: 11.08.2014
Sellmer W. Die zeitgemäße Versorgung chronischer Wunden. Im Internet: http://www.werner-sellmer.de; Stand: 11.08.2014
Schewior-Popp S, Sitzmann F, Ullrich L, Hrsg. Thiemes Pflege. 12. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2012
Tautenhahn J et al. Wunde, Wundheilung, Wundbehandlung. Allgemeine und Viszeralchirurgie. up2date 2007; 3: 201–216
Tiedke BE. Fotodokumentation in der Wundversorgung. Intensiv 2014; 22: 68
Vasel-Biergans A, Probst W. Wundversorgung für die Pflege. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft; 2005
Voggenreiter G, Dold C. Wundtherapie. 2. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2009
Volkert D et al. Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Ernährungsmedizin (DGEM) in Zusammenarbeit mit der GESKES, der AKE und der DGG Klinische Ernährung in der Geriatrie – Teil des laufenden S3-Leitlinienprojekts Klinische Ernährung. Im Internet: www.dgem.de; Stand: 11.08.2014
Wetzel-Roth W, Zöch. Konsensus der Deutschen und der Österreichischen Gesellschaften für Wundheilung und Wundbehandlung zur Vakuumversiegelung und V. A.C.-Therapieeinheit. Zentralblatt der Chirurgie 2004; 129: 7
Wied S. Pschyrembel. Wörterbuch Pflege, 2. Aufl. Berlin: de Gruyter; 2007
World Union of Wound Healing Societies (WUWHS). Prinzipien der Best Practice: Vakuum-assistierter Verschluss: Anwendungsempfehlungen. Ein Konsensusdokument: London: MEP Ltd, 2008

11.4.2 Weiterführende Literatur

Biesalski HK, Grimm P. Taschenatlas der Ernährung, 4. Aufl. Thieme, Stuttgart 2007
Deutsches Netzwerk für Qualitätsentwicklung in der Pflege. Expertenstandard Dekubitusprophylaxe in der Pflege. Osnabrück: Fachhochschule Osnabrück; 2010
Deutsches Netzwerk für Qualitätsentwicklung in der Pflege. Expertenstandard Ernährungsmanagement zur Sicherstellung und Förderung der oralen Ernährung in der Pflege. Osnabrück: Fachhochschule Osnabrück; 2010
Hallern v B. Kompendium Wundbehandlung. Wirkungsweise und Indikationen von Wundbehandlungsprodukten. Im Internet: http://medizin-und-praxis.de; Stand: 11.08.2014
Hartig W et al. Ernährungs- und Infusionstherapie, 8. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2004
Stoll-Salzer E, Wiesinger G. Stoma- und Kontinenzberatung. Stuttgart: Thieme; 2012
Thomm M. Schmerzmanagement in der Pflege. Berlin: Springer; 2011
Vasel-Biergans A. Wundauflagen. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft; 2010

11.4.3 Internetadressen

http://www.awmf.de
http://www.bbraun.de
http://www.coloplast.de
http://www.convatec.com
http://www.dgfw.de
http://www.hartmann-online.com
http://www.icwunden.de
http://www.kci.de
http://www.medizininfo.de
http://www.3mdeutschland.de
http://www.schuelke.com
http://www.molnlycke.com
http://www.werner-sellmer.de
http://wound.smith-nephew.de
http://www.woundsinternational.com

11.4.4 Kontaktadressen

Akademie für interdisziplinäres Wundmanagement (AiW)
Boverstr. 17B
45 473 Mühlheim
Tel.: (0208) 7 12 49
Deutsche Gesellschaft für Wundheilung und Wundbehandlung e. V.
Glaubrechtstraße 7
35 392 Giessen
Tel.: (0641) 6 86 85 18
Fax: (0641) 6 86 85 17
E-Mail: dgfw@dgfw.de
Fa. Paul Hartmann AG. Wundforum Aboservice
Postfach 1420
89 504 Heidenheim
E-Mail: info@hartmann.info
Initiative Chronische Wunden e. V.
Kuhtor 2
37 170 Uslar-Sohlingen
Tel.: (05 571) 3 02 93 15
Fax: (05 571) 3 02 93 19
E-Mail: info@icwunden.de

Wundforum international (WFI)
G. Kammerlander
Schützenhausstr. 99
CH 8 424 Embrach
E-Mail: kammerlander@wfi.ch

Kapitel 12
Bewegung

12.1 Phänomene und Veränderungen wahrnehmen, einschätzen und beurteilen *292*

12.2 Dekubitusprophylaxe *294*

12.3 Thromboseprophylaxe *297*

12.4 Mobilisation und Konzepte der Bewegungstherapie *299*

12.5 Bewegen des adipösen Intensivpatienten *309*

12.6 Leseservice *313*

12 Bewegung

Michaela Friedhoff, Rita Hofheinz, Dorothea Mört

12.1 Phänomene und Veränderungen wahrnehmen, einschätzen und beurteilen

Dorothea Mört

Sämtliche Körperfunktionen sind abhängig von Bewegung. Herztätigkeit und Blutkreislauf, Atmung, Darmbewegungen und unzählige Ausgleichsbewegungen, um unser Gleichgewicht zu stabilisieren, sind Bewegungen, die ständig ablaufen. Erst, wenn ein Mensch verstirbt, findet in seinem Körper keinerlei Bewegung mehr statt. Jede Einschränkung von Beweglichkeit bedeutet auch eine Einschränkung der organischen Funktionen und Bewegungsfähigkeiten. Zu den anatomischen und physiologischen Komponenten kommen die neurophysiologischen hinzu, die aus einzelnen Bewegungen komplexe Fortbewegungsaktivitäten gestalten.

12.1.1 Neurophysiologische Grundlagen

Nach Studien von Affolter et al. (S. 410) bilden das taktil-haptische, das auditive und das visuelle Sinnessystem die Grundlage für das Erlernen von Bewegung im Kindesalter.

Dem taktil-kinästhetischen Sinn wird die größte Bedeutung zugeschrieben. Er ist neben dem Tast- und dem Gleichgewichtssinn das erste funktionierende System eines Föten und ermöglicht dem Menschen, über Propriozeptoren Informationen über die Stellung von Bändern, Gelenken, Muskeln und Sehnen wahrzunehmen.

Jede dieser Informationen wird dem Gehirn unmittelbar gemeldet. So kann der gesunde Mensch z. B. mit geschlossenen Augen, also unter Ausschluss seiner visuellen Wahrnehmung, das Gleichgewicht halten. Gesunde Menschen integrieren ihren gesamten Körper in Bewegungsabläufe, sodass Stellungs- und Positionswechsel mühelos gelingen. In Ruhe wird das Körpergewicht über knöcherne Strukturen an die Unterstützungsfläche abgegeben und die Muskulatur kann sich entspannen. Als Schutz vor Druckschäden verlagert der Gesunde unterbewusst manchmal alle 30 Sekunden minimal das Gewicht, um Auflageflächen zu entlasten.

12.1.2 Einschätzen von Bewegungsqualität und -einschränkungen

Der Begriff Bewegungsqualität steht für die grundlegenden Bausteine Stabilität und Mobilität sowie den individuellen Bewegungsmustern. Eine „normale" Bewegungsqualität ermöglicht dem Individuum unauffällige und eigenständige Aktivitäten; bei kranken Menschen kann sie von völliger Unabhängigkeit bis hin zu völliger Abhängigkeit bei allen Aktivitäten variieren. Zur Erfassung alltäglicher Fähigkeiten und damit der Bewertung der Selbstständigkeit stehen z. B. der Barthel-Index (S. 409) oder der FIM-Index, d. h. der Functional-Independence-Measure-Index (S. 409) zur Verfügung. Da diese Messinstrumente für Intensivpatienten wenig hilfreich sind, können Pflegende anhand folgender Fragen einfache Aussagen über die Bewegungsqualität des Patienten treffen:

- Ist die Bewegung kraftvoll und kann die Kraft über einen längeren Zeitraum gehalten werden?
- Wie ist die Haltung des Körpers im Stehen, im Sitzen oder beim Laufen?
- Ist der allgemeine Muskeltonus im Körper normal, sehr hoch oder schlaff?
- Kann der Patient seine Position im Sitzen oder Liegen selbstständig halten und verändern?
- Ist das Greifen mit der Hand vorsichtig, sensibel und sicher, kann ein Gegenstand mit der Hand sicher gehalten werden?
- Haben alle Gelenke noch ihren normalen Bewegungsumfang oder ist der Bewegungsspielraum eingeschränkt?
- Welche Bewegungen erzeugen Schmerzen?

Tab. 12.1 MRC-Skala zur Graduierung der Muskelkraft.

Graduierung	Muskelkraft/Schweregrad der Lähmung
0	keine Muskelkontraktion
1	tastbare Zuckung und Spur einer Kontraktion
2	aktive Bewegung unter Aufhebung der Schwerkraft möglich
3	aktive Bewegung gegen die Schwerkraft möglich
4	aktive Bewegung gegen Widerstand möglich
5	normale Kraft

Beeinflussende Faktoren auf der Intensivstation

Probleme, denen Pflegende bei Bewegung und Mobilisation von Intensivpatienten häufig begegnen, sind:

- niedriger Muskeltonus
- instabiler Kreislauf
- nicht voll orientierter Patient
- schwieriges Weaning
- verzögertes Erwachen
- hohe Dekubitusgefahr
- zu- und ableitende Systeme (▶ Abb. 12.1)

Lähmungen

Lähmungen beschreiben den teilweisen oder völligen Ausfall eines Körperteils oder Organs. Bei noch vorhandener Restbeweglichkeit bezeichnet man die Lähmung als unvollständige (Parese). Bei vollständiger Lähmung (Paralyse oder Plegie) ist keine Bewegung mehr möglich. Die Lähmung selbst wird entweder durch Störungen im Gehirn, an peripheren Nerven oder durch eine Schädigung des Muskels selbst verursacht. Die 6-stufige MRC-(Medical Research Council-)Skala ist ein einfaches Assessmentinstrument zur Prüfung der Muskelkraft bei zentralen und peripheren Paresen. (▶ Tab. 12.1).

12.1.3 Anamnese und Verlaufsbeschreibung

Im Tätigkeitsbereich der Intensivpflege nimmt die Förderung der Bewegung insofern einen hohen Stellenwert ein, als dort viele Patienten durch erforderliche Therapiemaßnahmen oder in deren Folge in ihrer Bewegungsfähigkeit ausgeprägt eingeschränkt sind. Wird bedacht, dass bereits nach 24 h anhaltender Immobilität pathologische Veränderungen (Muskelatrophie, Kreislaufdepression, Thromboseneigung,

Abb. 12.1 Intensivpatienten sind durch zu- und ableitende Systeme in ihrer Beweglichkeit eingeschränkt.

Atelektasenbildung, Sekretretention) entstehen können, wird deutlich, dass sowohl der Erhalt als auch die Förderung der Bewegung bzw. der Bewegungsfähigkeit zentrale Handlungsschwerpunkte der Pflege darstellen. Neben der Einschränkung der organischen Funktionen resultiert auch ein vermindertes psychisches Wohlbefinden aus einer reduzierten Beweglichkeit (z. B. bei Depressionen, Angst). Regelmäßige körperliche Bewegung steigert körperliches und seelisch/geistiges Wohlbefinden.

Bewegungsanamnese

Voraussetzung für eine individuelle und zielgerichtete Pflege ist die Feststellung der Ist-Situation. In einer Bewegungsanamnese sollten folgende Punkte berücksichtigt werden:

- körperliche Funktionen (z. B. Atmung, Kreislauf)
- körperliche Ressourcen und Einschränkungen des Patienten
- Wahrnehmung, Bedürfnisse und Belastbarkeit des Patienten

Für den späteren Mobilisationsprozess und die Planung der Pflegeziele ist es wichtig, in der Anamnese Informationen über den Zustand des Körpers (z. B. Atmung, Kreislauf), seine Funktion (z. B. Integration der Extremitäten, Kreislaufsituation während der Mobilisation) sowie Wahrnehmung und Kommunikation zu erfassen und relevante Punkte herauszuarbeiten.

Verlaufsbeschreibung

Unerlässlich ist ein klarer und angepasster Dokumentationsstandard. Zeigt der Patient z. B. orthostatische Probleme beim Aufsetzen, kann in die Zielplanung für die nächsten Mobilisationen ein intensiveres Aufwärmen des Körpers vor der Mobilisation eingeplant werden. Wirkt der Patient während des Transfers ängstlich und unsicher, kann der Mobilisationsprozess langsamer und in den einzelnen Abläufen deutlicher ausgeführt werden, um die Wahrnehmung der Abläufe zu verbessern.

Während dies anfangs aufwendig und arbeitsintensiv erscheint, wird der Aufwand schnell geringer und geht in Routine über. Das Arbeiten an einem gemeinsamen Ziel bedeutet auch einen rascheren Fortschritt des Patienten, was den Pflegeaufwand (über die gesamte Liegezeit des Patienten gemessen) verringert.

Liegepositionen planen und durchführen

Im Intensivtherapiebereich sind Veränderungen der Liegeposition nicht nur zur Dekubitusprophylaxe durchzuführen, sondern beinhalten nach Rothaug (2008) auch therapeutische und/oder prophylaktische Aspekte wie z. B.

- Veränderung des Ventilations-Perfusions-Verhältnisses,
- Atelektaseprophylaxe/-therapie,
- Sekretmobilisation,
- Aspirations-/Refluxprophylaxe,
- Kreislauftraining,
- Druckentlastung,
- Optimierung der Atemmechanik,
- Schmerztherapie/Muskel-, Gelenkentspannung,
- Neuroprotektion,
- Förderung des Bewegungsapparates und der Körperwahrnehmung,
- Steigerung des körperlichen/psychischen Wohlbefindens und der Selbstständigkeit.

Neben diesen Aspekten müssen jedoch auch die in Therapiestandards festgelegten Maßnahmen wie z. B. die kontinuierliche 30–45°-Oberkörperhochlagerung berücksichtigt werden.

Zu den häufigsten Lagerungsarten siehe Bewegen im Bett und stabil Positionieren (S. 302).

Mobilität und Transfer anbahnen

Intensivpatienten verbringen häufig therapiebedingt längere Zeit in Positionen, in denen sie selbst nicht oder nur wenig aktiv sein können. Physiotherapeutische Behandlungen dienen in dieser Phase vorwiegend der Prophylaxe von Sekundärschäden. Die Bewegungsaktivierung mit dem Ziel, dass der Patient seine bekannten Bewegungs- und Aktivitätskompetenzen wiedererlangen kann, steht im Vordergrund der postakuten Behandlungszeit. Was, in welchem Umfang und mit welcher Unterstützung der Patient leisten kann, ist sicherlich sehr individuell, sodass hier kein allgemeingültiges Stufenkonzept zur Mobilisation abgebildet werden kann. ▶ Tab. 12.2 verdeutlicht modellhaft einen Mobilisationsstufenplan unter Berücksichtigung der Muskelkraft-Skala (in Anlehnung an das Innsbrucker Mobilisationskonzept).

Wie schnell ein Patient in den einzelnen Stufen voranschreitet, hängt im Wesentlichen von den Bedingungsfaktoren Muskeltonus, Gelenkbeweglichkeit und Kreislauf ab. Festzustellen bleibt, dass je länger die Immobilität besteht und je geringer die verbleibende Eigenaktivität ist, desto kleinschrittiger sollte das Mobilisationsstufenkonzept gestaltet sein. Dies kann bedeuten, dass ein Patient in einer Phase mehrere Tage verbleibt, bevor er in die nächste Stufe vordringen kann.

Tab. 12.2 Modellhafter Stufenplan zur Mobilisierung.

MRC-Skala		Aufgaben Pflegende	Aufgaben Physiotherapeuten
< 3 Punkte im Bett	keine Bewegung gegen die Schwerkraft möglich	• physiologische Bewegung der Gelenke bei Pflegehandlungen • Positionswechsel • wahrnehmungsfördernde Pflege (z. B. Basale Stimulation, Kinästhetik) • Sitztraining im Bett (z. B. Herz-Bett-Lage)	• passive/assistive Bewegungsübungen • passive Sekretmobilisation • Atelektaseneröffnung
3 Punkte bis zum Bettkantensitz	Bewegung gegen die Schwerkraft möglich	• Bewegungen des Patienten unterstützen und fördern • Positionswechsel • wahrnehmungsfördernde Pflege (z. B. Basale Stimulation, Kinästhetik) • Aktivierung bis zur Bettkante • Atemmuskeltraining	• s. o., zusätzlich • Atemmuskeltraining
> 3 Punkte Aktivierung bis zum Gehen	Bewegung gegen Widerstand möglich	• geringe Unterstützung von Bewegungen • Anleiten des Patienten • ggf. sicheren Umgang mit Hilfsmitteln üben	• s. o., zusätzlich • Koordinationstraining • Vertikalisierung • Gleichgewichtstraining • ADL-Training

Merke

Der Einsatz von Liftern, Rollbrettern, elektrischen Mobilisationsstühlen oder anderen Aufstehhilfen sind in manchen Situationen zwar hilfreich (z. B. querschnittgelähmter Patient), haben jedoch den großen Nachteil, dass der Patient am eigentlichen Mobilisationsprozess nur passiv teilnimmt. Die Ressourcen werden so nicht gefördert.

Praxistipp

Integrieren Sie das Sitztraining bereits in den frühen Behandlungsverlauf des Patienten. Dies stimuliert nicht nur die Muskulatur, sondern fördert auch die Orientierung am Körper und im Raum. Es ermöglicht dem Patienten ein leichteres Atmen und eine Kommunikation auf gleicher Ebene.

Kriterien für den Mobilitätsbeginn

Ein Befolgen von Aufforderungen oder die Fähigkeit zur Interaktion ist nicht zwingend erforderlich. Die F_iO_2 sollte < 0,6 und der PEEP < 10 sein. Auch bei einer kurzfristigen Erhöhung der F_iO_2 und des PEEP (+ 2) kann oft mit der Mobilisation begonnen werden. Gering dosierte Vasopressoren stellen keine Kontraindikationen dar, wobei der Patient darunter jedoch stabil sein sollte.

Bailey et al. (2007) benennen Metaregeln für die Mobilisation von Intensivpatienten:

- Der Austausch sedierender gegen nicht sedierende Medikamente erleichtert die Rehabilitation.
- Während körperlicher Aktivität wird die Atemarbeit unterstützt, eine Hypoxie verhindert.
- Aktivierung und Mobilisierung werden stringent vorangetrieben.
- Aktivität und Mobilisierung werden für 24 h ausgesetzt, wenn ein akut instabiles Ereignis vorliegt.
- Wenn Weaning und Mobilität die Ressourcen des Patienten übersteigen, hat die Mobilität Vorrang. Die körperliche Kraft wird im späteren Weaning von Nutzen sein.

Wie Nydahl et al. (2009) zeigen, ist die letzte Stufe, das Gehen, nicht davon abhängig, ob der Patient intubiert ist oder nicht. Gehen mit beatmeten Patienten ist ohne zusätzlichen Personalaufwand möglich und auch sicher. Die Rate der Patienten, die während des Gehens unerwünschte Reaktionen zeigten (auf die Knie fallen, Blutdruck > 200, S_aO_2 < 80 % u. a.) betrug < 1 %. Ein Abbruch der Maßnahme wegen Instabilität (meist Asynchronität mit der Beatmung) musste bei 4 % der Patienten vorgenommen werden.

Kontraindikationen für ein Gehen mit beatmeten Patienten sind eher allgemeiner Natur. Patienten mit einem femoral liegenden Katheter (z. B. Dialysekatheter, intraaortale Ballonpumpe), einem Pulmonaliskatheter oder mit einem temporären Schrittmacher sollten nicht bzw. bis zum Bettkantensitz mobilisiert werden. Ein hoher O_2-Bedarf stellt keine alleinige Kontraindikation für das Gehen mit beatmeten Patienten dar.

12.2 Dekubitusprophylaxe

Die 2012 von Lahmann et al. publizierte Studie (Prävalenzerhebung zum Gesundheitsproblem Dekubitus) zeigte, dass 3,5 % der Bewohner in Pflegeheimen und 4,5 % der Patienten im Krankenhaus einen Dekubitus aufwiesen. Die Prävalenz bei immobilen Pateinten betrug in Pflegeheimen 11,3 % und in Krankenhäusern 20,5 %. Betrachtet man die 10-Jahresentwicklung, so ist die Dekubitusprävalenz bei Krankenhauspatienten um 6,6 % und bei Pflegeheimbewohnern um beachtliche 8,3 % gesunken.

Der „Expertenstandard Dekubitusprophylaxe in der Pflege", herausgegeben vom Deutschen Netzwerk für Qualitätsentwicklung in der Pflege (DNQP), enthält aktuelles Wissen der Pflegewissenschaft und ist somit eine allgemein anerkannte Leitlinie, welche auch in der Rechtsprechung Berücksichtigung findet. Einrichtungen im Gesundheitswesen müssen bestrebt sein, die eigenen Standards dem Expertenstandard anzugleichen, um haftungsrechtlichen Forderungen vorzubeugen. Der Expertenstandard unterscheidet Struktur-, Prozess- und Ergebniskriterien, die bei der Durchführung der Prophylaxe berücksichtigt werden müssen.

12.2.1 Entstehungsmechanismus

Definition

„Dekubitus ist eine lokal begrenzte Schädigung der Haut und/oder des darunterliegenden Gewebes, in der Regel über knöchernen Vorsprüngen, infolge von Druck oder von Druck in Kombination mit Scherkräften Es gibt eine Reihe weiterer Faktoren, welche tatsächlich oder mutmaßlich mit Dekubitus assoziiert sind; deren Bedeutung ist aber noch zu klären".

(Definition nach der National-/European Pressure Ulcer Advisory Panel, NPUAP/EPUAP)

Nach dieser Definition ist der Dekubitus von Hautschäden (z. B. feuchtigkeitsbedingte Läsionen, Verbands- oder pflasterbedingte Hautschädigungen) abzugrenzen, die nicht durch Druck oder Scherkräfte entstanden sind. Läsionen durch Mazeration lassen sich anhand der folgenden Merkmale leicht von einem Dekubitus unterscheiden:

- Der Entstehungsort ist vor allem dort, wo Haut auf Haut liegt bzw. sich Flüssigkeitsansammlungen stauen.
- Die Haut ist gerötet und zeigt meist mehrere kleine Artefakte.
- Die Wunde ist gut durchblutet und ist meist oberflächlich (Dermis).

► **Risikofaktoren.** Obwohl keine eindeutigen wissenschaftlichen Hinweise vorliegen, werden in der Literatur Risikofaktoren beschrieben, die Einfluss auf die Entstehung und Entwicklung eines Dekubitus nehmen können. Dabei werden intrinsische (vom Patienten ausgehend), extrinsische (von außen bedingte) und individuelle Risikofaktoren unterschieden (► Tab. 12.3). Für die Risikoeinschätzung und der nachfolgenden Planung der Interventionen muss berücksichtigt werden,

Tab. 12.3 Risikofaktoren, die Einfluss auf die Entstehung und Entwicklung eines Dekubitus nehmen können.

intrinsische Risikofaktoren	extrinsische Risikofaktoren	individuelle Risikofaktoren
• eingeschränkte Mobilität bzw. Immobilität • sensorische Beeinträchtigung • Bewusstseinslage • Druckschädigung in der Vorgeschichte • Gefäßkrankheiten • schwere chronische/ terminale Erkrankungen • Hauterkrankungen • Malnutrition und Dehydratation • hohes Lebensalter (> 65 Jahre), niedriges Lebensalter (< 5 Jahre)	• Scherkräfte • Haft- und Gleitreibung • Gewebedruck (Ödeme) • Hebe- und Lagerungstechniken • Positionen • Hilfsmittel	• Nebenwirkungen von Medikamenten • Hautfeuchtigkeit

dass die Risikofaktoren meist nicht nur in ihrer Summe auf den Patienten einwirken, sondern sich oft gegenseitig beeinflussen (z. B. Druck und Scherkräfte, Bewusstseinslage und Positionen, Hautfeuchtigkeit und Hilfsmittel).

12.2.2 Einschätzung des Dekubitusrisikos

Im Sinne einer prozessorientierten Pflege steht vor der Planung der prophylaktischen Maßnahmen die Einschätzung des Dekubitusrisikos. Dazu gibt es verschiedene Risikoskalen wie z. B. die Norton-Skala, die Braden-Skala oder die Waterlow-Skala. Insgesamt sind wissenschaftliche Erkenntnisse über die Reliabilität, Validität, Sensivität, Spezifität usw. dieser Skalen eher gering (Panfil 2002). Dennoch wird betont, dass der Einsatz solcher Instrumente die Aufmerksamkeit der Pflegenden auf das Risiko lenkt und damit die Dekubitusinzidenz sinkt.

12.2.3 Maßnahmen zur Druckentlastung

Prophylaktische Maßnahmen, die der Expertenstandard fordert, lassen sich aus dem Entstehungsmechanismus ableiten. Da der Hauptentstehungsfaktor Druck ist, ist die Druckentlastung durch regelmäßige Bewegung die wirksamste Maßnahme. Im Vordergrund steht die Förderung noch vorhandener Bewegungsfähigkeit des Patienten. Ist der Patient nicht mehr in der Lage, sich zu bewegen, erfolgt der Positionswechsel passiv oder der einwirkende Druck muss durch geeignete Liegesysteme reduziert werden. Der Bewegungsplan als Dokument ersetzt hier den üblichen Lagerungsplan, da der Aspekt der Eigenaktivität des Patienten deutlicher in den Vordergrund rückt.

Erhaltung der Beweglichkeit

Jede Bewegung des Patienten trägt zur Druckentlastung und damit zur Dekubitusprophylaxe bei. Dazu gehören Eigenbewegungen des Patienten, wie auch passives Bewegen durch Pflegende. Intensivpatienten sind i. d. R. bereits durch die Schwere der Grunderkrankung in ihrer Beweglichkeit stark eingeschränkt. Eine zusätzlich notwendige Sedierung, aber auch die Angst der Patienten vor Schmerzen oder sich „mit all den Kabeln“ zu bewegen, führen zu weiteren Einschränkungen. Vorhandene Eigenbewegungen des Patienten müssen daher unbedingt als Ressource gesehen und gefördert werden.

Mögliche Maßnahmen zur Erhaltung der Beweglichkeit sind:

- Angemessene Schmerztherapie gewährleisten.
- Einengende Lagerungshilfsmittel „so wenig wie möglich, so viel wie nötig“ einsetzen.
- Indikation zur Sedierung täglich neu überprüfen.
- Eigene Bewegungen des Patienten aufgreifen und unterstützen.
- Dem Patienten zeigen, in welchem Rahmen er sich bewegen kann und darf.

Hat der Patient keine oder unzureichende Eigenbewegungen, muss ein regelmäßiger Positionswechsel vorgenommen werden. Als Faustregel im klinischen Alltag gilt ein Lagerungsintervall von 2 Stunden. Dieser Wert ist relativ und bezieht sich auf die sog. Ischämietoleranz des Gewebes.

► **Ischämietoleranz.** Die Versorgung der Gewebe ist abhängig von der Menge der Sauerstoffträger, der kardialen Leistungsfähigkeit und den Fließeigenschaften des Blutes. Da diese Faktoren insbesondere bei Intensivpatienten pathologisch verändert sind, ist die Ischämietoleranz dieser Patienten oftmals reduziert. Ein 2-stündliches Lagerungsintervall muss daher auf jeden Fall kritisch betrachtet und für jeden Patienten neu überprüft werden.

Die häufigsten Lagerungsarten sind in Kap. 12.4 (S. 298), atemtherapeutische Lagerungen in Kap. „Förderung der Atmung und Atemtherapie“ (S. 181) beschrieben.

Prinzipien zur Druckentlastung

Prinzipien zur Druckentlastung sind:
- Kontaktfläche vergrößern.
- Auf korrekte Hüftbeugung achten.
- Scherkräfte vermeiden.

► **Vergrößerung der Kontaktfläche.** Eine größere Auflagefläche reduziert den Druck. Durch das Freilagern von einzelnen Körperteilen wird die Auflagefläche vermindert und der Druck auf die restlichen Körperteile steigt an. Typisches Beispiel ist hier das Freilagern der Fersen mit einem dicken Kissen. Dadurch werden Teile der Oberschenkel frei, die Auflagefläche wird insgesamt kleiner, der Druck im Gesäßbereich nimmt zu.

► **Korrekte Hüftbeugung.** Eine Lagerung mit erhöhtem Oberkörper ohne korrekte Hüftbeugung bedeutet eine deutlich gesteigerte Dekubitusgefahr, da der Rücken des Patienten nicht mehr vollständig anliegt und zusätzlich Scherkräfte durch das Herunterrutschen im Bett entstehen. Dies kann verhindert werden, wenn ein Betttuch als „Bremse“ unter die Oberschenkel bis an die Sitzbeinhöcker gelegt wird. Folglich muss für eine korrekte Hüftbeugung die Abknickung des Bettes mit der Hüftbeugung übereinstimmen.

► **Vermeidung von Scherkräften.** Auftretende Scherkräfte lassen sich vermeiden, wenn die Patienten nach kinästhetischen Gesichtspunkten (S. 307) bewegt werden und vor Rutschen im Bett geschützt werden.

Merke

Im Weaning-Prozess rückt die Druckentlastung des Gesäßes häufig zum Wohle der Atemmechanik und des Gasaustausches in den Hintergrund. Kombinieren Sie daher die aufrechte Sitzposition mit Maßnahmen zur Druckentlastung!

Druckverteilende Hilfsmittel

In der Pflege werden verschiedene Hilfsmittel angewendet, die eine Reduzierung des Auflagedrucks bewirken sollen (nicht alle Materialien halten dieses Versprechen!). Sie werden in energetische (strombetriebene) und non-energetische (nicht strombetriebene) Hilfsmittel unterteilt (► Abb. 12.2) und liegen entweder als

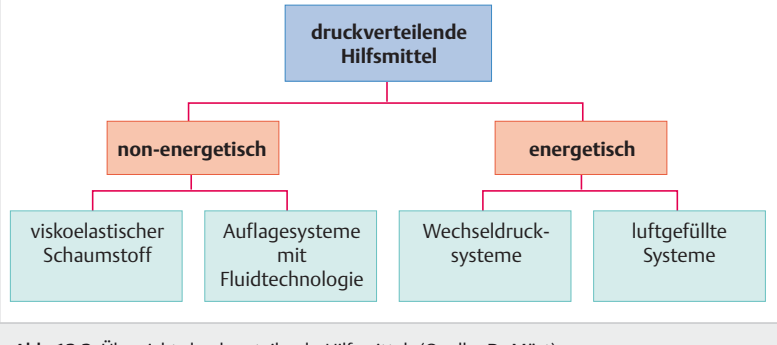


Abb. 12.2 Übersicht druckverteilende Hilfsmittel. (Quelle: D. Mört)

Auflage-, Matratzenersatz- oder integrierte Bettsysteme zur Verfügung. Die meisten druckentlastenden Hilfsmittel werden sowohl zur Dekubitusprophylaxe als auch zur -therapie empfohlen und sind für ein definiertes maximales Körpergewicht zulässig. Der Anwender steht hier in der Pflicht, sich darüber zu informieren.

► **Viskoelastischer Schaumstoff.** Matratzen aus viskoelastischem, thermoaktivem Polyurethanschaum passen sich entsprechend der Körpertemperatur und des Körpergewichts der Körperform an und ermöglichen dadurch eine Druckentlastung. Ihr Vorteil ist, dass Eigenaktivität weitgehend möglich ist und sie atmungsaktiv, flüssigkeitsdurchlässig und desinfizierbar sind.

► **Auflagesysteme mit Fluidtechnologie.** Kennzeichnend für diese Auflagesysteme ist ein nicht komprimierbares Fluid mit Mikroglaskugeln, dass in zahlreichen Kammern enthalten ist. Dieses Fluid passt sich bei jeder Bewegung den Körperkonturen an und verteilt den Auflagedruck gleichmäßig niedrig auf den gesamten Körper.

► **Wechseldrucksysteme.** Sie bestehen aus mehreren Luftkammern, die durch zyklisches Auf- und Abpumpen einzelner Kammern mit Luft befüllt bzw. entleert werden. Dadurch werden verschiedene Körperregionen abwechselnd mit Druck be- und entlastet. Vanderwee et al. (2008) fanden keinen signifikanten Unterschied in der Inzidenz von Dekubitalgeschwüren gegenüber viskoelastischen Schaumstoffmatratzen. Es gibt Hinweise, dass Wechseldruckmatratzen gegenüber einer Standard-Krankenhausmatratze bei der Dekubitusprävention überlegen sind. Zudem besteht in der Praxis häufig Unsicherheit über die Häufigkeit, Dauer, Stärke und Rate des Auf- bzw. Abpumpens.

► **Luftgefüllte Systeme.** Sie bestehen meist aus mehreren Luftkammern, wodurch der Patient in die Matratze einsinkt und somit eine gleichmäßige Druckverteilung stattfindet. Das Material der Luftkammern und der Bezüge sind so konzipiert, dass sie atmungsaktiv, wasserabweisend und temperaturbeständig sind. Manche dieser Systeme sind mit sog. Low-Air-Loss-Kissen ausgestattet, sodass ein Luftstrom mit kontrollierter Geschwindigkeit direkt zur Haut des Patienten geführt wird. Dies soll die Temperatur und die Hautfeuchtigkeit positiv beeinflussen. Wieder andere Systeme haben Kammern mit Ventilmechanismus (self adjusting technoplogy), sodass bei jeder Gewichtsverlagerung ein Luftaustausch zwischen den Kammern stattfindet. Des Weiteren haben einige Systeme die Möglichkeit eine Pulsationstherapie zu aktivieren, wodurch periodische Körperbewegungen simuliert, die kapillare Durchblutung und der Lymphabfluss angeregt werden sollen.

Indikationen

Die Indikation für ein druckentlastendes System muss genau überprüft werden, da alle Systeme sich negativ auf die Wahrnehmung auswirken und die Spontanbewegung der Patienten mehr oder weniger erschweren. Auch das Bewegen der Patienten im kinästhetischen Sinn ist erschwert. Unabhängig davon, welches druckentlastende System angewendet wird, muss weiterhin ein regelmäßiger Positionswechsel durchgeführt werden. Lediglich eine Verlängerung des Lagerungsintervalls ist denkbar.

Sinnvoll und erstrebenswert ist der kontinuierliche Einsatz von Weichlagerungssystemen im OP. Da während einer Narkose die Gewebeversorgung reduziert ist und druckentlastende Positionswechsel unmöglich sind, sollten OP-Tische obligatorisch mit druckreduzierenden Auflagen versehen werden.

Bei allen Systemen ist zu beachten, dass sie unter das Medizinproduktegesetz (MPG) fallen und die Anwender entsprechend im Umgang geschult sein müssen.

Merke

Bei Pflegebetten muss nach dem MPG ein Mindestabstand zwischen der Oberkante des Seitengitters und der Matratze von 22 cm eingehalten werden. Insbesondere bei älteren Pflegebetten besteht das Risiko, dass bei Verwendung von Matratzenauflagen/ Wechseldruckmatratzen diese Mindesthöhe nicht eingehalten wird. Dadurch werden Seitengitter unwirksam und das Pflegebett darf für diesen Zweck nicht in Betrieb genommen werden.

Begleitende Maßnahmen

Zusätzlich zur Druckentlastung müssen Maßnahmen wie Hautpflege, Ernährung und Wahrnehmungsförderung die Effektivität der Prophylaxe steigern. Da diese Maßnahmen nicht ursächlich wirken, werden sie als begleitende Maßnahmen bezeichnet.

► **Hautpflege.** Eine Empfehlung zur Hautpflege mit speziellen Produkten zur Dekubitusprophylaxe kann derzeit nicht ausgesprochen werden. Es besteht Einigkeit darüber, dass feuchte Haut in ihrer Toleranz gegenüber mechanischen Schädigungen geschwächt und/oder geschädigt wird. Inwieweit mazerierte Hautbereiche zu einem Dekubitus führen, wird kontrovers diskutiert. Die derzeitigen Empfehlungen zur Hautpflege sind:

- Haut sauber und trocken halten, um die Hautgesundheit zu erhalten.
- Sehr trockene Haut mit Lotionen/ Cremes pflegen.
- Haut mit pH-neutralen Produkten reinigen.

Die Massage zur Anregung der Durchblutung muss kritisch betrachtet werden. Bereits bei einem Dekubitus 1. Grades muss das Gewebe einen erhöhten, oft katabolen Stoffwechsel verkraften, sichtbar durch die persistierende Rötung. Eine weitere Anregung des Stoffwechsels durch eine Massage würde das Gewebe weiter schädigen. Auch bei noch intakter Haut können durch Massagen Gewebezerstörungen hervorgerufen werden, die u. U. entzündliche Reaktionen zur Folge haben.

► **Ernährung.** Ein schlechter Ernährungszustand, gekennzeichnet durch Energie- und Proteinmangelzustände, Vitamin-D- und C-Mangel, Kalziummangel, Selen- und Zinkmangel sowie Stoffwechselstörungen beeinflusst die Wundheilung negativ. Inwiefern der Ernährungszustand einen eindeutigen Einfluss auf die Dekubitusinzidenz hat, ist wissenschaftlich nicht eindeutig belegt. Nachvollziehbar ist die Annahme, dass eine ausgewogene Ernährung dekubitogene Risikofaktoren positiv beeinflussen kann.

Für die Pflegenden ergeben sich daraus Maßnahmen wie z. B.

- Ernährungszustand einschätzen.
- Nährstoffbedarf ermitteln.
- Nahrungsaufnahme überwachen bzw.
- Nahrung nach Verordnung verabreichen.

Siehe hierzu Kap. „Ernährung“ (S. 316).

► **Wahrnehmungsförderung.** Wenn die Körperwahrnehmung eingeschränkt ist, steigt die Dekubitusgefahr, denn nur die Information, dass eine Falte des Bettlakens drückt, löst einen Bewegungsimpuls aus. Dabei ist es egal, ob die Wahrnehmungsstörung krankheits- oder iatrogen bedingt ist. Aufgrund dieser Zusammenhänge sollten daher auch Maßnahmen (z. B. aus der basalen Stimulation in der Pflege) im Rahmen einer Dekubitusprophylaxe überdacht werden. Siehe auch Kap. „Förderung des Bewusstseins, der Wahrnehmung und der Orientierung“ (S. 138).

In manchen Fällen kommt es trotz prophylaktischer Maßnahmen zu einem Dekubitus. Hier obliegt es dem pflegerischen

Team kritisch zu hinterfragen, ob diese Entwicklung durch eine Ausweitung oder Änderung der prophylaktischen Maßnahmen hätte verhindert werden können.

12.3 Thromboseprophylaxe

Die Thrombose ist eine ernstzunehmende potenzielle Komplikation für Patienten in bestimmten Risikosituationen. Da aus einer Thrombose weitere Komplikationen wie z. B. ein postthrombotisches Syndrom oder die lebensbedrohliche Lungenembolie entstehen können, ist eine effektive Thromboseprophylaxe eine interdisziplinäre Aufgabe, in der pflegerische Interventionen eine tragende Rolle zukommt.

12.3.1 Entstehungsmechanismus

Der Entstehungsmechanismus einer Thrombose kann mit der Virchowschen Trias erklärt werden. Als wesentliche Ursachen kommen die Schädigung der Gefäßwand (Wandfaktor), die Verlangsamung der Blutströmung (Kreislauffaktor) und die erhöhte Gerinnungsfähigkeit des Blutes (Blutfaktor) in Frage (▶ Tab. 12.4).

12.3.2 Einschätzung des Thromboserisikos

Die Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) hat 2009 die S 3 + IDA-Leitlinie „Prophylaxe der venösen Thromboembolie (VTE)“ veröffentlicht. Die Prävalenz von Krankenhauspatienten, eine tiefe Beinvenenthrombose zu erleiden, variiert innerhalb der verschiedenen Patientengruppen erheblich (Innere Medizin 10–20 %, Allgemeinchirurgie, Gynäkologie/Urologie (große Eingriffe) 15–40 %, Intensivmedizin 10–80 %, jeweils ohne VTE-Prophylaxe). Da keine Tests zur Ermittlung des individuellen Thromboserisikos zur Verfügung stehen, erfolgt die Indikationsstellung und Wahl der Prophylaxeform anhand der Einteilung in 3 Risikogruppen (niedrig, mittel, hoch) sowie auf der Basis von expositionellen und dispositionellen Risikofaktoren (▶ Abb. 12.3).

▶ **Expositionelle Risikofaktoren.** Bestimmend sind bei chirurgischen Patienten die Art und der Umfang des operativen Eingriffs bzw. der Verletzung. Das VTE-Risiko bei internistischen Patienten ist durch die zugrundeliegende Erkrankung sowie angeborene und erworbene personenbezogene Faktoren charakterisiert.

Tab. 12.4 Risikofaktoren der Thromboseentstehung.

Virchowsche Trias	Risikofaktoren
Wandfaktor	• Traumen • Operationen • sklerotische Veränderungen • postthrombotisches Syndrom • Phlebitis • venöse Verweilkatheter • Venendilatation durch Nitropräparate
Blutfaktor	• übermäßige Gerinnung z. B. postoperativ, bei Sepsis, durch Hormontherapie (Kontrazeptiva) • erhöhte Viskosität z. B. bei Hypovolämie, durch verminderte Flüssigkeitszufuhr, Diuretika, Fieber
Kreislauffaktor	• fehlende Muskelaktivität der unteren Extremitäten • verminderte Thoraxexkursionen bei herabgesetzter Respiration • niedriger arterieller Blutfluss

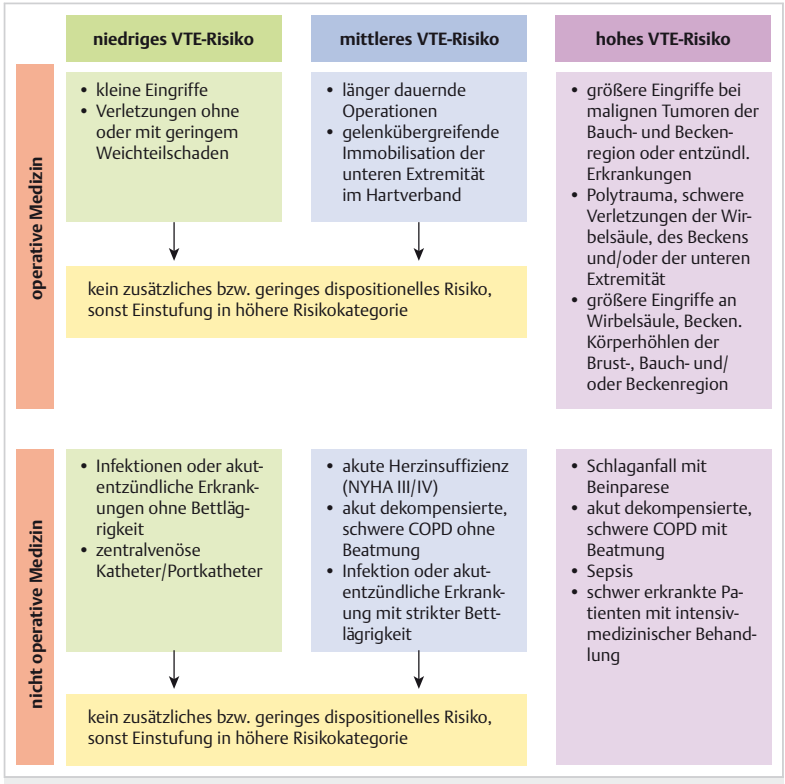


Abb. 12.3 Beispielhafte Kategorisierung zur Einschätzung des Thromboserisikos.

▶ **Dispositionelle Risikofaktoren.** Zu ihnen zählen u. a. höheres Alter (> 60 Jahre), chronische Herzinsuffizienz/akuter Herzinfarkt, Gravidität und Postpartalperiode, venöse Thromboembolie in der Anamnese, angeborene/erworbene thrombophile Hämostasedefekte, chronisch venöse Insuffizienz, schwere systemische Infektionen und Adipositas (BMI > 30).

12.3.3 Prophylaktische Maßnahmen

Neben den vielfältigen Möglichkeiten zur Prophylaxe der VTE ist zu empfehlen, dass bei allen Patienten

- immobilisierende Maßnahmen (besonders des Sprung- und Kniegelenks und der Beckenregion) fortlaufend kritisch hinterfragt und
- ein kurzer Immobilisationszeitraum realisiert wird sowie
- zwischen Trauma und Operation ein kurzes Intervall liegt.

Tab. 12.5 Evidenzstärken aller Maßnahmen zur venösen Thromboseprophylaxe.

Maßnahmen	Evidenzstärke
medizinischer Thrombose-Prophylaxe-Strumpf (MTPS)	schwach
Basismaßnahmen	mäßig
medikamentöse VTE-Prophylaxe	hoch
intermittierende pneumatische Kompression	starke Empfehlung, wenn medikamentöse Prophylaxe nicht möglich ist

Neben Basismaßnahmen stehen physikalische und medikamentöse Maßnahmen zur Verfügung, die eine unterschiedliche Evidenzstärke ausweisen (▶ Tab. 12.5). Unter Basismaßnahmen werden Frühmobilisation, Bewegungsübungen und die Anleitung/Begleitung zu Eigenübungen verstanden. Diese Maßnahmen wirken sich zudem positiv auf den Bewegungsapparat, das Herz-Kreislauf-System und die Atmung aus. Der medizinische Thrombose-Prophylaxe-Strumpf und die intermittierende pneumatische Kompressionen werden dem Bereich der physikalischen Maßnahmen zugeordnet.

Merke

Basismaßnahmen sowie physikalische Maßnahmen können eine indizierte medikamentöse VTE-Prophylaxe nicht ersetzen. Umgekehrt sollte bei einer medikamentösen VTE-Prophylaxe nicht auf Basismaßnahmen verzichtet und physikalische Maßnahmen indikationsgerecht eingesetzt werden.

Basismaßnahmen

Die Schädigung der Gefäßwand lässt sich durch pflegerische Interventionen nur schwer beeinflussen und beschränkt sich daher auf die Vermeidung der Knie- und Hüftbeugung über 90 °.

▶ **Bewegungsübungen.** Ziel aller physikalischen Maßnahmen ist es, die Blutströmungsgeschwindigkeit in den Venen zu erhöhen. Mögliche Bewegungsübungen zur Aktivierung der Muskelpumpe sind:
- Zehen spreizen und einkrallen.
- Füße anziehen und strecken oder kreisen.
- Gegen einen Widerstand treten (z. B. den Patienten die Hand des Pflegenden oder des Physiotherapeuten mit eigener Kraft wegschieben lassen).

▶ **Entstauende Lagerung.** Die einfachste passive Maßnahme ist die entstauende Lagerung (▶ Abb. 12.4). Sie fördert nicht nur den venösen Rückfluss, sondern beugt auch der Ödembildung vor bzw. fördert den Ödemabtransport. Es ist darauf zu achten, dass Gefäße in der Kniekehle und des Beckens nicht abgeknickt sind. Vorsicht bei manifester Herzinsuffizienz und arteriellen Durchblutungsstörungen!

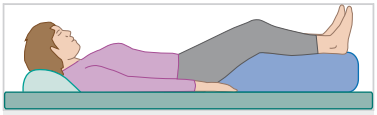


Abb. 12.4 Korrekte Lagerung, um den venösen Rückfluss zu fördern. Knie- und Hüftgelenk sind um ca. 20 ° gebeugt.

▶ **Ausstreichen der Beine.** Dieses kann leicht in die Körperpflege integriert oder von Angehörigen nach Anleitung übernommen werden. Das Bein wird angehoben und von distal nach proximal 3–5-mal nacheinander bis oberhalb des Knies ausgestrichen. Vorsicht bei bestehender Beinvenenthrombose!

▶ **Atemtherapie.** Die Atmung beeinflusst den Blutfluss auch in den unteren Extremitäten positiv und bewirkt dort eine Steigerung des venösen Rückflusses. Die Maßnahmen decken sich mit denen zur Pneumonieprophylaxe. Siehe hierzu Kap. „Förderung der Atmung und Atemtherapie“ (S. 181).

▶ **Bettfahrrad.** Die wohl effektivste Methode ist die Nutzung eines Bettfahrrades, da nahezu alle Beinmuskeln aktiviert und in Verbindung mit einer verstärkten Atmung der venöse Rückfluss in den Beinen und im Becken gesteigert werden können.

Grundvoraussetzung für die Nutzung des mechanischen Bettfahrrades ist, dass der Patient genügend muskuläre Kraft besitzt, seine Knie in Mittelstellung zu halten, da sonst eine Überdehnung der Hüft- und Sprunggelenksmuskulatur eintreten kann. Neuere Geräte erlauben sowohl passives, assistives als auch aktives Bewegungstraining im Bett oder im Sitzen mit individuellen Einstellungen von Wattzahl, Geschwindigkeit, Dauer usw. (▶ Abb. 12.5). So ist ein ressourcenorientiertes und sich stufenweise aufbauendes Training möglich.

▶ **Frühmobilisation.** Wichtig bei der Mobilisation ist die Aktivierung der Muskelpumpe. Es reicht also nicht, einen Patienten vor das Bett zu stellen, da Stehen allein eher ein Versacken des Blutes in den Beinen und damit das Gegenteil des gewünschten Effektes bewirkt. Kann der Patient nicht im Zimmer umhergehen, muss er einige Schritte auf der Stelle machen, um den Blutfluss zu beschleunigen.

Abb. 12.5 Bewegungstraining eines Intensivpatienten mit dem MOTOmed viva 2. (Fa. Reck)

Physikalische Maßnahmen

Neben den aktivierenden Maßnahmen gibt es Maßnahmen, bei denen der Patient völlig passiv bleibt, was in der Intensivpflege häufig ist. Dazu zählen:
- medizinische Thrombose-Prophylaxe-Strümpfe (MTPS)
- intermittierende pneumatische Venenkompression

▶ **Medizinische Thrombose-Prophylaxe-Strümpfe (MTPS).** Die Strümpfe müssen korrekt ausgemessen und faltenfrei angelegt sein. Bei nicht genormten Beinen können Wadenstrümpfe von Vorteil sein. Der lokale Anpressdruck beträgt in der Fesselregion ca. 18 mmHg und nimmt von distal noch proximal kontinuierlich ab. Sie werden kontinuierlich getragen und lediglich zur Körperpflege und Hautinspektion ausgezogen. Als Kontraindikationen sind kritische periphere arterielle Durchblutungsstörungen, ausgeprägte Neuropathien und periphere Ödeme, lokale Infekte, Nekrosen oder Verletzungen zu nennen. Insgesamt ist die wissenschaftliche Datenlage zu MTPS sehr gering (Entwicklungsstufe 1 der AWF-Leitlinie 2004). Dennoch werden MTPS bei Patienten in jeder Risikogruppe als Basismaßnahme empfohlen. Ab einem mittleren Thromboserisiko wird der MTPS nicht als alleinige Maßnahme, sondern zusätzlich zu einer spezifischen Prophylaxe angeraten. Speziell bei Patienten mit einem akuten Schlaganfall konnten Dennis et al. (2009) zeigen, dass das Tragen von Kompressionsstrümpfen keinen signifikanten Vorteil bietet, eine tiefe Beinvenenthrombose zu verhindern.

▶ **Intermittierende pneumatische Venenkompression.** Die Geräte werden nicht nur zur Thromboseprophylaxe, sondern auch bei der Entstauungstherapie venöser und lymphologischer Erkrankun-

Abb. 12.6 AV-Impulssystem. (D. Mört)
a Fußmanschette.
b Steuereinheit mit Anzeige des Impulsdrucks, des Intervalls und der Fehlercodeanzeige.
c Angelegte Impulsmanschette.

gen angewendet. Es lassen sich 2 Systeme unterscheiden.

Das sog. AV-Impulssystem (▶ Abb. 12.6) fördert den venösen Rückstrom in der Extremität durch Entleerung des plantaren Venenplexus. Die doppelwandige Extremitätenmanschette (Bein-, Arm-, Hüft- oder Hosenmanschette) besteht aus bis zu 12 Kammern, die je nach Ausführung 12–200 mmHg aufbringen. Dabei wird der Druck entweder intermittierend oder sequenziell von distal nach proximal weitergegeben (sog. „Milking"). Die gleichzeitige Anwendung von medizinischen Thrombose-Prophylaxe-Strümpfen und Heparin senkt das Risiko einer VTE signifikant.

Als Kontraindikationen gelten die dekompensierte Herzinsuffizienz, ausgedehnte Entzündungsreaktionen (Phlebitis, Erysipel), Traumen, Neuropathien und der schwere, nicht einstellbare Hypertonus. Aus einzelnen Fallbeschreibungen und einer retrospektiven Beschreibung sind die Schädigung des N. peronaeus, Drucknekrose, Kompartment-Syndrom, Lungenembolie und ein Genitallymphödem als Komplikationen bekannt. In Situationen, in denen keine medikamentöse Thromboseprophylaxe durchgeführt werden kann, wird die intermittierende pneumatische Venenkompression (Fuß, Wade, Oberschenkel) sehr empfohlen (AWMF 2009).

Medikamentöse Maßnahmen

Die medikamentöse Thromboseprophylaxe ist ab einem mittleren Thromboserisiko indiziert. Nach Dellas (2010) stehen folgende Substanzen zur Verfügung:
- unfraktioniertes Heparin (UFH)
- niedermolekulare Heparine (NMH)
- Fondaparinux
- parenterale Faktor-Xa- und Thrombininhibitoren bei HIT
- neue Zulassungen: orale Faktor-Xa- und Thrombininhibitoren

Detaillierte Informationen zur medikamentösen Thromboseprophylaxe sind der AWF-Leitlinie (2009) zu entnehmen.

Allgemeine Richtlinien zur medikamentösen VTE-Prophylaxe sind:
- Sie soll zeitnah zur risikoverursachenden Situation begonnen werden.
- Die Dauer der medikamentösen VTE-Prophylaxe soll sich am Fortbestehen relevanter Risikofaktoren orientieren.
- Die Applikation einer medikamentösen VTE-Prophylaxe soll nur in sicherem zeitlichem Abstand zur Regionalanästhesie-Einleitung und Katheterentfernung erfolgen (▶ Tab. 12.6)
- Bei niedermolekularen Heparinen, Danaparoid, Fondaparinux und Hirudin ist die Nierenfunktion, ggf. mit erforderlicher Dosisreduktion, zu berücksichtigen.
- Bei Verwendung von unfraktioniertem Heparin sollte eine regelmäßige Kontrolle der Thrombozytenzahl zwischen dem 5. und 14. Tag durchgeführt werden.
- Bei subkutaner Applikation von Antikoagulanzien zur VTE-Prophylaxe ist auf einen ausreichenden Abstand zu Wunden zu achten, z. B. durch Applikation an der kontralateralen Extremität.

12.4 Mobilisation und Konzepte der Bewegungstherapie

Michaela Friedhoff

Neben der Dekubitus- und Thromboseprophylaxe steht die Prävention von Kontrakturen durch aktive und passive Bewegung(-sübungen) im Vordergrund. Damit diese Handlungen nicht isolierte Maßnahmen bleiben, sondern in einen Prozess integriert werden, sind sie hier im Zusammenhang mit dem Bobath- und Kinästhetik-Konzept beschrieben.

Im Rahmen der Intensivpflege stehen den Pflegenden verschiedene Konzepte der Bewegungstherapie zur Verfügung. Pflegende müssen sich darüber im Klaren sein, welches Konzept sie mit welchem Ziel einsetzen. Der unreflektierte Einsatz eines Maßnahmenpaketes ist abzulehnen.

Im Folgenden werden die allgemeinen Grundlagen der Frühmobilisation vor-

Tab. 12.6 Zeitintervalle zwischen rückenmarksnaher Punktion und Katheterentfernung unter medikamentöser VTE-Prophylaxe (Zeitangaben bei normaler Nierenfunktion).

Medikament	Halbwertzeit	Elimination	letzte Medikamentengabe vor Punktion/Katheterentfernung	nächste Medikamentengabe nach Punktion/Katheterentfernung
UFH (Prophylaxe)	ca. 2 h	gleichermaßen renal und hepatisch	4 h	1 h
UFH (Therapie)			4–6 h	1 h
NMH (Prophylaxe)	ca. 4 h	überwiegend renal	12 h	2–4 h
NMH (Therapie)			24 h	2–4 h
Fondaparinux (Prophylaxe)	ca. 17 h	fast ausschließlich renal	36–42 h	6–12 h
Danaparoid	ca. 24 h	fast ausschließlich renal	möglichst keine rückenmarknahe Anästhesie oder „Single-Shot"-Verfahren	

gestellt. Daneben haben sich im Zusammenhang mit Bewegungseinschränkungen das Bobath- und das Kinästhetik-Konzept etabliert.

12.4.1 Frühmobilisation

Grundlagen der frühen Mobilisation

Körperliche Aktivität ist ein wichtiger Baustein für ein Leben in Gesundheit, denn körperliche Bewegung wirkt auf den ganzen Körper. Die meisten lebenswichtigen Organe sind in ihrer normalen Funktion abhängig von Bewegung.

Längst ist in zahlreichen Studien bewiesen, dass körperliche Bewegung die Durchblutung fördert und damit den Stoffwechsel und Kreislauf anregt. Die Gelenkbeweglichkeit bleibt erhalten und wird gefördert. Je beweglicher wir sind desto größer ist unser Handlungsspielraum. Beweglich zu bleiben ermöglicht somit ein hohes Maß an Selbständigkeit.

Aus diesen bekannten Aspekten ist das aktivierende Bewegen von Patienten unbedingt in die alltägliche Pflege einzubeziehen. Werden Grundregeln des aktivierenden Bewegens schon auf der Intensivstation eingehalten, können zahlreiche Sekundärerkrankungen verhindert werden (Bailey et al. 2007, Bourdin et al. 2010, Morris et al. 2008, Schweickert et al. 2009 u. w.) und auch die Prävention von Dekubitus, Thrombose und Kontrakturen ist damit gewährleitet.

Der positive Einfluss möglichst frühzeitiger Mobilisation wird inzwischen in zahlreichen Studien belegt. So konnte z. B. gezeigt werden, dass:

- auch das Mobilisieren von beatmeten Patienten machbar und sicher ist (Bailey et al. 2007, Bourdin et al. 2010),
- die Inzidenz des Delirs reduziert wird (Needham et al. 2008),
- mehr Unabhängigkeit in den AEDLs erreicht wird (Schweickert et al. 2009),
- die Beatmungs- und Intensivdauer verkürzt wird (Morris et al. 2008, Schweickert et al. 2009, Needham et al. 2010),
- Wiederaufnahmen reduziert werden (Morris et al. 2011, Needham et al. 2010),
- frühe Aktivität und Mobilisierung auch für beatmete Patienten eine Prävention neuromuskulärer Komplikationen darstellt (Bailey et al. 2007),
- Frühmobilisation und Kostaufbau das Risiko einer postoperativen Darmparalyse reduzieren (Kehlet 2008).

Pflegende haben durch frühe Mobilisierung somit einen enormen Einfluss auf die Genesung des Patienten.

▶ **Was bedeutet Mobilisation und wann beginnt die Frühmobilisation? .** Der Begriff der Mobilisation wird sehr unterschiedlich ausgelegt. Auch der Terminus der „Frühmobilisation“ wird verschieden verwendet, so kann „früh“ durchaus eine Zeitspanne zwischen einem Tag und 3 Monaten umfassen (Diserens, Michel u. Bogousslavsky 2006).

In diesem Kapitel meint Mobilisation, dass Patienten von Beginn an aktivierend bewegt werden, insbesondere bei den pflegerischen Maßnahmen im Bett.

Mobilisation ist

- jede voll unterstützte Bewegung des Patienten, die aktivierend gestaltet wird,
- jede partiell unterstütze Bewegung des Patienten, die aktivierend gestaltet wird,
- jede aktive Bewegung durch den Patienten.

Mobilisation geschieht durch Berührung, Ansprache oder durch direkte Unterstützung bei der Bewegung (▶ Abb. 12.7). Sie ist damit mehr als eine reine Technik, sondern vielmehr ein interaktiver Prozess mit dem Patienten, der berührt, anspricht und bewegt. Diese Form der Bewegungsgestaltung wird im Bobath-Konzept als Fazilitation bezeichnet.

Mobilisation auf Intensivstationen

Erstrebenswert für beatmete Patienten auf einer Intensivstation ist die Unterstützung der Wachheit, Schmerzfreiheit und größtmögliche Mobilität, um die beschriebenen Komplikationen zu vermeiden.

Als Grundlage für die Frühmobilisation auf Intensivstation sind folgende Schritte sinnvoll:

1. aktivierendes Bewegen im Bett (S. 302) bei allen pflegerischen Maßnahmen
2. Vertikalisierung im Bett, z. B. stabiler Sitz im Bett (S. 307)
3. Aufsetzen auf die Bettkante (S. 305)
4. Stehen vor dem Bett
5. Sitzen im Stuhl (insbesondere bei Patienten mit Paresen durch tiefen Transfer in den Stuhl
6. einige Schritte auf der Stelle gehen (4–5 Schritte)
7. Gehen

Abb. 12.7 Mobilisation kann auf unterschiedliche Weise ermöglicht werden: durch Berührung, durch Ansprache oder durch direkte Bewegungsunterstützung.

Die Gestaltung und Absprache der einzelnen Mobilisationsschritte erfolgt im interdisziplinären Team, bestehend aus Pflege, Arzt, Physiotherapie und evtl. Logopädie. Die Sichtweise und Einschätzung der einzelnen Berufsgruppen sollten abgewägt und eine gemeinsame Zielsetzung formuliert werden. Dann kann in der Zusammenarbeit während der Mobilisierung ein größtmöglicher Erfolg für den Patienten erreicht werden.

Die Bewegungsübergänge und konkreten Handlings werden in den folgenden Kapiteln zum Bobath-Konzept und zum Kinästhetik-Konzept (S. 307) beschrieben.

12.4.2 Bobath-Konzept

„... es muss dem Patienten Freude machen, dass er wieder etwas kann.“

Dieses Zitat von Berta Bobath hat seit ihren ersten Schritten im Bobath-Konzept und bis zum heutigen Tag nicht an Bedeutung verloren!

Das von Berta Bobath in den 40er Jahren entwickelte und gemeinsam mit ihrem Mann Karel Bobath weiterentwickelte Bobath-Konzept betrachtet den Menschen in seiner Gesamtheit und reduziert ihn nicht auf seine Defizite. Eine veränderte Umgebung, eine andere Ausgangsposition sowie der geistige, seelische und körperliche Zustand sind nur einige wenige Faktoren, warum die Behandlung und pflegerische Unterstützung sich an die wechselnden und individuellen Bedürfnisse täglich anpassen muss.

Berta Bobath schloss in ihre Behandlungen das bewusste Gefühl für Bewegung (das Spüren und die Kontrolle), die Persönlichkeit des Menschen und eine ganzheitliche Sichtweise mit ein. Sie beschäftigte sich mit den Fragestellungen:

- Wie geht Bewegung leicht?
- Wie kann ich andere Menschen in ihrer individuellen Bewegung begleiten?

Fundamente des Bobath-Konzepts

Im Mittelpunkt des Bobath-Konzepts steht die Unterstützung des Patienten bei den Aktivitäten des täglichen Lebens (▶ Abb. 12.8).

Das Bewegen des Patienten während aller pflegerischen Tätigkeiten geschieht

1. zur Aktivierung des Patienten,
2. für eine bessere Haltungskontrolle und

3. für eine bessere Körperwahrnehmung (Körperschema) bei Alltagsaktivitäten wie z. B. Waschen oder Kleiden.

► **1. Aktivierung hat gute Gründe.** Menschen lernen durch aktive Bewegungen, auch bei geringen Aktivitätsamplituden. Nur durch aktive Bewegung können Nerven und Muskelzellen erhalten werden, nicht bei passiver Bewegung (Bailey u. Kandel 1993). Die Verhinderung eines Dekubitus ist für Pflegende häufig das zentrale Ziel, wenn es um Bewegung von Patienten geht. Die vielen weiteren positiven Auswirkungen von Bewegung sind im Bewusstsein der Pflegenden z. T. nur wenig präsent. Der Hauptgrund dafür ist, dass diese Aspekte in der Theorie gelernt, aber nicht ausreichend praktisch geübt werden.

Aktivierung bedeutet immer eine Interaktion mit dem Patienten. Seine Ziele, seine Motivation zu erfahren, ist ein erster Schlüssel zum Erfolg. Zunächst erfolgt die Ansprache und Beobachtung des Patienten, dann nutzt die Pflegende bei Bedarf ihre Hände und unterstützt den Einsatz der Muskulatur für die gewünschte Bewegung. Das Abwarten der Bewegungsinitiierung des Patienten spielt dabei eine wesentliche Rolle. Nur so kann und wird er tatsächlich in die Aktivität mit einbezogen. Dieser gesamte Prozess wird im Bobath-Konzept als **Fazilitation** bezeichnet.

Abb. 12.8 Fundamente des Bobath-Konzepts. Das Bewegen des Patienten während aller pflegerischen Tätigkeiten hat Einfluss auf das zentrale Nervensystem und bestimmt somit das Lernangebot des Patienten.

► **2. Haltungskontrolle.** Die Aktivierung des Patienten geschieht mit dem Ziel, eine bessere Haltungskontrolle (auch posturale Kontrolle oder Kernstabilität genannt) zu erreichen. Für jegliche Aufgabenbewältigung im alltäglichen Leben ist diese posturale Kontrolle Voraussetzung.

Merke

Haltungskontrolle bzw. posturale Kontrolle beschreibt einen komplexen Vorgang, der durch ausreichende Stabilität im Bereich des Beckens (Kernstabilität), die Bewegungen des Rumpfes und/oder der Extremitäten ermöglicht.

Nur wenn es gelingt, ausreichend Muskulatur im unteren Rumpf und am Beckenboden aufzubauen, kann der Körper sich im Schwerkraftsfeld halten (Haltungskontrolle). Die Voraussetzung für die Rumpfaufrichtung ist also ein stabiles Becken (unterer Rumpf und Beckenboden = Kernstabilität). Fehlende Haltungskontrolle führt häufig zu einer vermehrten Muskelanspannung in den Extremitäten, was sich häufig in Form von Beugung in den Armen/und oder Beinen zeigt.

► **3. Förderung der Körperwahrnehmung.** Voraussetzung für die Fähigkeit des Körpers, Tonusverhältnisse zu verändern und normale Bewegungen auszuführen, sind seine Möglichkeiten Informationen über den eigenen Körper zu empfinden, zu interpretieren und effizient darauf zu reagieren. Über Rezeptoren an Muskeln, Sehnen und Gelenken, über das visuelle System und das Gleichgewichtsorgan erfahren wir, wie unser Körper im Raum steht (Körperschema für die aktuelle innere Repräsentation). Wo befindet sich der rechte oder linke Arm, wie ist der Kopf ausgerichtet usw. Der Mensch muss z. B. seinen Arm spüren, um ihn entsprechend automatisch im Alltag bewegen zu können. Eine Visualisierung ist dafür nicht erforderlich.

Merke

Die Förderung der Körperwahrnehmung ist eine weitere Bedingung zur Entwicklung von aktiver Bewegung mit dem erforderlichen Haltungshintergrund. An dieser Stelle wird deutlich, dass die 3 Aspekte (Aktivierung, Haltungstonus und Förderung der Körperwahrnehmung) einander bedingen und im pflegerischen Alltag nicht voneinander zu trennen sind.

Orientierung an normalen Bewegungsabläufen

Die zuvor genannten Prinzipien des Bobath-Konzepts sind Voraussetzungen für die normale Bewegung. Die Orientierung an normalen Bewegungsabläufen bedeutet ein individuelles, koordiniertes und an die Situation angepasstes Bewegungsverhalten. Der Körper ist der Schwerkraft ausgesetzt, dies fordert eine ständige automatische Anpassung von Gleichgewicht und Bewegung (posturale Kontrolle). Diese Anpassung erfolgt immer aufgabenspezifisch, das bedeutet, dass der gesamte Körper so bewegt wird, wie es für die angestrebte Aufgabe erforderlich ist.

Für das Erlernen bzw. Wiedererlernen von Bewegungen ist es daher von entscheidender Bedeutung, dem Patienten Assoziationen bzw. konkrete Aufforderungen zu einer Aufgabe zu geben. „Bewegen Sie im Sitzen den rechten Unterschenkel nach oben" ist deutlich schwieriger durchzuführen als „Stellen Sie sich vor, Sie möchten einen Ball wegschießen".

Probleme bei der Bewältigung einer Aufgabe können entstehen durch

- verminderte Vigilanz,
- fehlende Stabilität (mangelnde Haltungskontrolle/posturale Kontrolle),
- biomechanische Einschränkungen (z. B. Arthrose),
- Körperschemastörungen oder
- mangelndes Verstehen der Aufgabe (z. B. bei Demenz oder neuropsychologischen Störungen).

► **Patienten mit neuropsychologischen Störungen.** Nach einer zentralen Schädigung treten bei Patienten häufig Verhaltensänderungen und neuropsychologische Störungen auf. Diese führen dazu, dass die Patienten oft als unkooperativ, distanzlos, dement, faul usw. beschrieben werden. „Der Patient arbeitet immer genau dagegen, der will nicht mithelfen" sind häufige Aussagen von Pflegenden, die das Verhalten des Patienten missverstehen. Zu den neuropsychologischen Störungen gehören allgemeine Störungen wie z. B. Verlangsamung, Aufmerksamkeitsstörungen, Gedächtnisstörungen, Antriebsarmut, Affektlabilität, Perseverieren, Aggressivität, aber auch spezifische neuropsychologische Störungen nach einer ZNS-Schädigung wie etwa Dyspraxie, Neglect, Pusher-Symptom, Dysphasie u.w.

Die pflegerischen Maßnahmen im Umgang mit Patienten mit neuropsychologischen Störungen sind unterschiedlich. Das Wissen über die Symptome und die Erkenntnis, dass es sich um eine Erkrankung handelt, fördert die Akzeptanz des Verhaltens des Patienten. Der Umgang sowie auch der Schutz dieser Patienten sind nicht immer einfach. Geduld, Einfühlungsvermögen und ein angemessenes Tempo sind grundsätzlich hilfreich.

Zur Förderung der Eigenaktivität des Patienten müssen folgende Fähigkeiten berücksichtigt werden:

- emotionale Fähigkeiten
- kognitive Fähigkeiten
- posturale Fähigkeiten (Aktivierung von Muskulatur für Haltungskontrolle im Schwerkraftsfeld zur Bewältigung einer Aufgabe)
- biomechanische Fähigkeiten (z. B. Ausrichtung und volle Beweglichkeit der Gelenke)
- perzeptive Fähigkeiten (Wahrnehmung und Wahrnehmungsverarbeitung)

Die Anwendung des Bobath-Konzepts eignet sich für alle Patienten mit Bewegungseinschränkungen, insbesondere für Patienten mit neurologischen Erkrankungen.

Im Folgenden werden die wichtigsten **Handlings** zum Bewegen im Bett, zum Aufsetzen und Sitzen im Bett und auf der Bettkante sowie zum Transfer, näher beschrieben.

Bewegen im Bett und stabil Positionieren

Das Bewegen im Bett ist eine Maßnahme, die sich häufig wiederholt und somit durch Repetition dem Patienten eine enorme Lernmöglichkeit bietet.

Im Vordergrund steht hierbei die **Aktivierung** des Patienten, da nur so die Ernährung der Nervenzellen gewährleistet werden kann (durch die Stimulation der Freisetzung neurotropher Faktoren (Bailey u. Kandel 1993). Bei passiver Bewegung/Dehnung ist dies nicht möglich. Auch die Propriozeptoren liefern bei aktiver Kontraktion die meisten Informationen. Die Propriozeptoren sind Rezeptoren an Muskeln, Sehnen und Gelenken, die uns Informationen über die Lage des Körpers im Raum geben, also für unser Körperschema eine bedeutende Rolle spielen. Ständiges Wiederholen führt auch hier zu einem Lerneffekt. Synapsen werden gebildet oder regenerieren sich wieder. Des Weiteren wecken somatosensorische Angebote die Aufmerksamkeit für das bewegte Körperteil: Das alles sind wesentliche Voraussetzungen, um die Bewegungsmuster des Patienten zu erhalten oder wieder zu erlernen.

Merke

Nur wenn motorische Aktivität stattfindet, werden die für die Ernährung der Nervenzelle wichtigen Substanzen gebildet. Eine inaktive Muskulatur kann zum Funktionsausfall der entsprechenden Nerven und damit zum Abbau der Muskulatur führen.

Auf einer Intensivstation gibt es häufig die Diskussion unter Pflegenden, ob und wieviel Lagerungsmaterial für einen Patienten benötigt wird. Das ist individuell zu betrachten, der Patient benötigt soviel Material, bis er seinen Körper an die Unterstützungsfläche abgeben kann. Liegt z. B. das oben liegende Bein in Seitenlage nicht ausreichend unterstützt auf nur einem Kissen, so kann der Oberschenkelmuskel evtl. nicht nachlassen und spannt an. Oder kann die Muskulatur nicht ausreichend aktiviert werden, kommt es durch die Schwerkraft bedingt zum „Zug" an Muskeln oder Gelenken, was im weiteren Verlauf zu Verletzungen und Schmerzen führen kann.

Im Folgenden werden verschiedene Handlings für das Bewegen im Bett aufgeführt.

Angepasste Rückenlage

Eine günstige Ausgangsposition für das Bewegen im Bett in Rückenlage bietet die A-Lagerung (▶ Abb. 12.10). Das Bewegen eines immobilen Patienten in Rückenlage ist durch das Anheben des Oberkörpers i. d. R. mit einer hohen Belastung des Rückens für die Pflegende verbunden. Hat der Patient nur ein Kopfkissen unter dem Kopf, so ist ein Mithelfen in Beugung zum Anheben des Kopfes oder des Beckens nur sehr schwer möglich. Folgende Aspekte beschreiben die negativen Auswirkungen der „klassischen Rückenlage" und bieten ausreichend Begründung zum sinnvoll ausgewählten Einsatz dieser Position (▶ Abb. 12.9):

- Der Kopf ist überstreckt und damit sind das Blickfeld und das Schlucken eingeschränkt.
- Der Rücken ist überstreckt und liegt nicht auf der Matratze auf.
- Das Becken ist nach vorne gekippt (Hohlkreuz).
- Die Schultern fallen Richtung Matratze.
- Die Beine können nicht ablegen.
- Die Auflagefläche des Körpers ist gering, was eine Dekubitusgefahr darstellt.
- Die Arme können nicht ablegen.
- Folgende Bewegungsübergänge sind erschwert: Die Lagerung im „Hohlkreuz" führt zu einer Anspannung der Rückenmuskulatur (hier im Bereich der Lendenwirbelsäule), der Oberschenkelmuskulatur, insbesondere der Beugemuskeln und/oder der Adduktoren und individuell auch weiterer muskulärer Abschnitte, da der Körper nicht ablegen kann. Eine häufige Folge der längeren Rückenlage ist, dass Patienten beim Aufsetzen auf die Bettkante stark in die Streckung drücken und sich dadurch der Oberkörper nach hinten neigt. Die Pflegende hat nun Mühe, den Patienten auf der Bettkante zu halten und beim anschließenden Transfer in den Stuhl den Oberkörper in die dafür notwendige Vorlage zu bringen.

Abb. 12.9 Die „klassische" Rückenlage ist zu vermeiden! Der Kopf ist dabei oft überstreckt, sodass der Nacken damit zu kurz ist und die vordere Halspartie mit dem Schildknorpel gedehnt wird. Ein Schlucken ist in dieser Position nur sehr schwer möglich (auch für Gesunde). Diese Aspekte erhöhen die Aspirationsgefahr und damit das Entstehen einer Pneumonie. (Friedhoff M, Schieberle D. Praxis des Bobath-Konzepts. 3. Aufl. Thieme 2014)

A-Lagerung

Die A-Lagerung bietet hingegen deutliche Vorteile (▶ Abb. 12.10):

- Der Rücken und die Beine können ablegen und der Druck ist auf eine große Fläche verteilt, was eine enorme Dekubitusprophylaxe darstellt.
- Das Becken liegt gerade und ist leicht nach hinten gekippt.
- Die muskulären Verhältnisse sind ausgeglichen und bieten mehr Möglichkeiten für Eigenaktivität.
- Die Lage gibt mehr Stabilität, um mobil zu sein.
- Eine bessere Wahrnehmung des Raumes und des eigenen Körpers sind möglich.
- Der Anforderung nach ca.40° Oberkörperhochlagerung bei beatmeten Patienten, kommt die A-Lagerung mit ca. 20° schon entgegen. Das Kopfteil muss weniger angestellt werden und somit ist weniger Druck auf dem Gesäß.

▶ **Beugung und Rotation erleichtern die Bewegung.** Günstig für Patienten und erleichternd für die Pflegende sind Bewegungen in Richtung Beugung und über Rotation. Hierbei kommt es zu einer Anspannung der vorderen Rumpfmuskulatur und damit zu mehr Länge im Bereich der Rückenmuskulatur.

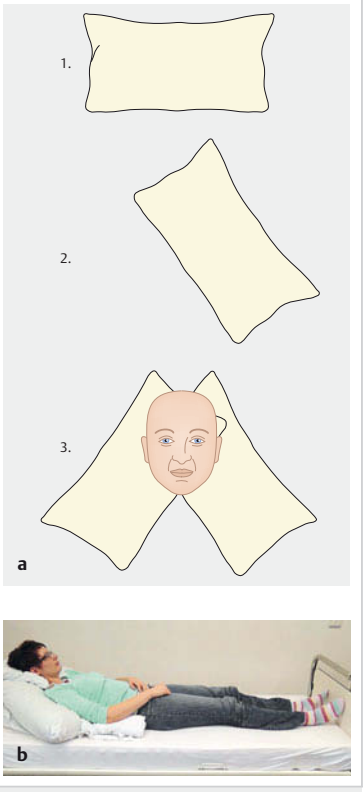


Abb. 12.10 A-Lagerung. (Friedhoff M, Schieberle D. Praxis des Bobath-Konzepts. 3. Aufl. Thieme 2014)
a Schritt 1 bis 3 bei der Anordnung der Kissen in Rückenlage.
b Sie ist eine günstige Ausgangsposition für weitere Bewegungsübergänge

Bei Patienten mit Hemiplegie steht die Pflegende auf der mehr betroffenen Seite. Der Patient hat ein Kopfkissen unter dem Kopf, beide Arme werden nach Möglichkeit auf den Oberkörper des Patienten gelegt. Durch Ansprache zunächst zur einen, dann zur anderen Seite zu schauen, wird der Patient aufgefordert, den Kopf anzuheben. Somit leitet er die Rotationsbewegung ein und ist aktiv beteiligt. Ohne den Patienten anzuheben, unterstützt die Pflegende am Schultergürtel die Rotationsbewegungen und kann durch eigene Gewichtsverlagerung rückenschonend arbeiten. Bei schwer betroffenen Patienten geht die Pflegende mit ihrem kopfnahen Arm unter den Schultergürtel des Patienten, unterstützt zusätzlich mit dem Unterarm den Kopf und leitet darüber die Rotationsbewegung ein (▶ Abb. 12.11).

Ziel ist es, dass der Patient die Unterstützungsfläche Matratze mit seinem Rücken gut annehmen kann und nicht im

Hohlkreuz liegt. Danach folgt die Anpassung des Beckens und der Beine. Das Becken sollte symmetrisch liegen und nicht nach vorne gekippt sein. Ist dies noch der Fall, stellt die Pflegende beide Beine auf und bewegt das Becken nach hinten (▶ Abb. 12.12). Beim Ablegen der Beine ist darauf zu achten, dass sich das Becken nicht wieder nach vorne bewegt. Sobald sich der Rücken wieder von der Unterlage weg bewegt, also das Becken vorkommt, sind die Beine in dieser Position zu unterlagern.

▶ **Außenrotation des Beines vermeiden.** Besonders in der frühen Phase nach einer Erkrankung oder zentralen Hirnschädigung ist auf eine günstige Positionierung der Gelenke zu achten. In Rückenlage wird der Schultergürtel durch die A-Lage schon unterstützt. Bei der Hüfte kommt es durch die Schwerkraft bedingt häufig zu einer Außenrotation. Ein kleines Kissen oder ein Handtuch am Trochanter angelegt, verhindert das Fallen des Beines nach außen und beugt somit im weiteren Verlauf Hüftschmerzen vor.

▶ **Spitzfußprophylaxe.** Mit der Spitzfußprophylaxe soll das Fallen des Fußes verhindert werden. Hierzu stehen zahlreiche Möglichkeiten zur Verfügung. Grundsätzlich sollte darauf geachtet werden, dass der Fuß der individuellen Bewegungsmöglichkeit des Patienten angepasst und nicht zu stark im Sprunggelenk gebeugt wird. Zwei Möglichkeiten werden vorgestellt:

1. Eine Decke oder ein Kissen wird vor die Füße angebracht. Wichtig dabei ist, dass das Material von der Ferse ausgehend angelegt wird und nicht zu viel Druck in Richtung Beugung des Sprunggelenks ausgeübt wird. Das würde eine Erhöhung des Muskeltonus bedeuten. Der Vorfuß bleibt frei (▶ Abb. 12.13).
2. Ein Handtuch wird um den Fuß gewickelt, sodass das Sprunggelenk in einer günstigen Position gehalten wird (▶ Abb. 12.14).

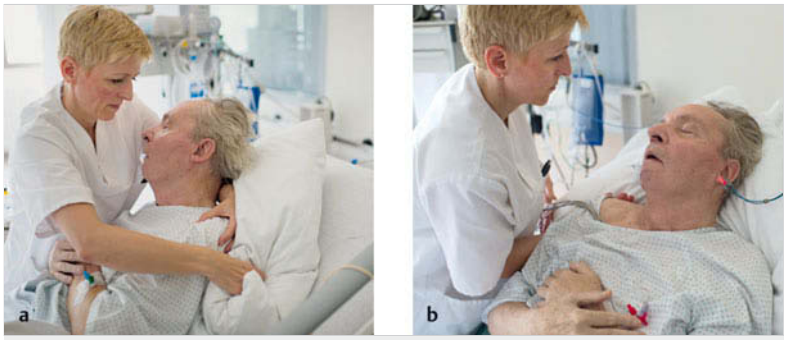


Abb. 12.11 A-Lagerung bei schwer betroffenen Patienten. (Friedhoff M, Schieberle D. Praxis des Bobath-Konzepts. 3. Aufl. Thieme 2014)
a Bei der Einleitung der Rotation unterstützt der Unterarm der Pflegenden auch den Kopf des Patienten. Das Kissen kann auch durch eine 2. Pflegende schräg unter den Körper des Patienten platziert werden.
b Das 2. Kissen für die A-Lagerung liegt schon unter dem Kopf. Die Schulter wird etwas vor bewegt und das Kissen unter den Schultergürtel gezogen.

Abb. 12.12 Zum Bewegen des Beckens nach hinten stellt die Pflegende beide Beine auf. Durch Gewichtsverlagerung der Pflegenden Richtung Bettende kann sie mit beiden Händen das Becken etwas herausbewegen (roter Pfeil). (Friedhoff M, Schieberle D. Praxis des Bobath-Konzepts. 3. Aufl. Thieme 2014)

Abb. 12.13 Spitzfußprophylaxe. Das Lagerungsmaterial wird von der Ferse ausgehend an den Fuß gebracht. Dabei bleibt der Vorfuß des Patienten frei. (Friedhoff M, Schieberle D. Praxis des Bobath-Konzepts. 3. Aufl. Thieme 2014)

Abb. 12.14 Spitzfußprophylaxe mit einem Handtuch. So kann gleichzeitig Druck von der Ferse genommen werden. (Friedhoff M, Schieberle D. Praxis des Bobath-Konzepts. 3. Aufl. Thieme 2014)
a Ein längsgefaltetes Handtuch wird unter das Sprunggelenk gelegt und unter dem Mittelfuß von innen nach außen geführt.
b Der leichte Zug bringt die Außenkante des Fußes nach oben, das Handtuchende wird unter den Unterschenkel gebracht.
c Die Pflegende fühlt mit ihrer Hand, ob die Ferse ohne Druck auf der Matratze liegt.

Abb. 12.15 Hochbewegen im Bett. Die Beine des Patienten werden in der Spur aufgestellt. Die Pflegenden sind mit ihrer Achsel am Oberschenkel und haben jeweils eine Hand unter dem Gesäß des Patienten. (Friedhoff M, Schieberle D. Praxis des Bobath-Konzepts. 3. Aufl. Thieme 2014)

Hochbewegen im Bett

Eine Möglichkeit, Patienten im Bett nach oben zu bewegen, ist das „Hochschieben" mit 2 Personen. Hierfür liegt der Patient in A-Lage. Die Pflegenden gehen mit ihrer Achsel über das Knie des Patienten und mit der Hand jeweils unter eine Gesäßhälfte. Der Daumenballen liegt am Sitzbeinhöcker. Die Füße des Patienten sind auf einer Decke stabilisiert (▶ Abb. 12.15). Bevor der Patient nun hochbewegt wird, gehen beide Pflegenden mit ihrem Körper Richtung Bettende (s. ▶ Abb. 12.12). So wird das Gesäß von der Unterlage gelöst. Anschließend bewegen sich die Pflegenden gleichzeitig nach oben und schieben den Patienten mit Druck auf den Sitzbeinhöcker nach oben.

Auf die Seite bewegen

Das aktivierende Bewegen auf die Seite kann für vielfältige Maßnahmen genutzt werden. Korrekt durchgeführt bietet es eine enorme Spitzfuß- und Thromboseprophylaxe und trägt zum rückenschonenden Arbeiten der Pflegenden bei (▶ Abb. 12.16).

Zum Drehen werden nach Möglichkeit immer beide Beine aufgestellt. Dazu geht die Pflegende mit einer Hand an den Oberschenkel und mit der 2. Hand an den Fuß. Die Beine werden in der Achse der Hüfte aufgestellt (nicht über die Außenrotation), so kann die für diesen Bewegungsablauf erforderliche Muskulatur aktiviert werden.

Der Patient wird nach Möglichkeit eingeladen, sich auf die Seite zu bewegen. Der Arm wird in die Bewegungsrichtung mit bewegt oder auf den Rumpf des Patienten gelegt. Auf der Seite liegend werden die Knie möglichst weit Richtung Brust bewegt, also die Hüfte gebeugt. So liegt der Patient stabil und hat weniger Angst aus dem Bett zu fallen. Das Becken sollte nach Möglichkeit etwas zurück bewegt werden. Es kommt zu einer weiteren Stabilisierung und es besteht nach vorne mehr Platz für Lagerungsmaterial. Dazu geht die Pflegende mit beiden Händen unter das Becken des Patienten und bewegt sich mit geradem Rücken nach hinten unten. Die 2. Pflegende kann diesen Bewegungsablauf an den Knien der Patientin unterstützen.

Abb. 12.16 Spitzfuß- und Thromboseprophylaxe. Das Knie wird behutsam Richtung Bettende über das Sprunggelenk bewegt. (Friedhoff M, Schieberle D. Praxis des Bobath-Konzepts. 3. Aufl. Thieme 2014)

Zum Positionieren auf der Seite (▶ Abb. 12.17) wird Lagerungsmaterial vor den Bauch gelegt und das oben liegende Bein gebeugt darauf abgelegt. Es ist günstig, unabhängig vom Krankheitsbild des Patienten, das untere Bein zu strecken, um die Muskellängen in der Hüfte zu erhalten. Der Rücken wird ebenfalls mit Lagerungsmaterial stabilisiert. Der Kopf wird ausreichend hoch unterlagert und das Kissen in den Nacken gezogen.

Diese stabile Position auf der Seite kann für zahlreiche Maßnahmen genutzt werden, wie z. B.:

- Wechseln des Lakens
- Pflege des Intimbereichs
- Katheterisieren bei Frauen
- Positionierung
- Aufsetzen auf die Bettkante

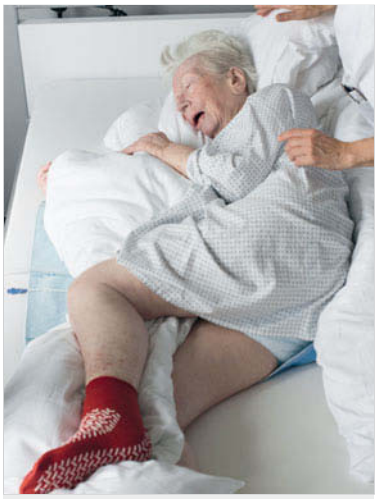


Abb. 12.17 Positionierung auf der Seite. Der Rumpf wird mit einer Decke stabilisiert und das oben liegende Bein darauf abgelegt. Das untere Bein wird gestreckt. So können Muskellängen erhalten werden. (Friedhoff M, Schieberle D. Praxis des Bobath-Konzepts. 3. Aufl. Thieme 2014)

Aufsetzen auf die Bettkante

Das Aufsetzen auf die Bettkante ist eine erste Möglichkeit, die Kreislaufstabilität und auch die Haltungskontrolle des Patienten in der Auseinandersetzung mit der Schwerkraft zu erkennen. Gemessen an den Ressourcen des Patienten kann dieser Bewegungsübergang über die Seite (▶ Abb. 12.18) oder die Diagonale (▶ Abb. 12.19) erfolgen. Durch die enorme Veränderung des Körpers in die senkrechte Position ist das langsame Bewegen des Patienten von Bedeutung, dann kann der Bewegungsübergang „erfahren" werden.

Zum Aufsetzen des Patienten über die Seitenlage ist eine stabile Position auf der Seite die Voraussetzung, den Bewegungsübergang mit möglichst viel Eigenaktivität des Patienten zu ermöglichen. Auch beim schwerbetroffenen, beatmeten Patienten gilt die stabile Ausgangsposition als Basis, da die Gelenke in günstiger Position zueinander stehen und die Bewegung in kleinen Schritten gestaltet werden kann.

Abb. 12.18 Aufsetzen auf die Bettkante über die Seite. Der Patient wird nach dem Drehen auf die Seite über die Rotation nach vorne (!) auf den Armstütz gebracht, auch wenn zunächst keine Aktivität zu erwarten ist. Anschließend werden die Beine aus dem Bett bewegt und der Oberkörper weiter aufgerichtet.

Abb. 12.19 Aufsetzen über die Diagonale. Zunächst wird der Patient etwas schräg (diagonal) ins Bett gelegt. Das an der Bettkante liegende Bein wird aus dem Bett bewegt und in der Achse des Hüftgelenkes (Vorsicht – keine Außenrotation!) wird der Fuß auf den Boden gestellt (evtl. ist eine Erhöhung notwendig). Anschließend wird der Patient über die Rotation, über den Ellbogen des Armes nahe der Bettkante in den Sitz bewegt. Dabei wird das Bein während des Bewegungsübergangs mit aus dem Bett genommen. Das Herausbewegen des Beines kann auch durch eine 2. Pflegekraft erfolgen.

Abb. 12.20 Sitzen auf der Bettkante mit seitlicher Unterstützung durch Kissen.

Sitzen auf der Bettkante

Das Sitzen auf der Bettkante (▶ Abb. 12.20) sollte unmittelbar nach dem Aufsetzen so gestaltet werden, dass eine möglichst große Stabilität für den Patienten erreicht wird. Ziel ist ein symmetrisches Becken, ausreichend Unterstützungsfläche unter den Oberschenkeln (mind. ¾ des Oberschenkels sollten auf der Matratze liegen), die Beine sind hüftbreit auseinander und die Füße auf dem Boden (oder auf einer erhöhten stabilen Unterlage). Zur leichteren Aufrichtung des Beckens und damit des Rumpfes ist es günstig, dass das Armgewicht durch Unterlagerung der Arme abgenommen wird. So kann der Rumpf sich leichter aufrichten und das Gleichgewicht besser selbständig vom Patienten gefunden werden. Stabilisiert werden kann die Aufrichtung durch eine Handtuchrolle oder ein Kissen, dass von der Rückseite unter das Gesäß geschoben wird.

Transfer aus dem Bett

Untersuchungen haben gezeigt, dass die frühe Mobilisation und auch das Herausetzen von Patienten in den Stuhl zu einem besseren Outcome führen. Die Qualität des Transfers und der Sitz im Stuhl entscheiden jedoch nicht unwesentlich über die weiteren Auswirkungen. Gemeint ist: Je aktiver der Patient umgesetzt wird, umso größer ist der Nutzen bezüglich der Wachheit und Aufmerksamkeit, der Anregung der Muskulatur und der Bewegung der Gelenke. Im Stuhl sollte der Patient möglichst symmetrisch und stabil sitzen.

Ein Transfer erfolgt möglichst mit Gewichtsübernahme auf die Füße bzw. auf einen Fuß. Gibt es eine „bessere" Seite, ein Bein das im Sprunggelenk beweglicher und/oder das Bein insgesamt stabiler ist, dann wird der Transfer über dieses Bein durchgeführt. Die Gewichtsübernahme auf die Füße entspricht dem normalen Bewegungsablauf und sorgt für die oben genannten Prophylaxen. Das Umsetzen erfolgt immer in mind. 2 Schritten.

Unterschiedliche Techniken, abhängig von den Ressourcen des Patienten, können für den Transfer genutzt werden. Nur wenn der Patient schon 2–3 Schritte gehen kann, sollte das Umsetzen über den Stand erfolgen. Können die Füße nicht versetzt werden, besteht die Gefahr, dass sie sich „verdrehen" und im Sprunggelenk umknicken. Aus diesem Grund sollte dann ein tiefer Transfer durchgeführt werden.

▶ **Tiefer Transfer Möglichkeit 1.** Die Durchführung erfolgt mit 2 Personen. Eine Person hat beide Hände am Thorax, richtet den Patienten auf und verlagert die Gewichte auf die Füße. Die 2. Pflegende geht mit beiden Händen unter das Gesäß und bewegt das Becken zur Seite (▶ Abb. 12.21).

▶ **Tiefer Transfer Möglichkeit 2.** Häufig ist der Transfer zurück ins Bett schwieriger, da der Patient schon erschöpft ist. Die Pflegende kann zur Erleichterung ein Bein des Patienten auf ihren Oberschenkel nehmen. Der weitere Ablauf ist wie oben beschrieben. Der Oberkörper wird nach vorne bewegt, bis sich das Gesäß von der Unterlage löst. Dann wird das Becken zur Seite bewegt, sodass der Patient in 2 Schritten auf der Bettkante sitzt (▶ Abb. 12.22).

Abb. 12.21 Tiefer Transfer mit 2 Personen. Die Pflegende ist mit beiden Händen am Thorax, um den Oberkörper des Patienten nach vorn über die Füße zu bringen. Die 2. Pflegende geht mit den Händen unter das Gesäß und begleitet das Becken zur Seite. (Friedhoff M, Schieberle D. Praxis des Bobath-Konzepts. 3. Aufl. Thieme 2014)

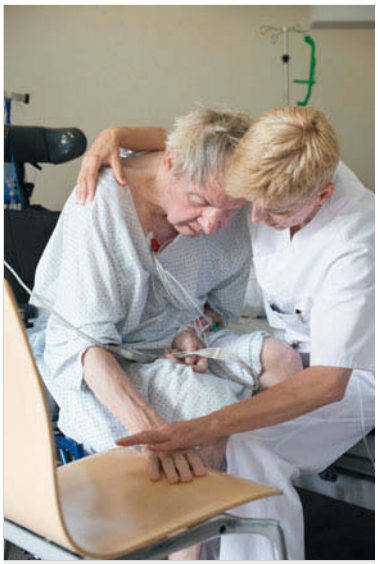


Abb. 12.22 Tiefer Transfer über ein Bein. Das eine Bein des Patienten wird auf den Oberschenkel der Pflegenden gelegt. Die Pflegende bringt den Oberkörper des Patienten nach vorn und kann dann leicht das Becken zur Seite versetzen. (Friedhoff M, Schieberle D. Praxis des Bobath-Konzepts. 3. Aufl. Thieme 2014)

Stabiler Sitz im Bett

Eingangs wurde verdeutlicht, dass ein stabiler Rumpf Voraussetzung für Aktivität mit den Armen ist. Für eine stabile Sitzposition im Bett (▶ Abb. 12.23) ist der Patient zunächst ausreichend weit hoch zu bewegen, sodass der Hüftknick mit dem „Knick" des Bettes auf einer Höhe ist. Dann werden die Beine unterlagert, um die Knie und Hüfte etwas zu beugen. Dabei wird das Material bis an den Sitzbeinhöcker gelegt, wodurch das Herunterrutschen des Patienten verhindert wird.

Durch Aufsetzen des Patienten oder über die Seitenlage wird anschließend ein Kissen oder eine gefaltete Decke in den Lendenbereich gelegt. Die Aufrichtung des Beckens wird so gefördert und ein stabiler und aufgerichteter Rumpf erreicht. Das Kopfteil wird angestellt und bei Bedarf auch der Kniewinkel ein wenig erhöht. Kann das Bett insgesamt in die schiefe Ebene fußwärts gebracht werden, so erleichtert das die Aufrichtung, ohne dass die Hüfte durch das Kopfteil zu stark gebeugt werden muss.

Abb. 12.23 Stabiler Sitz im Bett. Der stabile Sitz im Bett erleichtert die Atmung und ermöglicht Aktivität mit den Armen. Die Umwelt und der eigene Körper kann besser eingesehen werden. (Friedhoff M, Schieberle D. Praxis des Bobath-Konzepts. 3. Aufl. Thieme 2014)

Asymmetrischer Sitz im Bett

Der asymmetrische Sitz (▶ Abb. 12.24) ist eine Vorbereitung auf die zunehmende Vertikalisierung des Patienten und somit ein weiterer Schritt, bevor der Transfer in den Stuhl stattfindet. Der Kreislauf kann gut beobachtet und schnell mit einer Lageveränderung bei Instabilität reagiert werden. Die Durchführung erfolgt ähnlich wie der stabile Sitz im Bett. Eine Decke liegt quer im Bereich der Lendenwirbelsäule. Die Seite, auf der das Bein nicht aus dem Bett bewegt wird, erhält mehr Material unter dem Rumpf und Gesäß. Das Bein, das aus dem Bett gestellt wird, kann auf einem Stuhl oder auch auf dem Boden stehen. Es sollte deutlichen Kontakt zur Unterfläche haben, um die Perzeption über die Fußsohlen zu erreichen.

Abb. 12.24 Asymmetrischer Sitz im Bett. Zur Vorbereitung eines Transfers wird ein Bein auf den Boden (oder eine erhöhte Unterlage) gestellt. Das Becken ist aufgerichtet und damit die Atmung erleichtert. (Friedhoff M, Schieberle D. Praxis des Bobath-Konzepts. 3. Aufl. Thieme 2014)

12.4.3 Kinästhetik-Konzept

Dorothea Mört

Kinästhetik ist sowohl ein Analyseinstrument von menschlichen Bewegungsmustern als auch ein handlungsorientiertes Bewegungskonzept. Es unterstützt dabei Menschen jeden Alters z. B. in seiner Entwicklung, in seiner Gesundheit und im Lernen (Bauder-Mißbach 2000).

Kinästhetik beschreibt menschliche Bewegung aus 6 unterschiedlichen Blickwinkeln:

1. Interaktion → Bewegungssteuerung
2. Funktionale Anatomie → Instrument der Bewegung
3. Menschliche Bewegung → Bewegungsausführung
4. Menschliche Funktion → Bewegungsabsicht
5. Anstrengung → Arbeit, Sicherheit, Leistung
6. Umgebung → beeinflussende Faktoren (extrinsich)

Heidi Bauder-Mißbach hat 1998, nach langjähriger Zusammenarbeit mit Hatch u. Maietta, am Universitätsklinikum in Ulm eine neue Konzeption für kinästhetische Mobilisation entwickelt, welche heute unter dem Begriff VIV-ARTE-Lernmodell bekannt ist.

▶ **VIV-ARTE-Lernmodell.** Zur herkömmlichen Kinästhetik nach Hatch u. Maietta kamen ihre erweiterte Definition von Mobilisation und die Einführung der Begriffe Bewegungsanamnese, Kernproblematik des Patienten und die 3 Phasen der Mobilisation hinzu. Das VIV-ARTE-Lernmodell ist ein Instrument für die Erstellung von Bewegungsanamnesen, für die Planung, Ausführung und Dokumentation individueller Pflegehandlungen, sowie für die differenzierte Beschreibung der Wirkung aller Maßnahmen auf Körper, Psyche und Sozialverhalten.

Kinästhetik in der Intensivpflege

Nimmt man die Aussage von Moshe Feldenkrais, dass Bewegung Leben bedeutet und ohne Bewegung Leben undenkbar ist, als Grundlage, leitet sich für Pflegende auf einer Intensivstation in besonderem Maße die Notwendigkeit ab, sich mit Bewegung intensiv auseinanderzusetzen.

Alle Betrachtungen im nachfolgenden Text und im Begleitvideo beziehen sich auf das VIV-ARTE Lernmodell für kinästhetische Mobilisation.

Anatomische und physiologische Grundlagen der Bewegung

Anatomie und Physiologie zeigen Zusammenhänge zwischen Bewegung und Organfunktion auf. Es wird deutlich, dass Bewegung auf viele Funktionen des Körpers unmittelbaren Einfluss hat. Diese Regulierungsmechanismen beeinflussen Pflegende mit allen Interventionen. Im Einzelnen sind dies:

▸ **Knochen.** Sie bilden das Gerüst unseres Körpers und sind in ständigem Um- und Aufbau befindliche Organgewebe. Sie regenerieren sich ständig und passen sich der geforderten Belastung an. Das Kommunikationsmittel in der Kinästhetik ist Zug- und Druck. Heilungs- und Erneuerungsprozesse im Knochen werden durch gezielte Reize während der Mobilisation wirkungsvoll unterstützt.

▸ **Gelenke.** Sie sind auf regelmäßige Bewegung angewiesen. Das Mobilisieren vom ersten Tag des Krankenhausaufenthaltes an erhält ihre Beweglichkeit. Auch passive Bewegung hat hier einen entscheidenden Einfluss.

▸ **Muskeln.** Skelettmuskeln können die Beweglichkeit eines Gelenkes einschränken, wenn sie durch einen Bewegungsmangel verkürzt sind. Die als Tonus bezeichnete Muskelspannung ist auch in Ruhe nicht verschwunden, vielmehr bedeutet ein nicht vorhandener Muskeltonus genau wie eine stark erhöhte Muskelspannung eine pathologische Veränderung.

Über Dehnungsrezeptoren registriert der Körper die Muskelbewegungen. Sie vermitteln dem Körper unmittelbar jede Stellungsänderung und tragen mit zum Erhalt der Muskulatur bei.

▸ **Blutgefäße.** Arterielle Gefäße werden durch Bewegung in ihrer (Vaso-)Motorik gefördert. Venöse Gefäße sind für den Rücktransport des Blutes auf Bewegung der Muskulatur angewiesen. Der Abtransport von Wasser aus dem Gewebe wird auch durch passive Bewegung unterstützt.

▸ **Haut.** Sie bewältigt umfangreiche Aufgaben. Bewegung unterstützt die Durchblutung der Haut und somit die Versorgung mit Nährstoffen. Regelmäßiges Bewegen be- und entlastet unterschiedliche Bereiche. Eine Dekubitusgefahr an einer bestimmten Stelle, wie sie durch statisches Liegen entsteht, wird vermieden.

▸ **Organische Grundlagen.** Bewegung fördert die Funktion aller Organe. Sie verbessert z. B. die Ventilation und das Ventilations-Perfusions-Verhältnis der Lunge.

▸ **Sensorische Grundlagen.** Der Reiz peripherer Rezeptoren und die Stimulation des Bewegungszentrums im ZNS halten deren Funktionen aufrecht. Bewegung ermöglicht dem Patienten eine Orientierung über seinen Körper, dessen Lage und Zustand. Der Patient kann Bewegungsabläufe nachvollziehen, sein Körperbild bleibt intakt. Angst, Unsicherheit, Schwindel und Schmerzen beim Bewegen können verringert werden. Der Einsatz von Analgetika kann reduziert werden (Eisenschink et al. 2003).

Ein Beispiel aus der Pflege

Fallbeispiel

Frau P. hat sich einer Herzklappenoperation unterzogen, die gut verlaufen ist. Lediglich ausgeprägte respiratorische Probleme haben dazu geführt, dass sie mehrmals reintubiert werden musste und nun tracheotomiert ist. Das Weaning gestaltet sich schwierig. Frau P. ist wach, orientiert und zur Kommunikation fähig. Sie ist zwar in der Lage, ihre Arme etwas anzuheben und die Beine zu bewegen, aber eine Veränderung ihrer Liegeposition kann sie nur mit Unterstützung vornehmen. Als sie nach der Pflege in Herzbettlage gebracht werden soll, verschränkt Frau P. sofort die Arme über der Brust und lässt das bereits bekannte Ritual „Eins-Zwei-Drei" über sich ergehen und landet am Kopfende des Bettes.

An diesem Prozess müssen grundlegende Dinge verändert werden.

Bezogen auf den Transfer eines Patienten kann die Pflegende für diese Situation 4 Fragen formulieren:

- Erkenne ich Fähigkeiten des Patienten und fördere ich ihn individuell auf seinem Weg zu mehr Selbstständigkeit?
- Kann der Patient eigene Ressourcen einbringen und der Bewegung auch bei eingeschränkter Wahrnehmung folgen?
- Nehme ich auf die Patientensituation ausreichend Rücksicht?
- Schone ich meine Ressourcen (Rücken)?

Die Mobilisation orientiert sich am Lernmodell der VIV-ARTE-Bewegungsschule. Die Mobilisation geschieht in 3 Phasen:

1. Warm-up
2. Transfer und Cool Down
3. Ankommen in der neuen Position

Phase 1

Phase 1, das Warm-up, dient dem Aufwärmen von Muskeln und Gelenken. Dabei werden alle 7 Körperteile (Kopf, Brustkorb, Arme, Becken und Beine) einbezogen und die Pflegende orientiert sich an der Situation des Patienten (▸ Abb. 12.25). Die Bewegungsabläufe umfassen 4 Richtungen (rechts, oben, unten, links) und helfen eine Beziehung zwischen den Körperteilen aufzubauen.

Abb. 12.25 Phase 1. Warm-up der Beine. (R. Krämer)

Während dieser Handlungen können Ressourcen des Patienten erfasst und eingeschätzt werden. Wird der Muskeltonus als niedrig und die Mitarbeit des Patienten als passiv eingeschätzt, gestaltet sich das Warm-up intensiver, um einen Muskeltonus aufzubauen und Bewegung anzubahnen.

Merke

Ein Warm-up bei sedierten Patienten birgt die Gefahr, Gelenke, Bänder und Muskeln zu überdehnen (v. a. im Schulter- und Hüftgelenk). Es sollte Personen vorbehalten sein, die über ein entsprechendes „Know-how" verfügen.

Phase 2

In der 2. Phase geschieht der Transfer an die Bettkante. Die Patientin wird in der neuen Position an der Bettkante zentriert, damit sie entspannt und anstrengungsarm sitzen kann.

Die Pflegende bereitet den Transfer in den Stuhl vor. Der hier gezeigte Stehtransfer bedingt eine deutliche Nähe zur Patientin und eine gute Beweglichkeit der Pflegenden. Dies ermöglicht angepasstes Führen und Folgen der Bewegung. Die Pflegende kann Eigenbewegungen der Patientin jederzeit wahrnehmen und unmittelbar darauf reagieren. Es werden keine weiteren Hilfsmittel zur Mobilisation benötigt (▸ Abb. 12.26).

Alle Schritte geschehen angepasst an die Ressourcen der Patientin. Sie sind langsam, anstrengungsarm, gleichmäßig und können jederzeit bei Problemen (Zu- und Ableitungen zu kurz, Schmerzen usw.) unterbrochen werden. Die Patientin kann die einzelnen Bewegungsschritte

Abb. 12.26 Phase 2. (R. Krämer)
a Transfer in den Stuhl.
b Sitzen im Stuhl.

wahrnehmen und darauf reagieren. Die Pflegende spürt die Reaktionen, kann darauf reagieren und die Mobilisation jederzeit anpassen. Im Stuhl wird die Sitzposition so eingerichtet, dass die Patientin entspannt sitzen kann.

Die Patientin ist nach dem Sitzen im Stuhl erschöpft. Die Pflegende passt den Transfer an die neue Situation an, er wird zu Zweit als kombinierter Sitz-Steh-Transfer durchgeführt. Dies ist für die Patientin weniger belastend. Im harmonischen Zusammenspiel der Pflegenden erkennt man die Auswirkung effektiver Teamschulungen in der Klinik. Die Bewegungsabläufe sind aufeinander und mit der Situation der Patientin abgestimmt (▶ Abb. 12.27).

Abb. 12.27 Sitz-Steh-Transfer ins Bett. (R. Krämer)

Phase 3

Nach dem Transfer zurück an die Bettkante wird die Patientin auf die rechte Seite gelagert. Auch in dieser Position werden die Gelenke/Bewegungsebenen nochmals leicht in 4 Richtungen durchbewegt und Extremitäten gestreckt, ähnlich dem Räkeln in einer entspannten Position. Das verteilt das Gewicht in der neuen Position auf knöcherne Strukturen, die Muskeln können Tonus abbauen, die Patientin kann sich entspannen und ausruhen.

Auswertung

In der gezeigten Situation (niedriger Muskeltonus, zu- und ableitende Systeme) ist der Einsatz von 2 Pflegenden ideal. Die Förderung des Patienten hin zu mehr Eigenaktivität ist ein Hauptbestandteil der Arbeit des gesamten Teams. Bezogen auf die 4 Fragen aus dem vorletzten Abschnitt können hier positive Antworten gegeben werden:

- Pflegende erkennen Ressourcen des Patienten und können gezielt die Defizite unterstützen. Der Patient wird gezielt in seiner Eigenaktivität unterstützt.
- Der Patient kann Bewegungen wieder erkennen und – sobald seine Ressourcen es erlauben – mitarbeiten. Die Mobilisation verläuft langsam, kontrolliert und angepasst an das Bewegungsmuster des Patienten.
- Der Kreislauf ist durch Aufwärmen des Körpers auf die Belastung vorbereitet, Schmerzen durch Überlastung von Muskeln und Gelenken können vermieden werden.
- Pflegende lernen sich selbst besser und angepasster zu bewegen. Sie belasten den eigenen Körper (Rücken!) weniger und bekommen einen positiven Bezug zur täglichen Arbeit. Patient und Pflegende entwickeln sich und ihre Arbeit in diesem Prozess ständig weiter.

Zur Umsetzung dieses Konzeptes bedarf es neben Teamschulungen im Bereich der Bewegungslehre auch einer fachlichen Begleitung im gesamten Lernprozess und bei der Umsetzung im Arbeitsbereich (vgl. Eisenschink et al. 2003).

12.5 Bewegen des adipösen Intensivpatienten

Rita Hofheinz

Bereits die Grundversorgung von adipösen Patienten auf einer Intensivstation stellt eine körperliche Belastung für das Pflegepersonal dar, v. a. wenn der Patient nicht mithelfen kann. Dies gilt umso mehr, wenn der Patient gedreht, positioniert und mobilisiert werden muss. Der Therapieerfolg ist um ein Vielfaches höher, wenn alle Beteiligten über die Besonderheiten und Risiken im Umgang mit adipösen Patienten informiert sind und Verständnis für die Krankheit Adipositas aufbringen. Im Folgenden werden zunächst alle Lagerungsformen vorgestellt, die eine Bedeutung für adipöse Patienten in der Intensivpflege haben und beachtet werden müssen. Dabei werden die Indikationen und Komplikationen berücksichtigt.

12.5.1 Allgemeines zur Lagerung und Bewegung

Bewegung ist das zentrale Element unseres Lebens. Sie regt die Durchblutung des Körpers an und steigert die Atemtätigkeit. Bewegung ermöglicht die Erhaltung und Entwicklung des eigenen Körperbildes.

Eine große pflegerische Herausforderung ist das Bewegen von stark übergewichtigen Menschen, v. a. bestimmte Positionierungen im Bett und der Transfer aus dem Bett. Hierzu eignen sich hervorragend Anwendungen aus der Kinästhetik (S. 307), nicht nur weil der hilfsbedürftige Patient seine noch vorhandenen Ressourcen neu entdecken und durch eine entsprechende Unterstützung langsam und schrittweise erweitern kann, sondern auch, weil sich die Pflegenden vor körperlicher Überlastung schützen können.

Adipöse Patienten vertragen körperliche Belastungen sehr schlecht. Ein einfacher Lagerungswechsel von der sitzenden in die liegende Position kann an die Belastungsgrenzen von Kreislauf und Atmung stoßen (▶ Abb. 12.28).

Abb. 12.28 Umbetten einer Patientin mit Adipositas permagna. (K. Ehlers)

Merke

Lagerungswechsel müssen bei schwer übergewichtigen Patienten wohlüberlegt und schonend durchgeführt werden.

Generell ist bei der Entscheidung für eine bestimmte Lagerung nicht nur das Gewicht des Patienten von Bedeutung, sondern auch die Verteilung der Fettmassen am Körper. Bei ausgeprägten intraabdominellen viszeralen Fettmassen oder abdominalen Pannikuli muss man davon ausgehen, dass diese Fettmassen in der Rückenlage einen Druck auf die Vena cava inferior ausüben. Wie bei Schwangeren kann es zu einem Vena-cava-Kompressionssyndrom mit vermindertem venösem Rückstrom zum Herzen kommen. Abhilfe kann durch Unterlegen eines Kissens oder leichter Seitenlagerung geschaffen werden. Zudem kann die Atemmechanik verschlechtert werden.

Grundregeln

Grundsätzlich sind bei der Lagerung adipöser Patienten folgende Aspekte zu beachten:

- Vor jeder Lagerung muss eine genaue Einschätzung der Atemfrequenz, der Sauerstoffsättigung, des Blutdruck sowie des gesamten klinischen Zustands des adipösen Patienten erfolgen.
- Während der Umlagerung muss ein Monitorring von Atmung und Herzkreislauf zur Überwachung erfolgen.
- Während und nach jeder Lagerung oder Umlagerung bei intubierten Patienten ist auf Dislokalisationen des Tubus zu achten und die korrekte Lage ist zu dokumentieren.
- Jede Lagerungsform muss dokumentiert werden.
- Die Lagerungsintervalle sollten nicht länger als 4-stündlich sein.
- Auf Dekubitalulzera, besonders im Bereich der Ohren und bei vorhandenen Drainagen (hier v. a. bei vorhandenen Thoraxdrainagen) ist zu achten.

Pflegeanamnese und Pflegeplanung

Die Pflegeplanung ist ein wichtiges Instrument in der professionellen Pflege. Die Fähigkeiten über noch vorhandene Ressourcen hilfsbedürftiger Menschen können besser erkannt und beschrieben werden.

Wichtig ist dabei das Erstellen einer Pflegeanamnese, evtl. auch durch Befragung der Angehörigen über die Gewohnheiten des Patienten, insbesondere über die Schlafgewohnheiten. Dabei sind wir uns bewusst, dass jeder Mensch verschiedene Ansichten und Gewohnheiten hat, und auch solche, die uns fremd sind.

Extrem fettleibige Menschen schlafen oftmals im Sitzen oder mit stark erhöhtem Oberkörper, da sie sonst unter Beklemmungen und Schwindelanfällen leiden. Bei einer flacheren Lagerung können sie meist nicht mehr „durchatmen“. Im Allgemeinen gilt, dass das Befinden adipöser Patienten nahezu in vielen Lebensaktivitäten beeinträchtigt ist.

12.5.2 Spezialbetten und Zubehör bei Intensivpatienten

Adipöse Patienten benötigen einen größeren Intensivbehandlungsplatz für:

- Spezialbetten
- Zusatzhilfsmittel
- Mobilisations- und Gehhilfen
- Spezialpatientenheber
- XL Rollstuhl
- XL Dusch- und Hygienehilfe

Während herkömmliche Klinikbetten ihre Kapazitätsgrenze bei etwa 175 kg erreicht haben, werden mittlerweile Spezialbetten angeboten, die für Belastungen bis zu 450 kg geeignet sind.

Ein Lagerungssystem, welches in diesem Bereich sehr viele Entlastungen bietet, ist das Schwergewichtigenbett Bari Air (▶ Abb. 12.29). Patienten mit bis zu 386 kg können sicher in diesem Bett versorgt werden. Es hat eine eingebaute Waage, die Breite ist variabel, sodass im Bedarfsfall das Durchfahren normaler Kliniktüren möglich ist. Während der Lagerung besteht ausreichend Platz zur Drehung des Patienten zur Verfügung.

Abb. 12.29 Spezialbett Bari Air. (Fa. KCI)

Es verfügt über eine seitliche Rotation bis zu 20 ° nach links und rechts, was die pflegerischen Interventionen am Patienten erleichtert und der Mikrolagerung dient. Pulsation, Perkussion, sowie Luftstromtherapie mit Gore-Tex können ohne Manipulation am Patienten bedarfsorientiert durchgeführt werden. Sehr vorteilhaft für alle Beteiligten ist die integrierte Mobilisationshilfe (KCI Therapeutic Support Systems).

12.5.3 Verschiedene Lagerungsformen im Überblick

Generell gilt für alle Lagerungsformen, dass keine schematischen Lagerungsrhythmen oder unhandliche Lagerungsmaterialien verwendet werden. Diese schränken die Beweglichkeit des Patienten nur ein. Auch ein High-Tech-System kann Bewegung nicht ersetzen.

▶ Abb. 12.30 zeigt einen Überblick der wichtigsten Lagerungsformen.

Mikrolagerung

Die Mikrolagerung orientiert sich an physiologischen Bewegungsmustern gesunder Menschen. Angestrebt werden kleinste Positionsveränderungen in den Gelenken, sowie unterstützende Lageveränderungen durch Druckverteilung an Kopf, Schultern, Hüfte und des Fersenbereichs. Dieses Angebot kann im Uhrzeigersinn erfolgen. Dazu wird eine kleine Rolle unter das Becken geschoben und nach kurzer Zeit weiter unter die Schulter positioniert.

Mikrolagerungen sind bei allen Lagerungsformen, außer bei der Bauchlage und der kinetischen Therapie, anwendbar. Sehr gut geeignet sind hierfür spezielle Rollen, Halbzylinder nach Klein oder Keile. Ein großer Vorteil besteht darin, dass die Patienten zur Druckverlagerung nur wenig und sanft bewegt werden müssen und diese Maßnahmen nicht soviel Personal in Anspruch nehmen.

Eine Seitenlagerung im Spezialbett von 20 ° kann zur Mikrolagerung eingesetzt werden. Diese Lagerung dient aber allenfalls der Dekubitusprophylaxe – nicht zur Atelektasenprophylaxe.

Merke

Eine Mikrolagerung dient der zeitweiligen Entlastung und Druckumverteilung, ersetzt aber nicht das regelmäßige Umlagern.

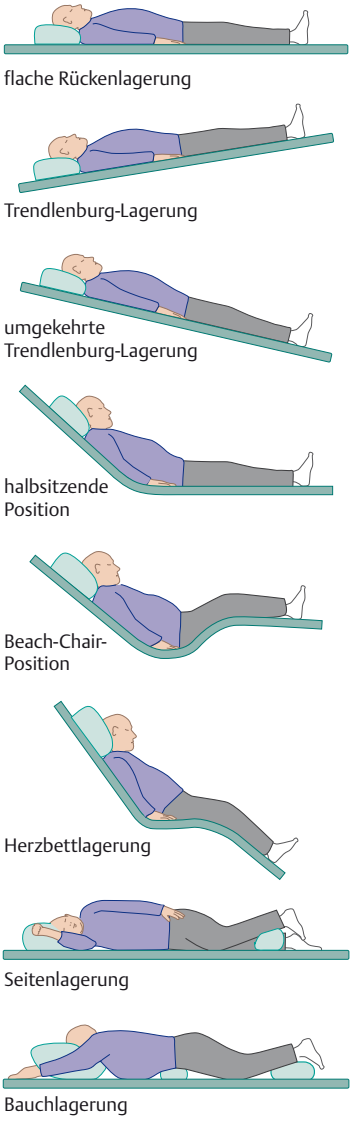


Abb. 12.30 Verschiedene Lagerungsformen im Überblick. (Bein 2009)

Rückenlagerung

Wenn sich Normalgewichtige vom Sitzen oder Stehen in die Rückenlage legen, kommt es zu einem erhöhten venösen Rückfluss zum Herzen, Blutdruck und Herzzeitvolumen können steigen, auch die funktionelle Residualkapazität (FRC) nimmt deutlich ab. Das Abdomen drückt von unten gegen das Zwerchfell und schränkt dessen Beweglichkeit ein.

Stark adipöse Patienten tolerieren diesen Lagerungswechsel wesentlich schlechter, da viele von ihnen seit Jahren nicht mehr in Rückenlage geschlafen haben. Schon der einfache Positionswechsel von der sitzenden Lage in die Rückenlage kann diese Patienten an die Belastungsgrenzen von Atmung und Kreislauf bringen (Bein 2009).

Merke

Eine flache Rückenlagerung ist zu vermeiden.

Trendelenburg-Lagerung

Die Kopftieflagerung ist für den adipösen Patienten die gefährlichste Form der Lagerung. Meistens wird diese Lagerung nur intraoperativ angewendet. Voraussetzung sollte immer eine Beatmung und kontinuierliche Kreislauf-Überwachung sein. Bei Zeichen einer Kreislaufdepression oder Hypoxämie ist diese Lagerung sofort zu beenden. Durch die Kopftieflagerung wird das Blut von den unteren Körperregionen zum Herzen autotransfundiert und belastet das rechte Herz. Zudem wird durch die Fettmassen das Zwerchfell nach oben gepresst und somit die Lungen komprimiert. Die Compliance und das FRC nehmen ab, Atelektasenbildung und eine Hypoxämie treten nach kurzer Zeit ein. Wache Patienten werden diese Lagerung nicht tolerieren.

Merke

Die Kopftieflagerung sollte bei stark adipösen Patienten nicht angewendet werden!

Oberkörperhochlagerung

In der postoperativen Phase sollte man den adipösen Patienten in der Oberkörperhochlagerung positionieren, am besten schon im Operationssaal und auf dem Weg zur Intensivstation, dass belegen zahlreiche Studien (Bein 2009).

Bei der Oberkörperhochlagerung unterscheidet man

- klassische Sitzposition (Beugung der Hüft- und Kniegelenke),
- Anti-Trendelenburg-Lagerung,
- umgekehrte Trendelenburg-Lagerung (Kippung des gesamten flach liegenden Patienten),
- halbsitzende Position (gebeugte Hüftgelenke, gestreckte oder gebeugte Kniegelenke, Oberkörper und Kopf sind gegenüber den flach liegenden Extremitäten um ca. 30° angehoben).

Nach Bein (2009) eignet sich die umgekehrte Trendelenburg-Lagerung von allen Oberkörperhochlagerungen zum Weaning des krankhaft adipösen Patienten am allerbesten.

In der Oberkörperhochlagerung neigen viele Patienten zum „Nach-unten-Rutschen“. Dies kann durch unterstützende Kissen, Handtücher oder Bettverkleinerungen vermieden werden. Im Rahmen der Mikrolagerung besteht die Möglichkeit, das Kopfteil in Intervallen nach oben zu fahren. In den Pausen wird der Oberkörper nach rechts und links durch Einlegen von Handtüchern entlastet. Eine zusätzliche Auslagerung der Arme kann das Atmen erleichtern.

Merke

Die Oberkörperhochlagerung von bis zu 45 ° ist grundsätzlich ein wichtiger Teil zur Aspirations- und Pneumonieprophylaxe.

Beach-Chair-Lagerung

Definition

Unter Beach-Chair-Lagerung versteht man eine 30 °-Oberkörperhochlagerung (▶ Abb. 12.30), wobei die Beine zum Abdomen hin angezogen werden (Lewandowski 2009).

Laut einer Studie von Valenza et al. (2007) vergrößert sich in dieser Sitzposition das Lungenvolumen. Die Lungen werden besser oxygeniert. Dieses ist mit dem schwerkraftbedingten Herunterrutschen des Darms in das Becken zu erklären, weil hierdurch das Zwerchfell entlastet wird. Die Autoren interpretieren diese Lagerung daher als eine sehr vielversprechende Maßnahme für intubierte und maschinell beatmete Patienten.

Cardiac-Chair-Lagerung

Die Cardiac-Chair-Lagerung ist besser als Herzbettlagerung bekannt und wird bei Patienten mit Herzinsuffizienz oder Atemnot schon lange angewendet (▶ Abb. 12.31).

Abb. 12.31 Cardiac-Chair-Sitzposition. (K. Ehlers)

Für diese Lagerung kippt man die Rückenlehne des Bettes auf ca. 40 °. Im Bereich der Kniegelenke wird das Bett geknickt und das Fußende nach unten geklappt. Anschließend wird die ganze Liegefläche um ca. 45 ° gekippt.

Die meisten Patienten fühlen sich in dieser Position wohl, zudem hat sie weitere Vorteile: Das Gewicht der Lunge sinkt nach unten, der Druck auf Lunge und Thorax fällt. Das Herz wird über einen gedrosselten venösen Rückstrom entlastet, das führt zu einem verbesserten Einsatz der Atemhilfsmuskulatur, was eine verbesserte Oxygenierung des Blutes zur Folge hat.

Seitenlagerung

Die Seitenlagerung des Patienten auf der Intensivstation wird gerne zur Dekubitusprophylaxe (S. 294) sowie zur Atelektasenprophylaxe angewendet.

In dieser Position kommt es ähnlich der sitzenden Position zum Absinken des abdominellen Fettes zur Seite. Das Zwerchfell wird so entlastet und der pulmonale Gasaustausch verbessert sich.

Für diese Lagerungsform eignen sich die Spezialbetten mit Bettverbreiterung, indem die Patienten sehr gut in die 90 °-Position gebracht werden können (▶ Abb. 12.32). Dabei müssen Plexusschäden im Schulterbereich vermieden werden.

▶ **Dekubitusprophylaxe.** Zur Dekubitusprophylaxe empfiehlt es sich, die Seitenlagerung mit einer erhöhten Oberkörperhochlagerung durchzuführen. Die Gefahr der Dekubitalulzera im Bereich der Ohren oder durch Thoraxdrainagen lässt sich durch Unterpolstern mit Schaumstoff oder Polsterwatte verringern. Allerdings sind alle adipösen Patienten generell stark dekubitusgefährdet.

▶ **Lungenventilation.** In der Links- oder Rechtsseitenlage wird bevorzugt nur die oben liegende Lunge ventiliert, weil die unteren Lungebereiche einem besonders hohen Druck ausgesetzt sind. Dadurch werden die unteren Lungenareale weitaus weniger ventiliert, die funktionelle Residualkapazität (FRC) sinkt.

Abb. 12.32 Seitenlagerung. (K. Ehlers)

Merke

Cave: Besteht die Seitenlagerung über eine längere Zeit, können sich Probleme mit der unteren Lunge ergeben.

Bauchlagerung

Im Rahmen einer schweren Lungenerkrankung mit ausgeprägter Hypoxämie, die sich nicht durch andere Maßnahmen beheben lässt, ist die Bauchlagerung eine sehr effektive Lagerungsform. Auch krankhaft übergewichtige Patienten profitieren von dieser Lagerung.

▶ **Durchführung.** Die Bauchlagerung ist beim Übergewichtigen eine besonders starke Herausforderung. Nur die äußerst korrekte Durchführung schafft optimale Bedingungen für eine Verbesserung der Lungenfunktion.

Zunächst muss wie bei Normalgewichtigen alles gut vorbereitet sein. Beatmungsschläuche, Infusionsleitungen und Katheter müssen überprüft und evtl. verlängert werden. Kissen und Lagerungspolster (ca. 60 cm dick) müssen in ausreichender Form vorhanden sein. Der Personalbedarf zur Umlagerung eines stark Übergewichtigen orientiert sich am Gewicht des Patienten. Rechnet man bei Normalgewichtigen mit 3–4 Helfern, so ist bei Übergewichtigen mit 5–6 Helfern zu rechnen, allerdings sollten diese sich nicht behindern. Ein Helfer ist abgestellt, die Atemwege zu sichern (Arzt). Dabei müssen starke Kopfbewegungen oder Drehungen vermieden werden, da es sonst zu Tubusdislokalisationen kommen kann. Ein weiterer Helfer achtet auf alle Katheter.

Thorax und Becken müssen mit Polstern (Schaumstoffkissen) unterstützt werden, dadurch wird eine freie Beweglichkeit des Abdomen gewährleistet. Der Bauch sollte frei nach unten hängen, keinesfalls darf der venöse Rückstrom zum Herzen behindert werden, indem u. U. die Vena cava inferior oder die Femoralvenen komprimiert werden. Alle Auflagepunkte müssen begutachtet werden, um Druckstellen zu vermeiden.

▶ **Lage des Kopfes.** Die Lage des Kopfes stellt eine besondere Herausforderung dar. Besonders Augen, Kinn und Nase müssen druckfrei bleiben, aber auch die Knie und Füße müssen entlastet sein.

▶ **Dauer.** Die Dauer der Bauchlagerung von mind. 12 h wird wie bei Normalgewichtigen empfohlen.

12.5.4 Kinetische Therapie

Definition

Unter kinetischer Therapie versteht man die axiale Rotation in Spezialbetten mit einem seitlichen Rotationswinkel von über 40°.

Die Prävalenz von Pneumonien konnte durch die Behandlung von kinetischer Therapie gesenkt werden, so eine umfassende Studie (Bein 2009). Es wird spekuliert, dass gerade Übergewichtige von der Rotationstherapie profitieren, da diese Patienten während ihres Intensivaufenthaltes überproportional von respiratorischen Problemen und Komplikationen bedroht sind. Laut Firmenangabe ist das Rotationsbett auf 159 kg begrenzt, da über dieses Gewicht hinaus keine Stabilitätsgarantie während des Drehens gegeben werden kann.

12.5.5 Mobilisation

Bei adipösen Patienten ist eine frühzeitige Mobilisation sehr wichtig, da die noch bestehende Muskulatur während der Immobilität sehr rasch atrophiert und die verbleibende Muskelkraft das Körpergewicht nur noch bedingt trägt.

Zur Mobilisation adipöser Intensivpatienten sind folgende Aspekte zu beachten:

- Wache, nicht beatmete Patienten sollten – falls sie chirurgisch behandelt wurden – noch am OP-Tag mobilisiert werden, soweit es die Vitalzeichen zulassen.

Abb. 12.33 Patient mit Mobilisationshilfe. (K. Ehlers)

- Sitzen an der Bettkante oder im Stuhl ist die Minimalanforderung der Mobilisation.
- Wenn möglich, sollte der Patient einige Schritte vor dem Bett laufen.
- Es sollte ein entsprechendes Equipment zur Verfügung stehen, wie z. B. ein überbreiter Speziallehnstuhl, ein Stehbrett, ein Patientenheber und ein Gehwagen (▶ Abb. 12.33).

12.5.6 Zusammenfassung

Übergewichtige profitieren sehr von einer adäquat konsequent durchgeführten Lagerungstherapie. Zusammenfassend gilt es hier zu beachten:

- Die Oberkörperhochlagerung ist für den wachen, ansprechbaren Patienten geeignet und kann sich mit der Links- und Rechtsseitenlagerung zur Dekubitusprophylaxe abwechseln.
- Auf Rückenlagerung sollte gänzlich verzichtet werden.
- Auch die Trendlenburg-Lagerung ist gefährlich für den nicht intubierten, beatmeten Patienten.
- In der Therapie des schweren ARDS ist auch für den Übergewichtigen die Bauchlagerung die Ultima-Ratio-Maßnahme. Sie darf nur beim intubierten und maschinell beatmeten Patienten durchgeführt werden.

Generell stellt die Versorgung schwer adipöser Patienten eine besondere Herausforderung für das Pflegepersonal dar. Sie kann mit teilweise extrem hohen psychischen und physischen Belastungen und Erfahrungen von Grenzsituationen verbunden sein. Gerade deshalb sind Kenntnisse über die speziellen anatomischen Verhältnisse und funktionellen Besonderheiten der Atemwege, die eingeschränkte respiratorische Funktion sowie auch über das seelische Befinden des Patienten für die betreuenden Pflegepersonen unabdingbar. Frühzeitiges Erkennen von möglichen Problemen, ein multiprofessioneller Versorgungsansatz mit der optimalen Ausstattung und Nutzung von entsprechenden Hilfsmitteln sowie spezielles Wissen sind von hoher Bedeutung und eine wichtige Stütze im Risikomanagement des adipösen Patienten.

12.6 Leseservice

12.6.1 Literatur

Grundlagen

Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften. Prophylaxe der venösen Thromboembolie (VTE). Im Internet: www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/003–001.html; Stand: 13.05.2014

Bauder-Mißbach H. Kinästhetik in der Intensivpflege. Hannover; Schlütersche; 2000

Bailey P et al. Early activity is feasible and safe in respiratory failure patients. Crit Care Med 2007; 35 (1): 139–45

Bazlen U, Menche N, Hrsg. Pflege Heute. 2. Aufl. München: Urban & Fischer; 2002

Bienstein C et al., Hrsg. Dekubitus. Die Herausforderung für Pflegende. Stuttgart: Thieme; 1997

Bienstein C et al. Atmen. Stuttgart: Thieme; 2000

Calais-Germain B. Anatomie der Bewegung. Wiesbaden: Fourier; 2002

Citron I. Kinästhetisch handeln in der Pflege. Stuttgart: Thieme; 1998

Cullum N et al. Preventing and treating pressure sores. Effectiveness Bulletin. Quality in Health Care 1995; 4: 289

Dellas C, Konstantinides S. Perioperative Antikoagulation und Thrombolyse. Intensivmedizin up2date 2010, 6: 25–36

Dennis M et al. Effectiveness of thigh-length graduated compression stockings to reduce the risk of deep vein thrombosis after stroke (CLOTS trial 1): a multicentre, randomised controlled trial. Lancet 2009; 373: 1958–1965

Deutsches Netzwerk für Qualitätsentwicklung in der Pflege, Hrsg. Expertenstandard Dekubitusprophylaxe in der Pflege. Osnabrück: FH Osnabrück; 2010

Eisenschink AM et al. Kinästhetische Mobilisation. Hannover; Schlütersche; 2003

European Pressure Ulcer Advisory Panel (EPUAP) und National Pressure Ulcer Advisory Panel (NPUAP). Leitlinie Dekubitus. Prävention. Eine Kurzanleitung. Washington DC: National Pressure Ulcer Advisory Panel, 2009. Im Internet: www.epuap.org/guidelines/QRG_Prevention_in_German.pdf; Stand: 13.05.2014

Hatch F et al. Kinästhetik. Gesundheitsentwicklung und menschliche Funktion. München: Urban & Fischer; 2003

Hufschmidt A, Lücking CH, Rauer S, Hrsg. Neurologie compact. 5. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2009

Informationen der für Medizinprodukte zuständigen obersten Landesbehörden zu den Sicherheitsrisiken von Kranken- und Pflegebetten (Stand 2001). Im Internet: www.brk.nrw.de Stand 13.05.2014

Institut für Innovationen im Gesundheitswesen und angewandte Pflegeforschung e. V. (IGAP). Dekubitus-Pflege-Ratgeber – Risikofaktoren. Im Internet: www.dekubitus.de/dekubitus-risikofaktoren.htm; Stand: 15.05.2014

Kalde S et al. Enterale Ernährung. 3. Aufl. München: Urban & Fischer; 2002

Kehlet H. Postoperative ileus – an update on preventive techniques. Nat Clin Pract Gastroenterol Hepatol 2008; 5: 552 – 558

Kottner J, Tannen A. Literaturstudie. In: Deutsches Netzwerk für Qualitätsentwicklung in der Pflege (DNQP), Hrsg. Expertenstandard Dekubitusprophylaxe in der Pflege. 1. Aktualisierung 2010. Osnabrück 2010; 41–71

Lahmann N et al. Pflegeprobleme in Deutschland. Ergebnisse von 12 Jahren Forschung in Pflegeheimen und Kliniken 2011–2013. Im Internet: igpw.charite.de; Stand 13.05.2014

Neander KD et al. Handbuch der Intensivpflege. Landsberg: ecomed; 2005

Nessizius S. Innsbrucker Mobilisationskonzept zur interdisziplinären Behandlung internistischer Intensivpatienten (Physiotherapeutischer Teil). Im Internet: http://fruehmobilisierung.de; Stand: 13.05.2014

Nydahl P. Frühmobilisation und Gehen mit beatmeten Patienten. Intensiv 2010, 18: 283–34

Rothaug O, Sabel K, Kaltwasser A. Drehen und Wenden – „Was ist eigentlich möglich?" Intensiv 2008, 16: 74

Ullrich L, Stolecki D, Grünewald M. Thiemes Intensivpflege und Anästhesie. Stuttgart: Thieme; 2010

Vanderwee K, Grypdonck M, Defloor T. Alternating pressure air mattresses as prevention for pressure ulcers: a literature review. Int J Nurs Stud 2008; 45 (5): 784–801

Mobilisation und Bewegungstherapie

Bailey C et al. Early activity is feasible and safe in respiratory failure patients. Crit are med. 2007; 35 (1): 139–45

Bailey C, Kandel E. Synaptic and Cellular Basis of Learning. Handbook of Neuroscience for the Behavioral Sciences. 2009: IV:27.

Bailey C, Kandel E. Structural changes accompanying memory storage. Annual Rev. Physiol 1993; 55: 397–426

Beyer J, Berliner M, Beyer HM et al. Positionspapier zur Fachübergreifenden Frührehabilitation. Im Internet: http://data.aerzteblatt.org/download/files/2009/09/down139 638.pdf; Stand: 01.07.2014

Bourdin G, Barbier J, Burle JF et al. The feasibility of early physical activity in intensive care unit patients: a prospective observational one-center study. Respir Care 2010; 55: 400–407

Dimdi: ICD-10-GM Version 2012

Diserens K, Michel P, Bogousslavsky J. Early Mobilization after Stroke: Review of

the Literature. Cerebrovasc Dis. 2006; 22: 183–90
Fischer W. Funktionaler Selbständigkeitsindex (FIM) und Zusatzkriterien des FAM. Wolfertswil SG (Schweiz) 2006. Im Internet: www.fischer-zim.ch; Stand: 01.07.2014
Freidel K, Leisse M. Wieviel FIM entspricht soviel SINGER? Übereinstimmung und Umrechnung der Funktionsassessments SINGER und FIM. Im Internet: www.mdk-rlp.de; Stand: 07.05.2014
Hopkins R, Spuhler V, Thomson G. Transforming ICU culture to facilitate early mobility. Crit Care Clin 2007; 23: 81–96
Kehlet H. Fast-track colorectal surgery. Lancet 2008: 371: 791–793
Knobel S. Wie man sich bettet, so bewegt man. Pflege 1996; 2: 134–139
Morris P et al. Early intensive care unit mobility therapy in the treatment of acute respiratory failure. Critical Care Medicine 2008; 36: 2238–2243
Schuchhardt D. Intensivierte Frühmobilisation von Intensivpatienten. Ein Konzept für kritisch Kranke. Vortrag Weimar 2009. Im Internet: http://rhoen-klinikum-ag.com; Stand: 01.07.2014
Schweickert WD et al. Early physical and occupational therapy in mechanically ventilated, critically ill patients: a randomised controlled trial. Lancet 2009, 373:1874–1882
Needham DM. Mobilizing patients in the intensive care unit: improving neuromuscular weakness and physical function. JAMA 2008; 300:1685–1690
Needham DM. Early physical medicine and rehabilitation for patients with acute respiratory failure: a quality improvement project. PubMed 2010; 91 (4): 536–542
Stucki G, Stier-Jarmer M, Gadomski M et al. Konzept zur indikationsübergreifenden Frührehabilitation im Akutkrankenhaus. Phys Med Rehab Kuror 2002; 12: 134–145
World Health Organization (WHO). International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF). WHO; Geneva: 2001

Lagerung adipöser Intensivpatienten

Asmussen M. Praxisbuch Kinaesthetics. 2. Aufl. München: Urban & Fischer; 2010
Bein T. Lagerungstherapie in der Intensivmedizin. Berlin: Medizinische Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft; 2009
Bein T. Patientenlagerung – Kinetische Therapie in der Intensivmedizin. Anaesthesist 1998; 47: 74–80
Bischoff A. Adipöse Patienten: eine schwergewichtige Herausforderung? KCI-Times 2008; 1: 82
Bischoff A. Schwergewichtige Probleme im Fall einer Operation. Dtsch Arztebl 2007; 104 (22): A-1560/B-1382/C-1322
Brown CD, Higgins M, Donato KA et al. Body mass index and the prevalence of hypertension and dyslipidemia. Obesity Research 2000; 8: 605–619
Ehlers K. 250 kg Körpergewicht und mehr. Intensiv 2009; 5: 239–242
Hartl W. Intensivmedizin und morbide Adipositas. Intensiv 2009; 5: 226–227
Hauner H, Berg B. Körperliche Bewegung zur Prävention und Behandlung der Adipositas. Dtsch Arztebl 2000; 97: A 768
Hermann S. Grundversorgung – Handling – Mobilisation. Herausforderungen für Pflegekräfte des schwergewichtigen Patienten. Abstract. Wiesbaden: KCI Aktionstag Bariatric; 2008
Hüttl T. Chirurgische Therapiekonzepte der morbiden Adipositas. Intensiv 2009; 5: 228–233
Klein-Tarolli E, Müller,P. Unterstützung der Bewegung anstelle schematischer Lagerungen. Die Schwester/Der Pfleger 2000; 9: 784–786
Lewandowski K. Der übergewichtige Patient in Anästhesie und Intensivmedizin: Häufigkeit, Vorbereitung und Management. Abstract. Wiesbaden: Aktionstag Bariatric; 2008
Lewandowski K, Turinsky S. Beatmung von Patienten mit Adipositas per magna in Anästhesie und Intensivmedizin. Der Anaesthesist 2008; 10: 1015–1034
Reber A. Atemwege und respiratorische Funktion bei Adipositas. Anästhesiologische und intensivmedizinische Aspekte und Empfehlungen. Der Anaesthesist 2005; 54: 715–727
Sabel K. Besonderheiten bei der Pflege adipöser Patienten. Abstract. Wiesbaden: Aktionstag Bariatric; 2008
Stang HP. Der adipöse Intensivpatient. Intensiv-News 2006; 10 (Suppl. 1)
Turinsky S, Lewandowski K. Adipositas per magna: Ein „schwergewichtiges" Problem. Pflegenintensiv 2008; 2: 6–13
Valenza F, Vagginelli F, Tiby A et al. Effects of the beach chair position, positive end-expiratory pressure and pneumoperitoneum on respiratory function in morbidly obese patients during anesthesia and paralysis. Anesthesiology 2007; 107: 725–723
Wechsler J. Epidemie Adipositas. Intensiv 2009, 5: 224
Wirth A. Adipositas. Ätiologie, Folgekrankheiten, Diagnostik, Therapie. Berlin: Springer; 2008

12.6.2 Internetadressen

http://www.kci-experten-kongress.de (KCI Medizinprodukte GmbH)
http://www.hill-rom.com (Hill-Rom Holding GmbH)
http://www.geromed-gmbh.de/ (Geromed GmbH)

Kapitel 13
Ernährung

13.1 Grundlagen *316*

13.2 Erfassen des Ernährungszustandes *317*

13.3 Interdisziplinäre Schluckdiagnostik *322*

13.4 Ess-, Trink- und Schlucktraining *324*

13.5 Klinische Ernährung *329*

13.6 Leseservice *342*

13 Ernährung

Gabriele Bast, Helga Breitbach-Snowdon, Johanna de Broux, Sabina Hagemann, Dietmar Stolecki, Hans-Jürgen von Giesen

13.1 Grundlagen

Sabina Hagemann

Hypokrates sagte, dass *„unsere Nahrungsmittel Heil- und unsere Heilmittel Nahrungsmittel sein sollen."*

Das bedeutet, dass die richtige Ernährung nicht erst beim erkrankten Menschen beginnt, sondern eine Voraussetzung für den Aufbau und Lebenserhalt des Organismus ist und damit wesentlichen Einfluss auf die Gesundheit, die Leistungsfähigkeit und die Lebensqualität hat.

Der Stoffwechsel (Metabolismus) benötigt zum reibungslosen Funktionieren elementare Grundbausteine aus der Nahrung. Folglich muss die tägliche Kost den gegebenen Bedürfnissen des Körpers angepasst sein. Deshalb sind Kenntnisse vonnöten über Veränderungen im Organismus, d. h. Krankheiten, die Auswirkungen auf den Stoffwechsel haben, um dem kritisch Kranken in seiner besonderen Ernährungssituation gerecht zu werden.

13.1.1 Ernährungsbedarf

Die Erkenntnis, dass Ernährungsmängel zu einem Absinken des Körpergewichts mit Hungerzustand und Katabolismus führen, und dieser wiederum zu mangelnder Immunabwehr, gestörter Wundheilung und erhöhter Sterblichkeit führt, ist schon lange bekannt. Damit es nicht dazu kommt, muss der individuelle Ernährungsbedarf berücksichtigt werden.

Zusammensetzung der Nahrung und ihre Nährwerte

Nahrungsmittel enthalten wichtige Nähr- und Wirkstoffe, die durch Digestion für den Metabolismus verfügbar gemacht werden. Der Organismus bezieht seine Energie aus den 3 Makronährstoffen Kohlenhydrate, Fett und Eiweiß. Vitamine, Mineralstoffe, Spurenelemente und Wasser sind ebenfalls unverzichtbare Bestandteile der Nahrung, diese Mikronährstoffe liefern zwar keine Energie, sind aber in ihrer Funktion als Biokatalysatoren an fast allen physiologischen Vorgängen beteiligt.

Energiemenge

Jeder Nährstoff hat seinen eigenen Nährwert. Er richtet sich nach der Wärmemenge, die bei seiner „Verbrennung" im Stoffwechsel gebildet wird. Die Energiemenge, die durch die Gesamtheit der Stoffwechselprozesse innerhalb einer bestimmten Zeit im Menschen erzeugt wird, kann mittels indirekter Kaloriemetrie genau bestimmt werden. So liefern

- 1 g Kohlenhydrate 4,1 kcal Wärme/Energie,
- 1 g Eiweiß 4,1 kcal Wärme/Energie,
- 1 g Fett 9,3 kcal Wärme/Energie.

Respiratorischer Quotient

Mit der Bestimmung des respiratorischen Quotienten (RQ) kann man die Zusammensetzung der aufgenommenen Nahrung feststellen.

► **Kohlenhydrate.** Der RQ für Kohlenhydrate beträgt 1, da das Verhältnis von ausgeatmeter Kohlensäure und eingeatmetem Sauerstoff 1 beträgt.

► **Fett und Eiweiß.** Fett und Eiweiß enthalten weniger Sauerstoff als Kohlenhydrate, sodass sie mit ihrem eigenen Sauerstoffbestand nicht einmal ihren Anteil an Wasserstoff, Stickstoff und Schwefel vollständig verbrennen können. Somit erhöht sich die Sauerstoffaufnahme bei der Verbrennung von Eiweißen und Fetten, und der respiratorische Quotient wird kleiner. Er beträgt für Fett 0,71 und für Eiweiß 0,80.

Je größer der RQ, umso mehr Kohlenhydrate sind in der Nahrung enthalten. Bei einer gemischten Kost liegt der RQ meist bei 0,85.

Nahrungsinduzierte Thermogenese

Jeder Nahrungsaufnahme folgt eine vorübergehende Erhöhung des Stoffwechsels mit vermehrtem Energieverbrauch, also Energieverlust. Diese stimulierende Wirkung auf den Stoffwechsel wird als nahrungsinduzierte Thermogenese bezeichnet. Die Gründe für die Erhöhung der Stoffwechselaktivität liegen vermutlich in speziellen Reaktionen des intermediären Stoffwechsels nach Aufnahme von Nährstoffen.

Die Intensität der Stoffwechselsteigerung ist je nach resorbierter Nährstoffart verschieden. Sie beträgt für Kohlenhydrate 5–6 %, für Fett ca. 3–4 % und für Eiweiße 20–30 % des Energiegehaltes dieser Nährstoffe. Die Erhöhung des Stoffwechsels durch eine ausgewogene Mischkost liegt bei 10–14 % der aufgenommenen Energiewerte.

Merke

Schwankungen in der Menge oder Art der zugeführten Nährstoffe von kurzfristiger Dauer kann der gesunde Körper meist ohne Schaden durch seine Anpassungsfähigkeit ausgleichen. Länger andauernde und schwerwiegende Abweichungen von den Bedarfsmengen führen zu schweren Gesundheitsschädigungen.

13.1.2 Tatsächlicher Energiebedarf

Der Energiebedarf des Menschen ist keine feste Größe, er korreliert mit dem Lebensalter, dem Geschlecht, der Körpergröße, dem Körpergewicht und der körperlichen Aktivität. Der Energiebedarf wird unterteilt in:

- Grundumsatz
- Leistungsumsatz

Grundumsatz

Definition

Der Grundumsatz dient der Erhaltung der Vitalfunktionen, er beschreibt also den Basisstoffwechsel. Der minimale Basisstoffwechsel beträgt 1 kcal/kgKG/h.

Mit der Formel nach Harris und Benedict ist eine Berechnung des Grundumsatzes folgendermaßen möglich:

- Mann: 66 + (13,7 x KG) + (5 x Größe) – (6,8 x Alter)
- Frau: 655 + (9,6 x KG) + (1,8 x Größe) – (4,7 x Alter)

Das Körpergewicht (KG) wird in Kilogramm (kg), die Körperlänge in cm und das Alter in Jahren angegeben. Nach Harris und Benedict hat ein 33-jähriger Mann mit 78 kg Körpergewicht und einer Körperlänge von 178 cm einen Grundumsatz von 1825,2 kcal. Diese Formel stammt jedoch aus dem Jahr 1918 und hat allenfalls orientierenden Charakter.

Leistungsumsatz

Jede körperliche Aktivität erhöht den Grundumsatz. Um den gesamten Energiebedarf zu erfassen, muss auch der Leistungsumsatz berücksichtigt werden.

Definition

Unter Leistungsumsatz versteht man den Mehrverbrauch an Energie über den Grundumsatz hinaus, der durch eine Arbeitsleistung (z. B. Muskeltätigkeit, geistige Tätigkeit, Stress, Krankheit) bedingt ist.

► **PAL.** Der PAL (Physical Activity Factor) ist definiert als durchschnittlicher Energiebedarf für körperliche Aktivität als Mehrfaches des Grundumsatzes. Er ist abhängig von der Art und der Dauer der Aktivität. Übliche Werte für die körperliche Aktivität reichen von 1,2 für die ausschließlich sitzende Tätigkeit bis zu 2,4 für Schwerstarbeiter.

Berechnung des täglichen Energiebedarfs

Der tägliche Energiebedarf wird wie folgt berechnet (nach Dach):

- täglicher Energieumsatz = Grundumsatz nach Harris-Benedict x PAL.

Merke

Grundumsatz und Leistungsumsatz ergeben den Gesamtumsatz, eben den tatsächlichen Energiebedarf eines Menschen am Tag, der durch den Energiegehalt der Nährstoffe gedeckt werden muss.

Zur Deckung des Gesamtenergiebedarfs des Organismus sollten die Hauptnährstoffe in folgender Relation aufgenommen werden (nach DGE) (► Tab. 13.1):

- 55–60 % Kohlenhydrate
- 30 % Fett
- 10–15 % Eiweiß

13.2 Erfassen des Ernährungszustandes

Eine frühzeitige und differenzierte Bestimmung des Ernährungszustandes soll dazu dienen, Ernährungsdefizite rechtzeitig zu erkennen, um eine entsprechende Ernährungstherapie einleiten zu können.

Eine Mangel- oder Fehlernährung ist nah verbunden mit erhöhter Mortalität und Morbidität. Der klinische Heilerfolg ist oftmals infrage gestellt. Eine schwere Malnutrition hat negative Folgen auf die Funktion wichtiger Organsysteme. Dazu gehören:

- Atemwegsinfektionen
- Pneumonien (S. 473)
- Probleme beim Weaning (S. 223)
- postoperative septische Komplikationen (S. 555)

Zur Erfassung des Ernährungszustandes und der Detektion von Mangelernährung steht eine Vielzahl unterschiedlicher Methoden zur Verfügung. Allerdings kann kein alleiniger Test den Ernährungsstatus eines Kranken zufriedenstellend beschreiben, weshalb mehrere Verfahren gleichzeitig angewandt werden.

Optimale Parameter zur Erfassung des Ernährungszustandes sollten kostengünstig, nicht invasiv, einfach zu erheben und verlässlich reproduzierbare Resultate erbringen. Gleichzeitig sollten diese Parameter auf Veränderungen des Ernährungszustandes so empfindlich reagieren, dass sie auch zur Effizienzkontrolle einer Ernährungstherapie eingesetzt werden können.

13.2.1 Anthropometrische Methoden

Die Lehre von den Maßverhältnissen des menschlichen Körpers gibt Auskunft über die Körpermaße sowie die quantitative Zusammensetzung des menschlichen Körpers. Durch den Einsatz dieser Methoden wird der initiale Ernährungszustand erfasst, womit gleichzeitig eine Effektivitätsbewertung einer länger andauernden Ernährungstherapie erfolgen kann. Folgende Methoden werden unterschieden:

- Körpergewicht und Körpergröße ermitteln.
- Body-Mass-Index (BMI) bestimmen.
- Hautfaltendicke/Trizepshautfaltendicke messen.
- Bioelektrische Impedanz Analyse (BIA) durchführen.

Ermittlung von Körpergewicht und Körpergröße

Eine sehr einfache Messung zur Bestimmung des Ernährungszustandes ist das Ermitteln der Körpergröße und des Körpergewichtes. Zwar kann die Überwachung des Körpergewichtes bei Patienten mit Ödemen, Aszites oder größeren Flüssigkeitsverlusten irreführend sein, dennoch ist bei Verlaufskontrollen die Veränderung des Körpergewichtes von Bedeutung.

Merke

Für die Bewertung des Körpergewichtes wird der Broca-Index (Körpergröße in Zentimetern minus 100) oder das Idealgewicht (Broca-Index minus 10 oder 15 %) nicht mehr herangezogen.

Das „übliche" Gewicht eines Kranken ist definiert als das stabile Gewicht in einem Zeitraum von mindestens 6 Monaten vor Evaluation. In der Praxis kann das Feststellen des aktuellen Gewichtsverlustes schwierig werden, wenn das Ausgangsgewicht nicht gemessen wurde und die Anamnese schwierig zu erheben ist.

Body-Mass-Index (BMI)

Der BMI ist heute international die einfachste und gebräuchlichste Methode zur Gewichtsklassifikation. Dabei wird das Verhältnis von Körpergewicht in Kilogramm zu Körpergröße in Metern zum Quadrat berechnet oder einfacher gesagt: Körperkilogramm geteilt durch Körpergröße in Metern zum Quadrat (► Abb. 13.1).

Hautfaltendicke/ Trizepshautfaltenmessung

Bei der Messung der Hautfaltendicke geht man davon aus, dass mithilfe des subkutanen Fettgewebes auf das Gesamtkörperfett geschlossen werden kann (► Abb. 13.2). Dieses Messverfahren hat Schwachpunkte, denn

Tab. 13.1 Zufuhrmenge verschiedener Substrate.

Substrat	stoffwechselstabiler Patient Menge pro kg KG	akut kranker Patient Menge pro kg KG
Energie	15–35 kcal	20–25 kcal
Glukose	4–5 g	3–5 g
Fett	0,5–2 g	0,5–1,5 g
Aminosäuren	0,5–1,5 g	0,8–1,5 g
Flüssigkeit	20–40 ml	20–40 ml
Natrium	0,5–1,5 mmol	1,0–1,5 mmol
Kalium	0,3–1,0 mmol	0,5–1,0 mmol
Phosphat	0,2–0,6 mmol	0,5–1,0 mmol
Magnesium	0,1–0,3 mmol	0,1–0,3 mmol
Vitamine	bedarfsdeckend	bedarfsdeckend
Spurenelemente	bedarfsdeckend	bedarfsdeckend

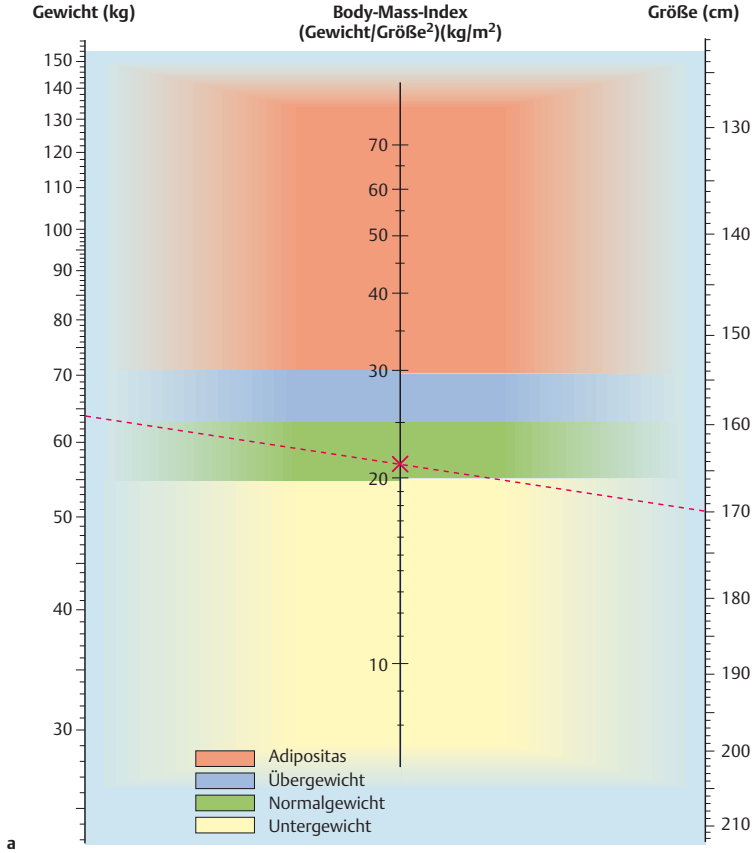


Abb. 13.1 Berechnung des Body-Mass-Index (BMI).

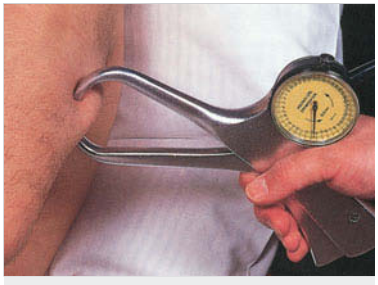


Abb. 13.2 Bestimmung der Hautfaltendicke mithilfe eines Calipers. (Lauber u. Schmalstieg 2007)

- die Verteilung des Fettgewebes am menschlichen Körper ist nicht einheitlich,
- die Hautfaltendicke ist abhängig von Körpergewicht, Alter und Hydrierungsgrad der Haut,
- die Abweichungen durch verschiedene Untersuchende betragen bis zu 50 %.

Bioelektrische Impedanz Analyse (BIA)

Die BIA ist eine elektrische Widerstandsmessung im Körper. Über je 2 Hautelektroden an Hand und Fuß wird ein schwacher hochfrequenter Wechselstrom angelegt. Der Strom wird durch die im Körperwasser gelösten Elektrolyte geleitet. Die Fettmasse setzt dem Strom einen hohen Widerstand entgegen, während die Muskelmasse aufgrund ihres hohen und konstanten Wasseranteils von 73,2 % ein guter Leiter ist. Durch diese Analyse lassen sich Ganzkörperwasser, extrazelluläres Wasser, fettfreie Masse, Fettmasse und Körperzellmasse bestimmen.

Hautfaltendickemessung und BIA sind schnell und einfach durchführbar sowie relativ preiswert. Die Geräte sind transportabel und die Messungen können beliebig oft wiederholt werden.

Sonstige Methoden zur Erfassung der Körperzusammensetzung

Als Goldstandard zur Messung von Fett und fettfreier Masse dienen folgende Untersuchungen:

- Messung des Gesamtkörperwassers und Gesamtkörperkaliums
- DEXA (dual-energy X-ray absorptionary)
- Computertomografie

Diese Methoden bieten einen allgemeinen Einblick in den Ernährungsstatus, lassen aber keine Differenzierung auf einen möglicherweise spezifischen Nährstoffmangel zu.

13.2.2 Laborchemische Methoden

Eine genauere Beurteilung lassen bestimmte biochemische Parameter zu, die jedoch durch die aktuelle Krankheitsaktivität beeinflusst werden können, und somit einer ausreichenden Interpretation bedürfen.

► **Blutzucker.** Nüchternblutzucker zwischen 110 und 125 mg/dl sprechen für eine beeinträchtigte Glukosetoleranz und Werte > 125 mg/dl weisen auf einen möglichen Diabetes mellitus hin. Nüchternheitswerte < 50 mg/dl sollten abgeklärt werden.

► **Triglyzeride und Cholesterin.** Triglyzeridwerte > 170 mg/dl weisen auf ein metabolisches Syndrom hin. Besteht längere Zeit eine Nahrungskarenz oder Mangelernährung können die Cholesterinwerte unter 100 mg/dl abfallen. Der Cholesterinwert ist ein empfindlicher Parameter für eine chronische Mangelernährung, z. B. die Tumorkachexie.

► **Serumalbumin.** Eiweißmangel führt zum Verbrauch der körpereigenen Eiweißreserven. Klinische Symptome wie Muskelatrophie, Ödeme, Aszites, Wundheilungsstörungen oder Dekubitus können auf einen Eiweißmangel hinweisen.

Niedrige Serumalbuminkonzentrationen weisen auf einen schlechten Ernährungszustand sowie auf eine hohe Krankheitsaktivität des Kranken hin. Als Bezugswerte werden vorgeschlagen:

- Albumin > 40 g/l: unauffällig
- Albumin = 35–40 g/l: grenzwertig
- Albumin = 30–35 g/l: vermindert
- Albumin 30 g/l: stark vermindert

► **Transportproteine.** Plasmakonzentrationen verschiedener Transportproteine werden ebenfalls als Indikatoren für einen Eiweißmangel verwendet. Transferrinwerte (Bindung und Transport von Eisen) un-

ter 2 g/l gelten als Hinweis auf einen Proteinmangel. Präalbumin (Bindung von Thyroxin und Retinol) und Retinol-bindendes-Globulin (RBG) reagieren aufgrund ihrer kurzen Halbwertzeit (2 d bzw. 12 h) schnell auf Einschränkungen und auf nutritive Repletion. Sie sind daher geeignet zur frühzeitigen Erkennung von Mangelzuständen, wie auch zur Verlaufskontrolle einer Ernährungstherapie. Folgende Werte gelten als normal:

- Präalbumin: 0,1–0,4 g/l
- RBG: 0,03–0,06 g/l

► **Elektrolyte, Spurenelemente und Vitamine.** Sind Mangelzustände vorhanden, treten niedrige Werte von Kalium, Magnesium und Phosphat auf. Sind Spurenelemente und Vitamine grenzwertig niedrig, kann es zu spezifischen Symptomen kommen (► Tab. 13.2).

13.2.3 Ernährungsscores

In verschiedenen Studien wurden Summenscores angewandt, die aus einer Kombination mehrerer objektiver oder objektiver und subjektiver Parameter bestanden. Viele sind in der klinischen Praxis nicht anwendbar und auch für Verlaufskontrollen einer Ernährungstherapie nicht geeignet.

Erwähnbar sind der „Subjective Global Assessment" (SGA) von Detsky und das „Nutritional Risk Screening" (NRS 2002) nach Kondrup J et al. 2002.

Der **SGA** basiert auf der Anamnese bzgl. Gewichtsveränderung und Nahrungszufuhr, gastrointestinaler Symptome, Leistungsfähigkeit und Nährstoffbedarf sowie einer einfachen körperlichen Untersuchung. Der Ernährungszustand wird subjektiv beurteilt als

- gut ernährt,
- mäßig mangelernährt,
- schwer mangelernährt.

Mit Hilfe des **NRS 2002** kann das Risiko einer Mangelernährung schnell erfasst werden. Durch Einschätzen des Ernährungszustandes, der Schwere der Erkrankung und dem Lebensalter wird das Risiko bemessen und der Beginn einer Ernährungstherapie oder eine wöchentliche Wiederholung des Screenings empfohlen.

Tab. 13.2 Klinische Symptome, die auf einen spezifischen Nährstoffmangel hinweisen können (aus Pirlich et al. 2003).

klinischer Befund	mögliches Ernährungsdefizit
Hautveränderungen	
punktförmige Hautblutungen	Vitamin A, C
Purpura (Unterhautblutungen)	Vitamin C, K
Pigmentation	Niacin
geringer Turgor	Wasser
Ödeme	Protein, Vitamin B_1
Blässe	Folsäure, Eisen, Biotin, Vitamin B_{12}, B_6
Dekubiti	Protein, Energie
seborrhöische Dermatitis	Vitamin B_6, Biotin, Zink, essenzielle Fettsäuren
schlechte Wundheilung	Vitamin C, Protein, Zink
Mund und Lippen	
Glossitis	Vitamin B_2, B_6, B_{12}, Niacin, Eisen, Folsäure
Gingivitis	Vitamin C
anguläre Fissuren, Stomatitis	Vitamin B_2, Eisen, Protein
Cheilose	Niacin, Vitamin B_2, B_6, Protein
blasse Zunge	Eisen, Vitamin B_{12}
atrophische Papillen	Vitamin B_2, Niacin, Eisen
Augen	
blasse Konjunktiva	Vitamin B_{12}, Folat, Eisen
Nachtblindheit, Keratomalazie	Vitamin A
Photophobie	Zink
neurologisch	
Desorientiertheit, Verwirrung	Vitamin B_1, B_2, B_{12}, Wasser
Depression, Lethargie	Biotin, Folsäure, Vitamin C
Schwäche, Lähmung der Beine	Vitamin B_1, B_6, B_{12}, Pantothensäure
periphere Neuropathie	Vitamin B_2, B_6, B_{12}
ataktischer Gang	Vitamin B_{12}
Hyporeflexie	Vitamin B_1
Zuckungen, Krämpfe	Vitamin B_6, Kalzium, Magnesium
sonstiges	
Durchfall	Niacin, Folat, Vitamin B_{12}
Anorexie	Vitamin B_{12}, B_1, C
Übelkeit	Biotin, Pantothensäure
Müdigkeit, Apathie	Energie, Biotin, Magnesium, Eisen

13.2.4 Ernährungsbedarf bei Krankheiten

Jedes Trauma und jede akute Erkrankung bedeutet für den Organismus Stress, auf den er mit einer typischen, unterschiedlich schwer und lang andauernden, phasenhaft verlaufenden Veränderung seines Stoffwechselgeschehens reagiert.

Stoffwechsel im Stress – Postaggressionsstoffwechsel

Verläuft die Stressreaktion wie bei einem Trauma, einer schweren Verbrennung, im Schock oder bei Sepsis sehr ausgeprägt, überschießend oder lang anhaltend, so können schwerwiegende Störungen im Protein-, Kohlenhydrat- und Fettstoffwechsel auftreten.

Der dabei entstehende Hypermetabolismus und Katabolismus führt zu Eiweißverlusten, verbunden mit einer Beeinträchtigung der Immunfunktion und Störungen zahlreicher Organfunktionen. Heute werden die damit verbundenen metabolischen Veränderungen unter dem Begriff „Postaggressionsstoffwechsel" zusammengefasst.

Phasen des Postaggressionsstoffwechsels

Es werden 3 unterschiedliche Phasen des Postaggressionsstoffwechsels definiert:

- Akutphase (Ebb-Phase)
- Sekundärphase (Flow-Phase)
- Reparationsphase

Akutphase

Die sog. „Ebb-Phase", die Minuten bis zu Stunden andauern kann, ist als Initialphase des auslösenden Ereignisses, wie hämorrhagischer, septischer oder neurogener Schock, charakterisiert.

Das Herz-Kreislauf-System reagiert mit einer Erhöhung des Herzzeitvolumens

und einer Regulierung des Gefäßtonus, um alle lebenswichtigen Organe zu perfundieren und mit Energie zu versorgen. Dies geschieht durch einen massiven Anstieg der antiinsulinären Hormone wie den Katecholaminen und Glukokortikoiden. Die Insulinfreisetzung ist in der Akutphase komplett supprimiert, es besteht ein Insulinmangel.

Um maximale Energie bereitzustellen, kommt es zu einer Steigerung der Glukoneogenese, Glykogenolyse, Lipolyse und gesteigerter Proteolyse mit deutlicher Hyperglykämie und Rückresorption von Flüssigkeit.

Sekundärphase

Die Übergangsphase, auch „Flow-Phase" genannt, ist zusammen mit der Akutphase die kritische Periode des Postaggressionsstoffwechsels. Sie kann 2–4 Tage dauern. Es überwiegen weiterhin die katabolen Stoffwechselvorgänge.

Die antiinsulinären Hormonkonzentrationen sind weiterhin erhöht, das Insulin ist wieder stimulierbar, doch meist im Hinblick auf die hohe Blutglukosekonzentration inadäquat. Es besteht ein relativer Insulinmangel.

Die Folgen der fortdauernden Glukoseverwertungsstörung sind Hyperglykämie und eine ausgeprägte Katabolie mit negativer Stickstoffbilanz, wobei hauptsächlich die Muskulatur betroffen ist. Komplikationen wie eine Sepsis oder eine starke Blutung können jeder Zeit eine Phasenumkehr bewirken.

Reparationsphase

In der sich anschließenden Reparationsphase (Dauer: Wochen bis Monate) übernimmt das Insulin wieder seine führende Rolle. Die antiinsulinären Hormone und der Blutglukosespiegel befinden sich wieder im Referenzbereich. Die anabolen und katabolen Stoffwechselvorgänge geraten wieder ins Gleichgewicht.

Es besteht meist eine gesteigerte Lipolyse mit positiver Energiebilanz, ein gesteigerter Proteinaufbau mit ausgeglichener bis positiver Stickstoffbilanz und eine Normoglykämie.

Zusammenfassend kann man die charakteristischen Stoffwechselveränderungen nach Stressereignissen wie folgt beschreiben:

- herabgesetzte Proteinökonomie
- gesteigerte metabolische Aktivität
- veränderter Glukosestoffwechsel mit Hyperglykämie
- vermehrte Fettsäurenoxidation
- Verlust von körpereigener Substanz und Gewichtsabnahme

Die klinischen Folgen sind verminderte Infektabwehr, gestörte Wundheilung, Schwächung der Atemmuskulatur mit Neigung zu Hypoventilation, Atelektasenbildung und Pneumonien.

Tatsächlicher Energiebedarf bei kritisch Kranken

Die Verwertung der Nährstoffe ist bei einem stoffwechselstabilen Patienten normal. Der Energiebedarf eines kritisch Kranken ist nicht konstant, sondern dynamisch. Individuell muss der Energie-/Kalorienbedarf an die jeweilige Krankheitssituation/Stoffwechsellage angepasst werden. Der veränderte Energiebedarf kann abgeschätzt oder berechnet werden.

Die Berechnung des Energiebedarfs kann erfolgen durch (▶ Abb. 13.3)

- die PENN-STATE-2007-Gleichung,
- die PENN-STATE-2011-Gleichung,
- die Berechnung direkt am Krankenbett.

In der PENN-STATE-Gleichung wird die aktuelle Krankheitssituation/Stoffwechselsituation mit einbezogen, dadurch ist es möglich, den tatsächlichen Energiebedarf/Kalorienbedarf zu ermitteln und dann folgend eine adäquate Ernährungstherapie zu erstellen.

▶ **Eine Hyper- wie auch eine Hypoalimentation durch die Ernährungstherapie sollte vermieden werden.**

▶ **Kohlenhydrate.** Die Zufuhr von Kohlenhydraten sollte max. 5 g/kgKG nicht

Berechnung des Energiebedarfs

PENN-STATE-2007-Gleichung (aus Wohlgehagen 2013)	PENN-STATE-2011-Gleichung (aus Wohlgehagen 2013)	Berechnung am Krankenbett (aus Ockenga u. Sanson 2014)
Ruheenergiebedarf (REB) = Mifflin St. Jeor[A] (0,96) + (Temperatur [°C[B]] + exspiratorisches Minutenvolumen (31) – 6,212	**Ruheenergiebedarf (REB) =** Mifflin St. Jeor[A] (0,71) + (Temperatur [°C[B]] x 85) + exspiratorisches Minutenvolumen (64) – 3,085	**Lebensalter 20–30 Jahre:** 25 kcal/kgKG **Lebensalter 30–70 Jahre:** 22,5 kcal/kgKG **Lebensalter > 70 Jahre:** 20 kcal/kgKG **kritisch Kranke:** 22–35 kcal/kgKG
[A] = Frauen: 10 x (Gewicht) + 6,25 x (Größe) – 5 x (Alter) – 161; Männer: 10 x (Gewicht) + 6,25 x (Größe) – 5 x (Alter) + 5. (Gewicht in kg, Größe in cm)	[A] = Frauen: 10 x (Gewicht) + 6,25 x (Größe) – 5 x (Alter) – 161; Männer: 10 x (Gewicht) + 6,25 x (Größe) – 5 x (Alter) + 5. (Gewicht in kg, Größe in cm)	
[B] = Höchsttemperatur der letzten 24 Stunden.	[B] = Höchsttemperatur der letzten 24 Stunden.	
Es wird empfohlen, die Penn-State-2007-Gleichung für alle beatmeten Patienten (außer Verbrennungen, Kinder und Patienten unter laufender therapeutischer Hypothermie, BMI ≥ 20,5 kg/m²) zu benutzen. Davon ausgenommen sind beatmete Patienten ≥ 60 Jahre mit einem BMI ≥ 30 kg/m².	Es wird empfohlen, die Penn-State-2011-Gleichung für alle beatmeten Patienten (außer Verbrennungen, Kinder und Patienten unter laufender therapeutischer Hypothermie) mit einem BMI ≥ 30 kg/m² und einem Alter ≥ 60 Jahre zu benutzen.	

Abb. 13.3 Berechnung des Energiebedarfs. Um eine adäquate Ernährungstherapie zu erstellen, muss zunächst der tatsächliche Energiebedarf berechnet werden.

überschreiten, da ansonsten die Gefahr der Entwicklung einer Fettleber besteht.

► **Fettsäuren.** Der Tagesbedarf an Fett liegt bei 0,7–1,5 g/kgKG. Von Vorteil hat sich der Einsatz von mittelkettigen Fettsäuren (MCT) erwiesen, da sie leichter zu resorbieren sind.

► **Aminosäuren.** Die Zufuhr von Aminosäuren beträgt 1,3 –1,5 g/kgKG als Tagesbedarf. Eine höhere Dosierung ist bei kontinuierlicher Hämofiltration und bei speziellen Situationen (z. B. Adipositas, Kachexie) sinnvoll.

► **Elektrolyte, Vitamine, Spurenelemente.** Diese werden bedarfsdeckend zugeführt.

► **Weitere Substrate.** Des Weiteren gibt es Substrate wie Glutamin oder Arginin, die Wirkungen besitzen, die über den nutritiven Aspekt hinausgehen. Mit der Supplementierung dieser Substrate werden folgende Ziele verfolgt:
- Eingreifen in die Entzündungskaskade
- Beeinflussen metabolischer Abläufe
- Stimulieren des Immunsystems

Die Zufuhr verschiedener Substrate bei stoffwechselstabilen und akut kranken Patienten zeigt ▶ Tab. 13.1.

Überwachen der Ernährung

Die Verlaufskontrolle der Ernährungstherapie erfolgt durch:
- klinische Evaluation
- biochemische Methoden
- immunologische Methoden

Klinische Evaluation

Die tägliche Inspektion und Auskultation des Abdomens ist obligat. Ebenso die Evaluation der Darmfunktion (Obstipation/Diarrhö). Das frühe Erkennen einer Motilitätsstörung im oberen oder unteren Gastrointestinaltrakt ist nur von Vorteil. Die Nährstoffzufuhr eines kritisch Kranken ist immer wieder Zufuhrpausen unterlegen (z. B. Nüchternheit für Diagnostik/Operationen). Die tägliche Dokumentation der wirklich zugeführten Substrat- und Flüssigkeitsmenge ist sinnvoll, um eventuelle Nährstoffdefizite zu erkennen.

Biochemische Methoden

Bei den biochemischen Methoden liegt der Fokus auf der Beobachtung von:
- Plasmaproteinkonzentration (S. 318)
- Cholinesterase
- Stickstoffbilanz
- Kreatininausscheidung
- Blutserumwerte

Cholinesterase

Routinemäßig wird auch der Cholinesterasewert erfasst, der Auskunft über die funktionelle Leberzellmasse gibt und somit auch ein geeigneter Parameter zur Effizienzkontrolle ernährungstherapeutischer Maßnahmen ist.

Stickstoffbilanz

Die Stickstoffbilanz ist ein weiterer Parameter, der über den Proteinstoffwechsel Auskunft gibt. Kritisch Kranke weisen eine negative Bilanz auf, da sie sich meist in einer katabolen Stoffwechsellage befinden.

Die Stickstoffbilanz weist die Differenz zwischen dem mit den Eiweißen aufgenommen „Protein-N“ (N: Stickstoff) und dem v. a. in Harn und Stuhl abgegebenen Stickstoff (v. a. als Harnstoff, Harnsäure, Kreatinin) auf. Die Bilanz wird direkt beeinflusst durch die Quantität und Qualität der Eiweiß- und Kalorienzufuhr und durch Hormone. Positiv wirksam sind die anabolen Hormone wie Androgen, Östrogen, Insulin und Somatotropin. Negativ wirken die katabolen Hormone wie Cortisol, Thyroxin und Progesterol.

Die Stickstoffbilanz errechnet sich aus:
- Stickstoff-Zufuhr
- Veränderungen im Harnstickstoffgehalt
- Stickstoff-Ausscheidung im Harn
- Stickstoff-Gehalt der CVVH-Ausfuhr (CVVH: kontinuierliche venovenöse Hämofiltration)

Stickstoffverluste über Drainagen und Sonden müssen berücksichtig werden.

Kreatininausscheidung

Kreatin befindet sich fast ausschließlich (98 %) in der Skelett- und glatten Muskulatur. Kreatin wird umgebaut zu Kreatinin und in konstanten Tagesraten über die Nieren ausgeschieden. Somit kann man von der Kreatininausscheidung auf die Muskelmasse schließen.

Die Kreatininausscheidung nimmt bei Malnutrition ab und nach ernährungstherapeutischen Maßnahmen steigt sie an. Verschiedene Einflussfaktoren sind bei der Interpretation zu berücksichtigen:
- Niereninsuffizienz: niedrige Kreatininausscheidung
- Trauma: erhöhte Kreatininausscheidung
- Fieber: erhöhte Kreatininausscheidung
- Infektionen: erhöhte Kreatininausscheidung
- Urinsammelfehler

Einzelbestimmungen dieser Parameter haben wenig Aussagekraft, er ist besser zur Verlaufskontrolle geeignet.

Blutserumwerte

► **Blutzucker.** Mithilfe der Blutzuckerwerte wird die Glukosezufuhr gesteuert, sie unterliegen somit einer engmaschigen Kontrolle. Die Glukosekonzentration im Serum sollte 250 mg/dl nicht überschreiten, bei höheren Werten muss die Glukosezufuhr vermindert werden oder mit Insulin gegengesteuert werden.

► **Elektrolyte.** Die Aufrechterhaltung eines ausgeglichenen Wasser- und Elektrolythaushaltes bzw. die Korrektur eingetretener Störungen sind unabdingbar. Die tägliche Kontrolle der Elektrolyte und Osmolarität in Serum und Urin sind obligat.

► **Harnstoff.** In der katabolen Phase des Postaggressionsstoffwechsels kommt es zu einer vermehrten Harnstoffbildung, wodurch die Ausscheidungskapazität der Nieren für HS schnell erreicht oder sogar überschritten werden kann.

► **Triglyzeride/Cholesterin.** Diese Kontrolle ist notwendig, um den Metabolismus der parenteral zugeführten Fette zu kontrollieren.

► **Laktat.** Bei einer kohlenhydratreichen parenteralen Ernährung ohne gleichzeitige Gabe von Vitamin B_1 (Thiamin) kann sich eine Laktatazidose entwickeln. Durch Fehlen von Thiamin und gesteigertem Bedarf kommt es zu einer Hemmung im Kohlenhydratabbau auf der Stufe des Pyruvats mit der Folge einer maximalen Laktatbildung und Kumulation.

Immunologische Methoden

Die Funktion des Immunsystems ist abhängig vom Ernährungszustand, daher kann mangelnde Immunität auch Ausdruck einer Malnutrition sein. Klinisch tritt ein erhöhtes Infektionsrisiko bei fehlernährten Kranken auf. Immunologische Methoden bewerten die Immunitätslage, wobei folgende Parameter beobachtet werden:
- absolute Lymphozytenzahl
- T-Zellaktivität

Absolute Lymphozytenzahl

Die Gesamtlymphozytenzahl spielt eine wichtige Rolle, nicht aber der prozentuale Anteil. Die absolute Lymphozytenzahl wird wie folgt bewertet:
- absolute Lymphozytenzahl 1200/nl: pathologisch
- absolute Lymphozytenzahl = 800–1200/nl: Fehlernährung
- absolute Lymphozytenzahl 800/nl: schwere Fehlernährung

T-Zellaktivität

Bei Fehlernährung kommt es zu einer Abschwächung der T-Zell-vermittelten Immunität. Die T-Zellaktivität kann mit der intrakutanen Applikation von Standardantigenen bestimmt werden.

Bei diesem Test wird die Hautreaktion nach einem definierten Zeitraum abgelesen, die Beurteilung richtet sich nach der Ausdehnung (Durchmesser) der Hautreaktion:

- Durchmesser 5 mm: geschwächte Abwehr
- Durchmesser > 5 mm: intakte Abwehr

13.3 Interdisziplinäre Schluckdiagnostik

Gabriele Bast, Johanna de Broux, Hans-Jürgen von Giesen

Schluckstörungen (Dysphagien) im Rahmen intensivmedizinischer und frührehabilitativer Behandlung können zu relevanten und langfristigen Komplikationen wie Malnutrition, Gewichtsverlust, Dehydratation, Aspirationspneumonien sowie Abhängigkeit von Sondennahrung und Trachealkanülen führen. Somit wird einerseits die Lebensqualität der Patienten erheblich eingeschränkt, andererseits entstehen hohe Kosten für das Gesundheitssystem (DGN 2008). Eine frühzeitige Diagnostik und Therapie von Schluckstörungen im interdisziplinären Team zur Verringerung der Komplikationsrate ist daher notwendig.

Durch frühzeitiges Dysphagiescreening bei Schlaganfallpatienten kann eine relative Risikoreduktion für Pneumonien um mehr als 80 %, eine Reduktion der Mortalität um etwa 70 % sowie eine Reduktion der Anzahl von PEG-Anlagen und somit der gesamten Behandlungskosten erreicht werden (Heart and Stroke Foundation of Ontario 2005). Die Rate von Aspirationspneumonien in den ersten 14 Behandlungstagen wird durch frühzeitige Schluckdiagnostik und konsekutive Therapie von 8,2 auf 1,3 % gesenkt (DGN 2008).

13.3.1 Ätiologie von Schluckstörungen

Die komplexe neurologische Organisation und Steuerung des Schluckvorgangs erfolgt in verschiedenen Hirnabschnitten, z. B. im Hirnstamm.

Schluckstörungen treten folglich im Rahmen zahlreicher neurologischer Erkrankungen auf (neurogene Dysphagien, ND). Die Häufigkeit von ND bei akuten Schlaganfällen und bei M. Parkinson wird mit ca. 50 % angegeben, im Rahmen von schweren Schädel-Hirn-Traumata treten Dysphagien in der Frührehabilitationsphase in mehr als 70 % auf (DGN 2008). Daneben können ND assoziiert sein mit entzündlichen und degenerativen ZNS-Erkrankungen, aber auch mit Erkrankungen des peripheren Nervensystems und der Muskulatur, mit Störungen der neuromuskulären Übertragung und mit Langzeitbeatmung und Critical-Illness-Polyneuropathie und -Myopathie bei Patienten nach längerer intensivmedizinischer Therapie.

Neben neurogen bedingten Schluckstörungen finden sich mechanisch und sensorisch bedingte Schluckstörungen bei primären Erkrankungen des Oropharynx und Larynx, des Ösophagus, der Halsweichteile und der Skelettanteile sowie nach chirurgischen und radiologischen Behandlungen von Tumoren im Mund-, Rachen- und Kehlkopfbereich.

13.3.2 Diagnostik von Schluckstörungen

Anamnese und Klinik

► **Anamnese.** Hinweise auf das Vorliegen einer Schluckstörung ergeben sich häufig bereits aus anamnestischen, resp. fremdanamnestischen Angaben von rezidivierenden Temperaturanstiegen und Bronchitiden oder Pneumonien, Gewichtsabnahme und Schluckbeschwerden.

► **Klinische Untersuchung.** Die klinische Beurteilung des Patienten bei Verdacht auf Dysphagie umfasst eine ärztliche und eine logopädische Untersuchung sowie ggf. eine apparative Diagnostik.

Bei Patienten mit einem akutem Schlaganfall ist von einem hohen Aspirationsrisiko auszugehen, wenn mind. 2 der folgenden Parameter vorliegen (Daniels 1997):

- Dysarthrie
- Dysphonie
- anormaler willkürlicher Husten
- abnormer Würgreflex
- Stimmveränderung nach dem Schlucken
- Husten während oder bis eine Minute nach dem Schlucken

Zu beachten ist, dass 13–31 % der gesunden Bevölkerung keinen Würgreflex aufweisen, sodass dadurch die Aussagekraft dieses Parameters eingeschränkt bleibt.

► **Erstbeurteilung durch das Pflegeteam.** In der Regel erfolgt die Erstbeurteilung des Patienten durch das Pflegeteam, dem Hinweise auf eine Dysphagie wie z. B. vermehrtes Husten, rasselnde Atemgeräusche oder Speichelaustritt aus dem Mund auffallen. Hier kann von der Pflege das modifizierte Schluckassessment (MSA, ▶ Abb. 13.4) durchgeführt werden. Diese Erstbeurteilung sollte die weitere interdisziplinäre Diagnostik inklusive eines logopädischen Konsils zur Folge haben.

► **Ärztliche Untersuchung.** Die ärztliche Untersuchung umfasst einen neurologischen und internistischen Status sowie laborchemische und radiologische Parameter bei Verdacht auf das Vorliegen einer (Aspirations-)Pneumonie.

Logopädische Untersuchung

Die klinische logopädische Untersuchung umfasst neben einer ausführlichen Anamnese die Beurteilung reflektorischer Bewegungen (z. B. Würgreflex), der extra- und intraoralen Sensibilität und Motorik sowie die Durchführung von Schluckversuchen.

Welche Teile der klinischen Schluckuntersuchung möglich sind, ist individuell vom Zustand und der Kooperationsfähigkeit des Patienten abhängig. Bei einem vigilanzgeminderten, geschwächten Patienten, bei dem schon offensichtlich ist, dass er bereits große Schwierigkeiten mit dem Abschlucken seines Speichels hat, wird auf Schluckversuche mit Nahrung verzichtet, da diese den Patienten gefährden.

Massive Aspiration von Speichel, mit welcher der Patient nicht adäquat umgehen kann (d. h. hochhusten und runterschlucken/ausspucken), birgt die Gefahr der Aspirationspneumonie, weshalb eine Tracheotomie und eine Versorgung mit geblockter Trachealkanüle erwogen werden muss.

Apparative Diagnostik

Bei Unklarheiten in der Befunderhebung oder bei Verdacht auf stille Aspiration, deren Vorkommen in der Literatur mit Häufigkeiten von 40–52 % angegeben wird (Gaaron 1996, Murry 2001), sollte eine apparative Diagnostik angeschlossen werden.

Die beiden wichtigsten apparativen Methoden zur Erfassung von Ursache, Art und Schweregrad einer Dysphagie sowie zur Therapieplanung und Therapiekontrolle sind:

- **FEES:** flexible/fiberoptische endoskopische Evaluation des Schluckakts (endoskopische Schluckuntersuchung)
- **VFS:** Videofluoroskopie (Röntgenuntersuchung des Schluckaktes)

Für den Einsatz auf der Intensivstation ist besonders die FEES geeignet, da sie auf der Station am Patientenbett durchgeführt werden kann. Eine Kooperation seitens des Patienten ist nicht zwingend erforderlich, daher ist die Untersuchung

Modifiziertes Schluckassessment (MSA)
– Pflegekräfte/Schlucktherapeut –

Patientenname: .....
Pat. Nr.: .....
Geb.-Datum: .....

Datum: .....
Untersucher: .....

Patientenaufkleber

A Fragen Checkliste „Schlucken"

Aspirationsgefährdung falls Antwort **„Nein"**	Nein	Ja	Bemerkungen
a. Ist der Patient wach und reagiert auf Ansprache?	☐	☐	
b. Kann der Patient auf Aufforderung husten?	☐	☐	
c. Kann der Patient seinen Speichel kontrollieren?	☐	☐	
d. Kann der Patient die Ober- und Unterlippe ablecken?	☐	☐	
e. Kann der Patient frei atmen (d. h. hat keine Probleme ohne Unterstützung bei guter Sauerstoff-Sättigung zu atmen)?	☐	☐	
f. Fehlen Anzeichen einer feucht/nass klingenden bzw. heiseren Stimme?	☐	☐	

B Schluckprobe mit einem Teelöffel stillem Wasser (nur durchführbar falls in „A" alle Fragen mit „Ja" beantwortet)

- Aufrechte Sitzposition mit Unterstützung des Rumpfes
- Mund auf Reste inspizieren und auf Aufforderung Speichel schlucken lassen
- Palpationsgriff und auf Symptome achten mit Phonationskontrolle

Funktionsstörung nach Perry-Kriterien: Abbruch wenn eine Funktion mit **„Ja"** beantwortet wird	Nein	Ja	Bemerkungen
a. Keine erkennbare Schluckaktivität?	☐	☐	
b. Wasser läuft aus dem Mund?	☐	☐	
c. Husten/Räuspern?	☐	☐	
d. Zunahme der Atemfrequenz?	☐	☐	
e. Nasse/gurgelnde Stimme bis 1 min direkt nach dem Schlucken?	☐	☐	
f. Haben Sie Zweifel oder einen unguten Eindruck?	☐	☐	

C Schluckprobe mit 90-ml-Wassertest (nur durchführbar falls in „B" alle Fragen mit „Nein" beantwortet)

Funktionsstörung nach Suiter & Leder-Kriterien: Abbruch wenn eine Funktion mit **„Ja"** beantwortet wird	Nein	Ja	Bemerkungen
a. Husten nach Schlucken? (innerhalb von 1 min)	☐	☐	
b. Erstickungsanfälle? (innerhalb von 1 min)	☐	☐	
c. Veränderte Stimmqualität? (innerhalb von 1 min/A/phonieren lassen)	☐	☐	
d. Abbruch des Tests? (bzw. nicht durchführbar)	☐	☐	

D MSA-Einschätzung	Nein	Ja	
a. Schluckassessment pathologisch in A, B oder C?	☐	☐	• falls „Ja", dann c bzw. d
b. Klinischer Verdacht auf Aspirationsgefährdung gegeben:	☐	☐	• falls „Ja", dann c bzw. d
c. Schlucktherapeut benachrichtigt:	☐	☐	
d. Arzt benachrichtigt:	☐	☐	
e. Schluckkostform (SKF) mit Festlegung durch Schlucktherapeuten:			

SKF ☐ Normalkost ☐ mit Konsistenz-Einschränkung ☐ weichgekocht ☐ passiert ☐ Sonde bzw. NPO

Bemerkungen: .....

Datum | Unterschrift (Schlucktherapeut) | Unterschrift (Pflege)

Abb. 13.4 Modifiziertes Schluckassessment, MSA. (Ickenstein et al. 2010, 2014)

auch bei intensivpflichtigen Patienten oder im Bereich der neurologischen Frührehabilitation bspw. bei Patienten mit apallischem Syndrom oder schwerem Schädel-Hirn-Trauma gut durchführbar.

Die endoskopische Schluckuntersuchung ist kostengünstig, für die Patienten gut tolerabel und beliebig oft wiederholbar (DGN 2008). Zudem ist sie in Krankenhäusern weitaus häufiger verfügbar als die Videofluoroskopie. Mit dem Endoskop kann – bei chirurgisch angelegtem Tracheostoma – auch transstomatal untersucht werden.

► **Penetrations-/Aspirationsskala (PAS).** Zur Einschätzung des Schweregrades von Penetration und Aspiration anhand des apparativen Befundes wird die Penetrations-/Aspirationsskala (PAS) empfohlen (DGN 2008, ► Tab. 13.3), der eine hohe Aussagekraft und eine gute diagnostische Treffsicherheit zukommt (Rosenbek 1996).

Praxistipp

Stehen sowohl die FEES als auch die VFS zur Verfügung, sollte die Methode der Fragestellung und dem Zustand des Patienten entsprechend gewählt werden.

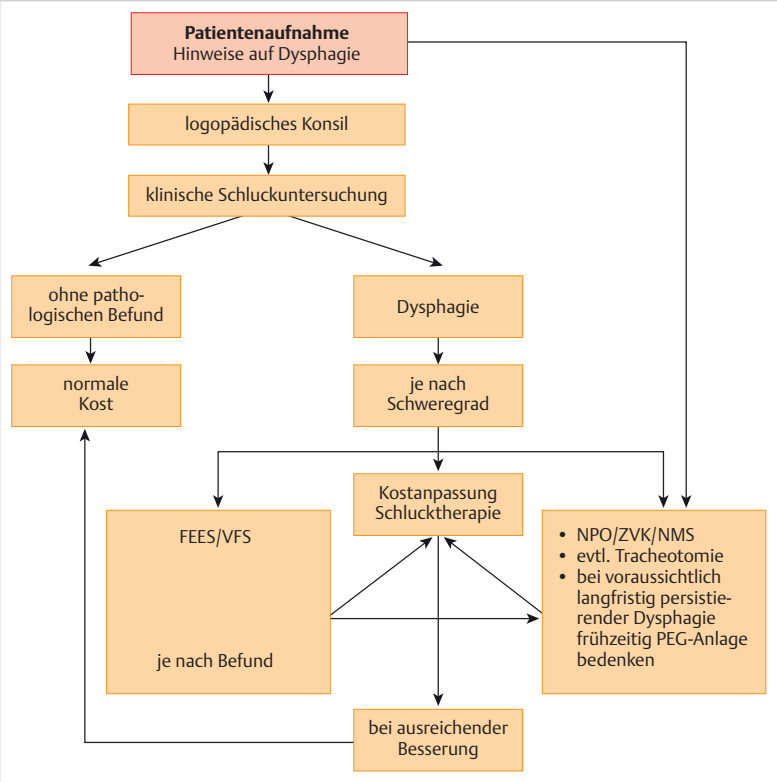


Abb. 13.5 Interdisziplinäres Procedere bei Patienten mit akut-neurologischen Erkrankungen. (angelehnt an DGNKN 2003)

Kann der Schluckakt vom Patienten ausgelöst werden, ist in über 90 % eine Konsistenz und Applikationsart (z. B. teelöffelweise, schluckweise) zu finden, die aspirationsfrei geschluckt werden kann.

Therapie

Dem Befund der klinischen und apparativen Schluckuntersuchung entsprechend können anschließend die optimale Kostanpassung (z. B. pürierte Kost und angedickte Getränke) und Schlucktherapie erfolgen. Bei bestätigter klinisch relevanter Aspiration muss neben der Fortführung der Schlucktherapie die Ernährung non per oral (NPO) über eine nasogastrale Sonde oder parenteral gesichert werden; bei länger andauernder Schluckstörung sollte nach etwa 2 Wochen die PEG-Anlage erwogen werden.

► Abb. 13.5 zeigt das interdisziplinäre Procedere bei Patienten mit akut-neurologischen Erkrankungen.

13.4 Ess-, Trink- und Schlucktraining

Helga Breitbach-Snowdon

Die Prävalenz von Patienten mit Schluckstörungen nimmt durch eine verbesserte intensivmedizinische Versorgung, verfeinerte chirurgische und neurochirurgische Techniken und ein generell steigendes Lebensalter mit dem Risiko funktioneller Dekompensation bei Allgemeinerkrankungen zu. Sie wird in Akutkrankenhäusern mit 12–13 % angegeben, in neurologischen Rehabilitationseinrichtungen mit 30–35 % und in Pflegeeinrichtungen mit 40–60 % (Schröter-Morasch 1999). Nach Langzeitbeatmung wurde eine Häufigkeit von Dysphagien durch Studien mittels Fiberendoskopie von über 50 % nachgewiesen, wobei stille Aspirationen sehr häufig vorkommen (Prosiegel u. Buchholz 2014).

Pflegende berichten häufig von Unsicherheit beim Anreichen von Flüssigkeit oder Nahrung, insbesondere wenn Verschlucken (Aspiration) beobachtbar ist (Borker 1996). Diese Unsicherheit ist mit Blick auf die angestrebte Gesundung des Patienten insofern verständlich, als ver-

Tab. 13.3 Penetrations-/Aspirationsskala, PAS (Rosenbek 1996).

Grad	Charakteristika
1	Material penetriert nicht
2	Material penetriert, liegt oberhalb der Glottis, wird aus dem Aditus laryngis entfernt (Räuspern/Husten)
3	Material penetriert, liegt oberhalb der Glottis, wird nicht aus dem Aditus laryngis entfernt
4	Material penetriert, liegt auf den Stimmlippen, wird aus dem Aditus laryngis entfernt
5	Material penetriert, liegt auf den Stimmlippen, wird nicht aus dem Aditus laryngis entfernt
6	Material wird aspiriert, wird in den Aditus laryngis oder weiter nach oben befördert
7	Material wird aspiriert, kann trotz Anstrengung nicht aus der Trachea herausbefördert werden
8	Material wird aspiriert, kein Versuch, es aus der Trachea herauszubefördern

schiedenen Studien zufolge z. B. bis zu 20 % der Patienten nach einem Schlaganfall innerhalb des ersten Jahres an einer Aspirationspneumonie versterben.

Merke

6–20 % der Patienten mit Hirnschädigung nach Schlaganfall versterben innerhalb der ersten 24 Monate in Folge von Aspirationspneumonien.

Im intensiv-pflegerischen Bereich bedarf die Entscheidung, ob und unter welchen Bedingungen bei einem Patienten im Anschluss an die parenterale Ernährung oder bei Sondenlage die orale Nahrungsaufnahme wieder beginnen kann, einer genauen Analyse der Voraussetzungen.

Um eine solche Analyse leisten zu können, ist zunächst das Verständnis der physiologischen Abläufe in der Nahrungsaufnahme, Nahrungsverarbeitung und beim Nahrungstransport erforderlich.

Lernaufgabe

Beobachten Sie sich selbst und einen Partner beim Trinken und Essen unterschiedlicher Nahrungsmittel (z. B. Apfel, Brot, Joghurt) im Hinblick auf Geschwindigkeit, Kraft, Funktionen und beteiligte Strukturen. Lassen Sie sich dann die unterschiedlichen Nahrungsmittel bei geschlossenen Augen von Ihrem Partner anreichen. Was verändert sich?

13.4.1 Physiologie der Nahrungsaufnahme

Anatomisch gesehen greift der Organismus im Schluckablauf auf die gleichen Strukturen zu, die auch beim Sprechen und bei mimischen Ausdrucksbewegungen aktiv sind. Für die zentralnervöse Steuerung sind aber unterschiedliche Prozesse anzunehmen (Ziegler 2003). Im Pharynx kreuzen sich der Atem- und Speiseweg, was einen vollständigen Abschluss des Larynx und der unteren Atemwege während des Schluckens erforderlich macht.

Phasen des Schluckaktes

Der Schluckakt kann in 4 Phasen unterteilt werden (▶ Abb. 13.6):

1. präorale Phase
2. orale Phase (orale Vorbereitungsphase, orale Transportphase)
3. pharyngeale Phase
4. ösophageale Phase

Präorale Phase

Bevor die Nahrung in den Mund aufgenommen wird, werden in der präoralen Phase die Schluckzentren durch Hunger, Durst, Sehen, Riechen und „Erfassen" der Nahrung stimuliert.

Sondenkost, Trachealkanüle, eine Sehminderung und Bewegungseinschränkungen im Kopf- und Rumpfbereich können diese Stimulation vermindern oder gar aufheben.

Orale Vorbereitungsphase

In der oralen Vorbereitungsphase wird die Nahrung abgebissen und gekaut, wobei sie durch die Vermischung mit Speichel nicht nur zerkleinert wird, sondern auch ein erster chemischer und enzymatischer Aufschluss des Speisebreis stattfindet und der Bolus gleitfähig wird.

Wichtige Grundfunktionen in dieser Phase sind neben einer guten Lippen-, Kiefer- und Zungenbeweglichkeit ein intaktes bzw. gut sitzendes Gebiss, eine intakte Funktion der Speicheldrüsen und eine intakte sensible Rückmeldung.

Die Zunge leistet in dieser Phase ein Höchstmaß an koordinierten Bewegungen, indem sie die Nahrung sammelt, beim Kauen zwischen die Molaren bewegt und gleichzeitig durch die Zungenrückenhebung verhindert, dass die Nahrung vorzeitig und unkontrolliert in den Pharynx übertritt. Das abgesenkte Gaumensegel unterstützt diese Schutzfunktion und gewährleistet gleichzeitig, dass wir während der Nahrungsverarbeitung durch die Nase weiter atmen können (▶ Abb. 13.6a).

Orale Transportphase

In der oralen Transportphase vollzieht die Zunge eine wellenförmige Bewegung durch die der Speisebrei unterstützt durch einen intraoralen Unterdruck aus dem Mundraum in den Rachen ausgetrieben wird (▶ Abb. 13.6b). Die Bewegung der Zunge kann am Mundboden getastet werden (▶ Abb. 13.7).

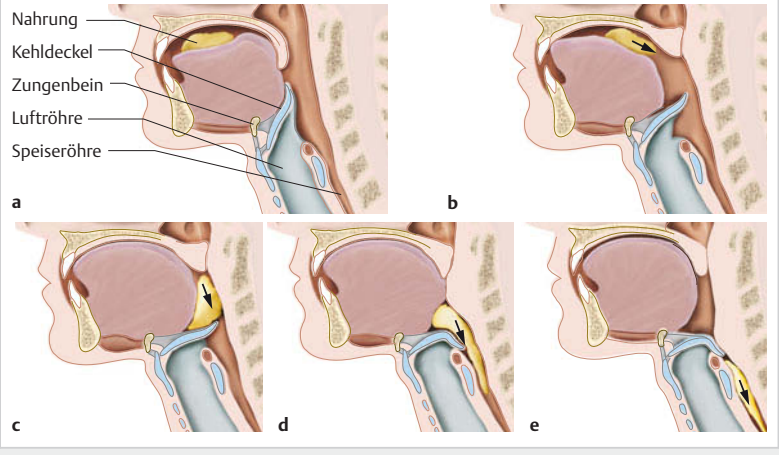


Abb. 13.6 Phasen des Schluckaktes. (Schewior-Popp, Sitzmann, Ullrich: Thiemes Pflege, 12. Aufl. 2012)
a Orale Vorbereitungs- oder Kauphase.
b Orale Transportphase.
c Pharyngeale Phase.
d Pharyngeale Phase.
e Ösophageale Phase.

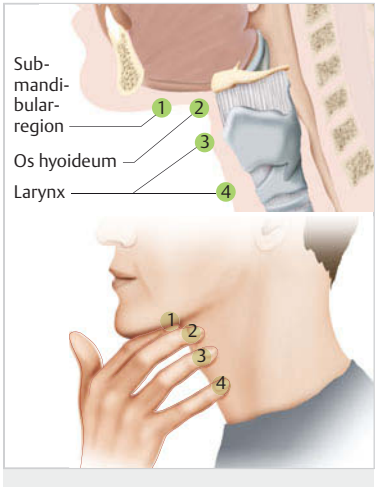


Abb. 13.7 Taktile Schluckkontrolle. Der Zeigefinger spürt die Mundboden- und Zungenbewegung. Der Mittelfinger liegt in Höhe des Zungenbeins. Der Ringfinger und der kleine Finger tasten die Kehlkopfhebung. (Schewior-Popp, Sitzmann, Ullrich: Thiemes Pflege, 12. Aufl. 2012)

Aufgrund neurogener Erkrankungen kann sowohl die Beweglichkeit der orofazialen Muskulatur, als auch die extra- und intraorale Sensibilität eingeschränkt sein. Dies gilt es vor dem Wiederbeginn der oralen Nahrungsaufnahme zu überprüfen, um ggf. vorbereitende Stimulationsmaßnahmen oder eine Kostanpassung einzuleiten.

Es sollte abgeklärt werden, ob durch die verabreichten Medikamente oder operative Maßnahmen die Speichelproduktion vermindert ist und ob sich bei Prothesenträgern der Sitz der Zahnprothese verändert hat.

Pharyngeale Phase

Mit der Auslösung des Schluckreflexes an den vorderen Gaumenbögen, der Zungenbasis und der Rachenhinterwand geht die bis dahin noch willkürlich beeinflussbare orale Phase in die pharyngeale Phase über, die über den Hirnstamm reflektorisch gesteuert wird.

Zunächst hebt sich das Gaumensegel an die Rachenhinterwand und trennt Mund- und Nasenraum, damit Speisebrei oder Flüssigkeit nicht in die Nase kommen. Ist bei Schluckversuchen der Austritt von Flüssigkeit aus der Nase beobachtbar, so lässt dies auf eine Störung der Gaumensegelfunktion schließen.

Die Rachenmuskulatur und die Kraft des Zungengrundes treiben den Speisebrei durch den Pharynx dem oberen Ösophagussphinkter zu. In dieser Phase wird das Zungenbein gehoben und fixiert, wodurch es auch zu einer Bewegung des Kehlkopfes nach vorne-oben kommt, die im vorderen Halsbereich sicht- und tastbar ist. Durch diese Bewegung wird einerseits der Kehlkopf dem Kehldeckel angenähert und andererseits der obere Ösophagusspinkter aufgezogen.

Lernaufgabe

Sammeln Sie Speichel oder nehmen Sie einen Schluck Wasser in den Mund und legen Sie Ihre Finger wie in ▶ Abb. 13.7 beschrieben an Mundboden und Hals. Schlucken Sie und spüren Sie der Mundboden- und Kehlkopfbewegung nach. Üben Sie die taktile Schluckkontrolle auch bei anderen, um ein Gespür für die individuellen Unterschiede in Anatomie und Bewegung zu bekommen.

Die unteren Atemwege werden 3-fach geschützt: Der Kehldeckel legt sich über den Kehlkopfeingang, die Taschenfalten nähern sich an und die Stimmbänder werden fest verschlossen, d. h., der Atem wird angehalten. Die Passage der Nahrung durch den Pharynx dauert je nach Konsistenz der Nahrung und Kraft der Austreibung unterschiedlich lang (0,5–1 s) und wird weitgehend automatisch durch das Nachschlucken wiederholt.

Penetration und Aspiration

Motorische Einschränkungen der pharyngealen Peristaltik (z. B. durch neurogene Schädigung, Myasthenie oder aber Narbenbildung nach Tumorresektionen) können die Zeit der Austreibung verlängern und bei Wiedereinsetzen der Atmung durch die Absenkung und Öffnung des Kehlkopfes zur Aspiration führen.

Bei Bewegungsstörungen des Larynx (z. B. eingeschränkte Hebung des Kehlkopfes, unvollständige Abkippung des Kehldeckels oder unvollständiger Stimmbandschluss) kann es ebenfalls zur Penetration oder Aspiration kommen.

Definition

Penetration beschreibt das Eindringen von Nahrung oberhalb der Stimmbänder. Aspiration ist gekennzeichnet durch Nahrung auf oder unterhalb des Stimmbandniveaus.

Üblicherweise sind Penetration oder Aspiration durch die Auslösung des Hustenreflexes für Außenstehende erkennbar. Voraussetzung ist eine intakte pharyngeale und laryngeale Sensibilität. Ist diese eingeschränkt oder gar ausgefallen, können die wichtigen Schutzreflexe wie Hustenreflex und Würgreflex bei Eindringen von Nahrungsteilen in den Kehlkopf nicht oder nur verspätet wirksam werden.

▶ **Stille Aspiration erkennen.** Ist der Hustenreflex vermindert oder gar nicht auslösbar, kommt es zur „stillen Aspiration“. Diese kann allenfalls an einer feuchten, gurgelnden Stimmqualität erkannt oder bei tracheotomierten Patienten durch Absaugen des Aspirats objektiviert werden. Eine weitere objektivierende Untersuchungsmöglichkeit ist die flexible (Video-)Endoskopie oder der bronchoskopische Zugang über ein Tracheostoma (Gallenberger 1999). Bleibt die stille Aspiration unerkannt, hat sie fast immer bronchiale und pulmonale Komplikationen zur Folge. In diesem Zusammenhang ist es wichtig zu hinterfragen, in welchem Maß die aktuelle Medikation entzündungshemmende Wirkstoffe beinhaltet, die derartige Komplikationen möglicherweise verschleiern.

▶ **Hustenreflex beobachten.** Vor Wiederaufnahme der oralen Ernährung muss unbedingt beobachtet werden, ob der Hustenreflex in unterschiedlichen Haltungen spontan oder bei trachealem Absaugen auftritt und wie effektiv der Hustenstoß ist. Die Kraft des Hustenstoßes muss ausreichend sein, um penetierte oder aspirierte Nahrungsbestandteile aus dem Kehlkopf zu befördern.

▶ **Druck im Cuff prüfen.** Bei geblockter Kanüle, die bei langfristigem Einsatz durch die unphysiologischen Druckverhältnisse im Pharynx und Larynx zu Sensibilitätsstörungen führen kann, muss der Druck im Cuff vor einem Schluckversuch geprüft werden (▶ Abb. 13.8). Ein verminderter Druck kann ein seitliches Überlaufen (Leaking) von aspiriertem Sekret oder Nahrung unter den Cuff zur Folge haben.

▶ **Überblockung verhindern.** Ebenso kann eine Überblockung zu einer Ösophaguseinengung und damit zu einer erschwerten Boluspassage oder einer Nahrungsansammlung im Hypopharynx/oberen Ösophagus führen, die wiederum eine Aspiration und einen Nahrungsstau oberhalb der Blockung zur Folge haben kann (▶ Abb. 13.9). Bei der Entblockung muss als Sicherheitsmaßnahme endotracheal bzw. bei einer Tracheosoft Evac-Kanüle

Abb. 13.8 Prüfen des Cuff-Drucks bei Patienten mit geblockter Kanüle.

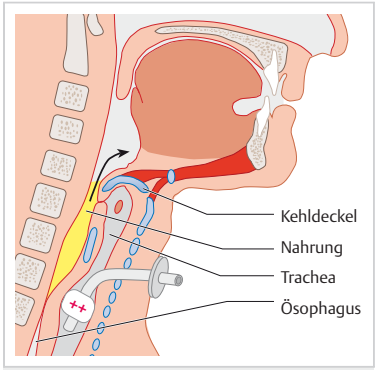


Abb. 13.9 Kompression des Ösophagus mit Bolusaufstau bei Überblockung.

über den Absaugschlauch abgesaugt werden, um sicherzustellen, dass aufgestautes Aspirat nicht in die tieferen Atemwege gelangt.

Merke

Generell sollten nur im Stadium der schrittweisen Entblockung und Dekanülierung Schluckversuche oder ein oraler Kostaufbau angestrebt werden, da der Patient bei geblockter Kanüle weder phonieren (auditive Aspirationskontrolle) noch effektiv husten und räuspern kann und damit wichtige willkürliche Schutz- und Reinigungsfunktionen fehlen. Somit kann der Schluckablauf nicht unter physiologischen Bedingungen erfolgen (Herbst 2008).

Ösophageale Phase

Im Anschluss an die pharyngeale Phase wird die Nahrung in der ösophagealen Phase nach der Passage des oberen Ösophagussphinkters in peristaltischen Wellen durch die Speiseröhre zum Magen hin befördert. Der obere Ösophagussphinkter schließt sich wieder (▶ Abb. 13.6e). Der primären Austreibungswelle folgt eine sekundäre, sog. Reinigungswelle, die zurückgebliebene Nahrungsreste abtransportiert.

Bei Patienten mit Störungen der Sphinkterfunktion, z. B. nach Operationen im Bereich der Speiseröhre oder mit bekannter Refluxanamnese, ist die Oberkörperaufrichtung nach der Nahrungsaufnahme für ca. 20–30 min sehr wichtig, um einen Reflux mit möglicher Aspirationsfolge zu vermeiden. Die Folgen einer Aspiration von saurem Magensaft können nach Gallenberger (1999) bis hin zu respiratorischem Lungenversagen (ARDS) führen.

13.4.2 Wiederaufnahme oraler Ernährung

▶ **Interdisziplinäre Planung.** Da die möglichen Störungen der geregelten Nahrungsaufnahme und des Schluckens so vielschichtig sind, sollte die Oralisierung intensiv-medizinisch versorgter Patienten im interdisziplinären Team sorgsam geplant und vorbereitet werden.

▶ **Checkliste ausfüllen.** Die verschiedenen Voraussetzungen für eine kontrollierte, weitgehend physiologische Nahrungsaufnahme sollten überprüft und in einer Checkliste dokumentiert werden (▶ Abb. 13.10). Es erscheint sinnvoll, die Checkliste von mehreren Fachdisziplinen wie z. B. den Pflegenden und speziell geschulten Schlucktherapeuten aus den Bereichen Logopädie, Physiotherapie oder Ergotherapie ausfüllen zu lassen, um ein umfassenderes Bild und damit eine bessere Planungsgrundlage für das weitere Vorgehen zu erhalten.

Kriterium	Beurteilung
Gesamtkörpermotorik	
☐ Kopfkontrolle	+ –
☐ Rumpfkontrolle	+ –
☐ Tonus	++ + ––
☐ Paresen	+ –
Bewusstseinslage	
☐ Vigilanz	+ ~ –
☐ Aufmerksamkeit	+ ~ –
☐ Antrieb	+ ~ –
☐ Orientiertheit	+ ~ –
Wahrnehmung	
☐ Hören	+ ~ –
☐ Sehen	+ ~ –
☐ Riechen/Schmecken	+ ~ – ?
Atemlage	
☐ Nasenatmung	+ –
☐ Mundatmung	+ –
☐ Sprechkanüle	+ –
☐ geblockte Kanüle	+ – zeitw.
☐ beatmet	+ – zeitw.
☐ Atemrhythmus	+ ~ –
☐ Atempause	+ ~ –
☐ willentliches Anhalten 5 Sek. möglich	+ –
Hustenreflex	
☐ spontan im Liegen	+ –
☐ spontan im Sitzen	+ –
☐ bei trachealem Absaugen	+ –
☐ Kraft	+ –
orofaziale Muskulatur	
☐ Tonus	++ + ––
☐ Beweglichkeit	+ ~ –

Kriterium	Beurteilung
Sensibilität	
☐ Berührungsempfindlichkeit äußerer Mundbereich	++ + –
☐ Berührungsempfindung intraoral	++ + ~ –
pathologische Reflexe	
☐ Beißreflex	+ –
☐ Suchreflex	+ –
☐ Saugreflex	+ –
☐ Zungenstoß	+ –
taktile Schluckkontolle	
☐ Mundbodenaktivität	+ –
☐ Kehlkopfhebung	+ –
Aspirationszeichen	
☐ Husten	+ –
☐ gurgelige, feuchte Stimme	+ –
☐ verfärbtes abgesaugtes Sekret	+ –

Legende
+ Vorliegen des entsprechenden Kriteriums
– Fehlen des entsprechenden Kriteriums
~ Schwankungen des entsprechenden Kriteriums
++ übersteigerte Qualität
–– verminderte Qualität

Zutreffendes wird markiert.

Abb. 13.10 Checkliste vor Wiederaufnahme oraler Ernährung. Die Checkliste sollte von mehreren Fachdisziplinen vor der Wiederaufnahme der oralen Ernährung ausgefüllt werden.

▶ **Günstige Sitzposition unterstützen.** Sofern die Kopf- und Rumpfkontrolle eingeschränkt ist, muss die für die Nahrungsaufnahme günstige Sitzposition durch Lagerungshilfen unterstützt werden (Hochstellen des Rückenteils auf ca. 60 °). Ein Kissen hinter dem Kopf und im Nacken gewährleistet die Nackenstreckung und gute Kopfaufrichtung. Diese beiden Aspekte begünstigen die freie Beweglichkeit des Kehlkopfes, die sowohl für die Sprech- als auch für die Schluckfunktion wichtig ist. Unter anderem deshalb sollte die Ansprache des Patienten auf Augenhöhe erfolgen, um eine Überstreckung des Halses nach hinten zu vermeiden (▶ Abb. 13.11).

▶ **Bewusstseinslage prüfen.** Ist die Bewusstseinslage des Patienten in einem oder mehreren der aufgeführten Aspekte eingeschränkt, sollten die ersten Schluckversuche solange zurückgestellt werden,

Abb. 13.11 Der Kopf des tracheotomierten und zeitweise beatmeten Patienten ist stabilisiert, die Ansprache erfolgt auf Augenhöhe.

bis längere stabile Wachphasen gegeben sind, da die aktive Mitarbeit des Patienten erforderlich ist, um eine Aspiration zu vermeiden.

▶ **Wahrnehmung prüfen.** Wie in der Darstellung der physiologischen Abläufe des Schluckens beschrieben, sind das Sehen und das Riechen und Schmecken für die Vorbereitung des Schluckens in der präoralen Phase wichtige Faktoren. Um diese zu prüfen, können Sie dem Patienten verschiedene Duftstoffe anbieten, wie

Parfum, Kaffee, Essig usw. und die Reaktionen beobachten und einschätzen. Bei tracheotomierten Patienten ist das Riechen wegen des stark verminderten nasalen Luftstroms eingeschränkt, bei geblockter Kanüle aufgehoben.

Der Geschmackssinn kann beurteilt werden, wenn dem Patienten mit einem feuchten Watteträger, der in Zucker, Salz oder Essig getaucht wurde, über die Zungenränder und das vordere Drittel der Zunge gestrichen wird und die Reaktionen beobachtet werden.

► **Atemlage einschätzen.** Die Einschätzung der Atemlage ist vor den ersten Schluckversuchen unerlässlich. Bei verlegter Nasenatmung ist die orale Verarbeitungs- und Sammelphase beeinträchtigt, da bei geschlossenem Mund nicht gleichzeitig geatmet werden kann. Bei tracheotomierten Patienten ist diese Phase zwar nicht beeinträchtigt, wohl aber die nachfolgenden Phasen, da die Luftströmungs- und Druckverhältnisse verändert sind.

► **Kompensatorische Mundkontrolle einsetzen.** Bei ausschließlicher Mundatmung besteht z. B. durch deutliche muskuläre Einschränkungen der Kieferheber- und Lippenmuskulatur in der oralen Verarbeitungs- und Sammelphase die Schwierigkeit, die Nahrung im Mund zu halten. Hier muss die orofaziale Motorik gekräftigt werden und beim Anreichen der Nahrung die kompensatorische Mundkontrolle eingesetzt werden (► Abb. 13.12).

► **Fachtherapeuten einbeziehen.** Wie schon erwähnt, sollten die ersten Schluckversuche erst unternommen werden, wenn eine geblockte Kanüle zeitweise entblockt werden kann, um physiologischere Druckverhältnisse und Abläufe in Larynx und Pharynx aufzubauen. Es kann dann durch die Fachtherapeuten vorbereitend an der Regulation der Atmung (Vertiefung, ggf. Rhythmisierung, Atempause), an der Verbesserung der Reinigungsfunktionen wie Räuspern und Husten und an der Verbesserung der Stimmfunktion gearbeitet werden.

► **Hustenreflex beurteilen.** Die Beurteilung des Hustenreflexes liegt primär bei den Pflegenden, da sie den Patienten in den unterschiedlichen Situationen häufiger erleben als andere Therapeutengruppen. Ist der Hustenreflex vermindert oder gar ausgefallen, muss vorbereitend auf jeden Fall am Aufbau eines soliden willkürlichen Hustenstoßes gearbeitet werden, der zur Vermeidung stiller Aspirationen kompensatorisch eingesetzt werden kann.

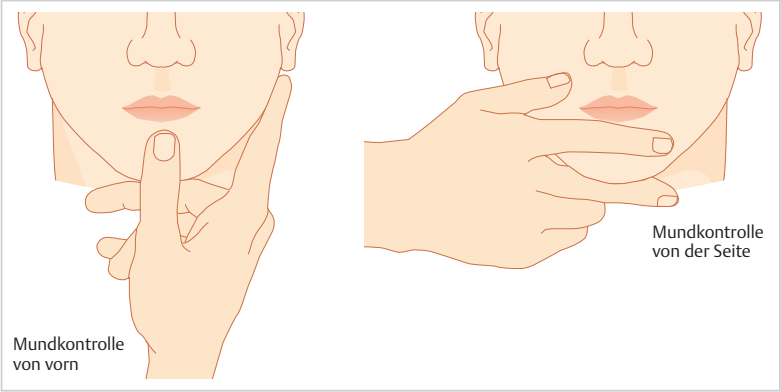


Abb. 13.12 Kiefer- und Mundkontrolle.

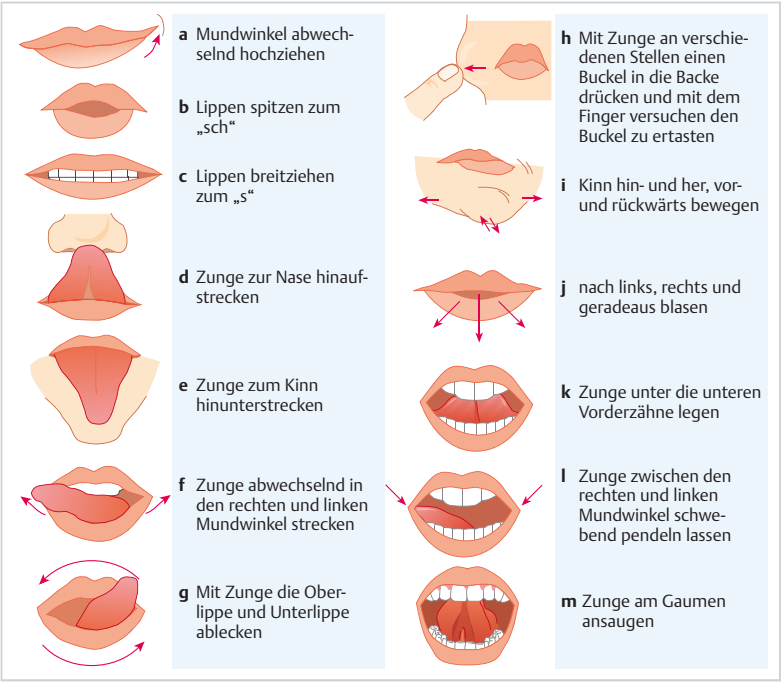
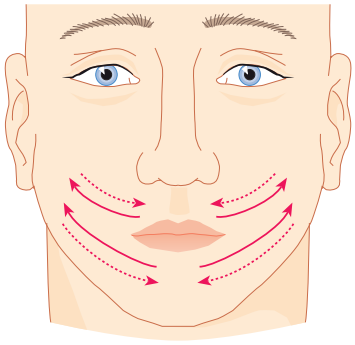


Abb. 13.13 Übungen für die Zungen- und Lippenmuskulatur.

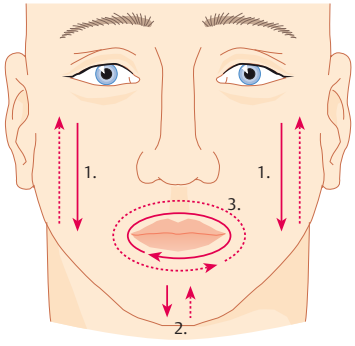
► **Orofaziale Muskulatur beurteilen.** Die orofaziale Muskulatur wird in Bezug auf Tonus und Beweglichkeit beurteilt, um zum frühesten möglichen Zeitpunkt ausgleichende Maßnahmen einleiten zu können, d. h. auch schon deutlich vor den ersten Schluckversuchen. Zur Einschätzung der Beweglichkeit kann der Patient aufgefordert werden, verschiedene orofaziale Bewegungen auszuführen. Derartige Bewegungsübungen können auch Bestandteil kleinerer, über den Tag verteilter Übungssequenzen sein, die in Absprache mit dem Schlucktherapeuten noch um speziellere Übungen (z. B. die wiederholte kraftvolle Artikulation von **k**) ergänzt werden können (► Abb. 13.13).

► **Mundraum stimulieren.** Vorbereitend zu den Bewegungsübungen empfiehlt sich die Stimulation des äußeren und inneren Mundraumes, um den Muskeltonus und die Sensibilität zu regulieren (► Abb. 13.14).

► **Intraorale Sensibilität regulieren.** Die intraorale Sensibilität kann gezielt durch die Mundstimulation in Anlehnung an M. S. Rood reguliert werden. Hierfür streicht der mit einer Kompresse umwickelte und in eisgekühlten Malven- oder Kamillentee getauchte Zeigefinger entsprechend ► Abb. 13.14a von der Mitte auf dem Zahnfleisch in Richtung Kiefergelenk und zurück, sowohl rechts als auch links, an



a innerer Mundraum



b äußerer Mundraum

Abb. 13.14 Stimulation des Mundraums.
a Stimulation des inneren Mundraums.
b Stimulation des äußeren Mundraums.

Ober- und Unterkiefer. Vor jedem Richtungswechsel wird der Patient aufgefordert, den sich vermehrt bildenden Speichel abzuschlucken. Hierbei muss u. U. die Kiefer- und Mundkontrolle eingesetzt werden.

► **Pathologische Reflexe abbauen.** Sofern bei Annährung an den Mundraum des Patienten pathologische orale Reflexe auftreten, sollte der Abbau dieser für die geregelte Nahrungsaufnahme sehr störenden Reflexaktivitäten frühzeitig durch erfahrene Schlucktherapeuten begonnen werden.

Definition

Pathologische orale Reflexe sind auf Hirnstammebene ausgelöste, im Säuglingsalter physiologische Reaktionen, die mit fortschreitender Entwicklung auf höherer kortikaler Ebene gehemmt werden. Die Hemmung kann entweder verzögert erfolgen (z. B. bei Zerebralparese) oder aber nach Hirnschädigung aufgehoben sein, sodass die Reflexe wieder auftreten.

► **Taktile Schluckkontrolle anwenden.** Durch die taktile Schluckkontrolle (► Abb. 13.7) kann ein Eindruck davon gewonnen werden, ob in der oralen Transportphase die Zunge eine Anhebungs- und Rückbewegung ausführt und ob der Kehlkopf sich hebt und senkt. Sollten diese Bewegungen nicht tastbar sein, werden die Schlucktherapeuten durch spezielle Übungen versuchen, die Beweglichkeit der Zunge und des Kehlkopfes wieder anzuregen. Hierbei bietet es sich an, einige dieser Übungen in den Pflegealltag einzubinden, da sie kurz, aber hochfrequent durchgeführt werden müssen.

► **Ersten Schluckversuch durchführen.** Der erste Schluckversuch unter taktiler Schluckkontrolle sollte mit Speichel oder mit einer kleinen Menge (ca. 1 TL) Wasser durchgeführt werden. Wie oben erwähnt, kann man **nicht** aufgrund eines fehlenden Hustenreflexes und einer nicht eindeutig gurgeligen Stimme auf einen gelungenen, physiologischen Schluckakt schließen. Bei tracheotomierten Patienten sollte das Wasser auf jeden Fall mit etwas Lebensmittelfarbe blau angefärbt werden, um beim trachealen Absaugen zu prüfen, ob das abgesaugte Sekret verfärbt ist oder nicht.

► **Individuellen Therapieplan erstellen.** Sofern durch das Absaugen der Nachweis der Aspiration gegeben ist, sollte zunächst das weitere Vorgehen im interdisziplinären Team, bestehend aus Ärzten, Pflegenden und Schlucktherapeuten, besprochen und ein individueller Therapieplan für den Patienten entwickelt werden. Durch ein sorgsames gemeinsames Vorgehen können nachweislich die Risiken und Komplikationen für die Patienten verringert, der Pflegeaufwand und die Pflegekosten durch schrittweise Dekanülierung reduziert und die Lebensqualität der Patienten deutlich verbessert werden (Nusser-Müller-Busch u. Seidl 2003).

13.5 Klinische Ernährung

Dietmar Stolecki

Schien die klinische Ernährung eines kritisch erkrankten Menschen längere Zeit eine eher untergeordnete Rolle zu spielen, so steht das Thema heute deutlich im Fokus intensivmedizinisch-pflegerischen Handelns als Anteil eines Behandlungskonzeptes zur Regeneration und Aufrechterhaltung von Gesundheit. Demnach sollte die klinische Ernährung patientenorientiert den jeweiligen Krankheitszustand mit seiner veränderten Stoffwechsellage berücksichtigen und so früh wie möglich bei bestehender Indikation beginnen, um unnötige Komplikationen zu vermeiden.

Unter dem Begriff „klinische Ernährung“ werden folgende Ernährungsformen summiert:
- perorale Ernährung mit Trinknahrungen als Supplement
- enterale Ernährung mit bilanzierten Diäten
- parenterale Ernährung mit Ernährungs- und Infusionslösungen

13.5.1 Indikation

Um den lebensnotwendigen Energieumsatz zu sichern, bildet der Organismus einen Energiespeicher in Form von Adenosintriphosphat (ATP), der aus der Verwertung von Kohlenhydraten, Fetten und Eiweißen resultiert. Normalerweise besteht im Organismus ein Gleichgewicht zwischen Aufnahme und Abgabe von Energie.

Ist das Angebot zu hoch, werden Nährstoffe als Fett und Glykogen gespeichert. Bei Hunger oder erhöhtem Bedarf werden die Nährstoffe aus diesen Depots verbraucht, wie es auch bei kritisch erkrankten Intensivpatienten der Fall ist. Damit droht eine Malnutrition (Mangelernährung) in quantitativer und/oder qualitativer Form.

Mangelernährung

Definition

Die Deutsche Gesellschaft für Ernährungsmedizin (DGEM) definiert Mangelernährung als
- krankheitsbedingten Gewichtsverlust mit Krankheitssymptomen,
- Reduktion des körpereigenen Eiweißbestands,
- Defizit an essenziellen Nährstoffen.

In diesem Kontext steht die Betrachtung von Analysen der letzten Jahre. Demnach wiesen 27 % der Patienten verteilt über alle klinischen Abteilungen in deutschen Kliniken zeigen Zeichen der Mangelernährung auf. Patienten mit COPD sowie bei Intensivpatienten wurden 40 % als mangelernährt eingestuft.

► **Folgen.** Eine Malnutrition führt u. a. zu
- Störungen der Wundheilung, Entstehung von Druckgeschwüren,
- Beeinträchtigungen der Infektabwehr durch Minimierung von T-Lymphozyten und Reduktion ihrer Funktion mit vermehrten Infekten,
- Katabolie der Atemmuskulatur mit Abnahme von Zwerchfellmasse und -kontraktilität sowie Reduktion von Atemzeitvolumen und Vitalkapazität,

- insuffizienter Protein- und Kollagensynthese mit eingeschränkten Regenerations- und Reparationsvorgängen in der Lunge. Daraus resultiert ein Mangel an Surfactant mit Anstieg der Oberflächenspannung in den Alveolen und gleichzeitig eine Abnahme der Lungencompliance,
- Flüssigkeits- und Elektrolytverschiebungen,
- hormonellen Veränderungen mit Absinken der Körpertemperatur und Beeinträchtigungen des Herz-Kreislauf-Systems (Kontraktionskraft),
- Störungen nervaler und muskulärer Prozesse (Gefühllosigkeit, Muskelschwäche, Krampfneigung),
- organischen Störungen (z. B. Schilddrüsenfunktion),
- verlängerten Krankenhausverweilzeiten mit erhöhter Inzidenz von Morbität und Mortalität.

► **Ursachen.** Die vielseitigen Ursachen lassen sich in 2 Gruppen zusammenfassen:

1. erhöhte Stoffwechselanforderungen durch:
   - Trauma, Sepsis
   - operativer Eingriff
   - Fieber
   - Verbrennungen mit ausgedehntem Ausmaß
   - endokrinologische und tumoröse Erkrankungen.
2. Nährstoffverluste über:
   - Erbrechen, Diarrhö
   - Wunddrainagen
   - Malabsorption

► **Maßnahmen.** Da die Metabolisierung selbst auch Energie verbrauchend und damit für den Organismus belastend ist, muss der Patient vor weiteren Belastungen geschützt werden. Folgende Prozesse sind an der Bereitstellung von Energiestoffen und der Synthese der Energiegewinnung beteiligt und deshalb zu berücksichtigen:

- Eine ausreichende Oxygenierung und Perfusion des Organismus sichern.
- Auf einen ausgeglichenen Wasser-, Elektrolyt- und Säure-Basen-Haushalt achten.

► **Kontraindikationen.** Je größer hier Störungen sind, desto schwieriger ist der Umgang mit exogen zugeführten Nährstoffen für den Organismus des Patienten. Diese Erkenntnisse haben zu einem Paradigmenwechsel geführt und nur noch wenige Kontraindikationen zur enteralen Ernährung belassen.

- absolute Kontraindikationen sind:
  - schwere metabolische Störungen
    - Serum-Laktat > 3 mmol/l
    - schwere Azidose mit pH < 7,2
  - Schockgeschehen jeder Genese
  - akute gastrointestinale Blutungen und Ischämie
  - Ebb-Phase des Postaggressionsstoffwechsels
  - mechanischer Ileus
  - generalisierte Peritonitis
- Zu den relativen Kontraindikationen zählen:
  - paralytischer Ileus
  - nicht beherrschbare persitierende Diarrhöen und Erbrechen

Die akute Pankreatitis stellt keine Kontraindikation mehr für eine enterale Ernährung dar, da die Patienten hier sogar von der enteralen Substitution profitieren.

Enterale und parenterale Ernährung sind nicht als konkurrierende, sondern als sich ergänzende Verfahren zu verstehen. Favorisiert werden sollte immer eine ausreichende enterale Ernährung, um eine Zottenatrophie zu verhindern. Ist eine enterale Ernährung nicht ausreichend zu gewährleisten, so muss eine parenterale Substitution des Patienten gesichert werden.

13.5.2 Vorteile der enteralen Ernährung

Neben Digestion und Resorption von Nährstoffen ist der Gastrointestinaltrakt (GIT) auch an immunologischen und hormonellen Vorgängen beteiligt. Vorteile der enteralen Ernährung sind:

1. Die enterale Ernährung sorgt für eine ausreichende Produktion von Verdauungsenzymen, Darmflora und -schleimhaut bleiben mit ihren enzymatischen und resorptiven Funktionen erhalten und wirken der Entstehung einer Zotten- sowie einer Mukosaatrophie entgegen.
2. Gleichzeitig bildet die Mukosa eine Barriere für Keime, die eine bakterielle Translokation (Durchwanderung der Darmwand von Bakterien und Endotoxinen mit Übersiedlung in benachbarte Blut- und Lymphgefäße) verhindert.
3. Es werden Rezeptoren stimuliert, die neurohumorale Reflexe auslösen, sodass die Säureproduktion im Magen reguliert, die Mukosa vor Entstehung von Ulzera geschützt und die gastrale Motilität beeinflusst wird (physiologische Ulkusprophylaxe durch erniedrigte Serum-Gastrinspiegel).
4. Erleidet der Patient Stress und erhält Nahrungsstoffe nicht enteral appliziert, erhöht sich die Gefahr der Translokation und damit die Aufnahme von Endotoxinen und Bakterien in Makrophagen, womit Sepsissyndrome wie SIRS (Septic inflammatory response Syndrom) durch Freisetzung von entzündungsfördernden Mediatoren (z. B. Interleukin-1) entstehen können.
5. Die Perfusion des Splanchnikusgebietes wird optimiert und damit die Regeneration von intestinalen Anastomosen gefördert.

Monetär liegen die Vorteile auch auf Seiten der enteralen Ernährung. Durch die unterschiedlichen Kosten für Nährstoffe, den Personal- und Materialkosten ergeben sich 50–70 % günstigere Gesamtkosten gegenüber der parenteralen Substitution.

13.5.3 Methoden der enteralen Ernährung

Wenn stabile Stoffwechselverhältnisse vorliegen und eine zumindest partielle digestive und absorptive Funktion des Gastrointestinaltrakts vorhanden ist, so sollte die enterale Ernährung mit Sondenkost gewählt werden.

Dazu stehen verschiedene Sondenarten zur Verfügung, die entweder transnasal oder perkutan appliziert und prä- oder postpylorisch platziert werden. Für alle Sonden gibt es einige generelle Anforderungen und spezifische Eigenschaften, die in ▸ Tab. 13.4 aufgeführt sind.

Tansnasale Sonden

► **Kontraindikation.** Bei der Anlage von transnasalen Sonden bestehen wenige Kontraindikationen:

- Schädelbasisfrakturen
- Ösophagusvarizen, -divertikel, -perforation
- Ösophagitis

► **Platzierung.** Möglich sind der nasogastrale und der nasojejunale Zugang:

- **Nasogastral:** Bei einer uneingeschränkten Verdauungsleistung des GIT und bei einem Einsatz von max. 30 Tagen können Sonden nasogastral und präpylorisch platziert werden.
- **Nasojejunal:** Über den nasogastralen Zugang können Sonden auch endoskopisch postpylorisch und jejunal platziert werden. Dieser Weg bietet sich z. B. bei einem anhaltenden und zu hohen Reflux an. Die jejunale Nahrungsapplikation ist aber auch erforderlich, wenn anatomische oder funktionelle Gründe eine gastrale Ernährung verbieten. Zu den weiteren Gründen gehören Gastrektomien und Obstruktionen wie Pylorus- oder Duodenalstenosen. Auch eine Gastroparese, hervorgerufen z. B. durch Diabetes mellitus kann eine jejunale Platzierung erfordern.

Tab. 13.4 Charakteristika enteraler Ernährungssonden.

Polyurethan (PU)	Silikonkautschuk	Polyvinylchlorid (PVC)
Anforderungen		
• Längenmarkierungen • Röntgenkontrast gebend • mind. 8 fr zur Vermeidung einer Okklusion		
Eigenschaften		
• sehr flexibel und knickstabil • gute Oberflächenstruktur und Fließeigenschaft • geringes Fremdkörpergefühl und hohe Biokompatibilität • auch bei kleinem Außendurchmesser großes Lumen	• weicher als PU • deswegen Mandrin zum Legen erforderlich • ebenfalls geringes Fremdkörpergefühl und hohe Biokompatibilität •	• enthalten Weichmacher, der nach 48–72 h nach außen diffundiert. Folge: • Verlust der Flexibilität • Entstehung von Ulzera und Perforation
Verwendung		
• gastrale und intestinale Langzeiternährung über Wochen bis Monate und zur Dekompression	• zur gastralen und/oder intestinalen Ernährung und zur Dekompression	

► **Sondenarten.** Man unterscheidet einlumige (Levin-Sonde) und mehrlumige Typen. Der Vorteil der zweilumigen Salem-Sump-Sonde besteht darin, dass das zweite Lumen der Belüftung dient und ein Festsaugen an der Mukosa verhindert (Schleimhauterosionen). Bei dreilumigen Sonden gesellt sich intestinales Ernährungslumen hinzu.

Jejunal platzierte Sonden sollten mindestens zweilumig sein, da eine jejunale Ernährung eine parallele erhöhte gastrale Sekretion mit sich bringt. Über das gastral platzierte Lumen wird ein Ablauf gewährt, jejunal die Ernährung appliziert. Ohnehin ist eine mehrlumige Sonde indiziert bei postpylorischen Stenosen.

Anlage einer gastrointestinalen Sonde

Für die Anlage einer Sonde soll bedacht werden, dass eine kompetente Aufklärung zum Prozedere (Sinn, Nutzen, Liegedauer, mögliche Probleme und Komplikationen) die Kooperation und Akzeptanz des Patienten (auch bei Sedierten) erhöht.

Merke

Durch Ihre kompetente Aufklärung und Beratung vermitteln Sie dem Patienten das Gefühl von Sicherheit!

► **Lagerung.** Nicht bewusstseinsgestörte Patienten sollten halbsitzend (45°-Oberkörperhochlagerung) positioniert werden. Bei bewusstseinsgestörten, sedierten Patienten kommt sowohl die Seitenlage als auch die Rückenlage unter dem Aspekt gesicherter Atemwege in Betracht (Intubation, Zahnprothesen). Bei diesen Patienten hat sich die laryngoskopische Platzierung auch mit Magillzange bewährt.

► **Duodenale/jejunale Platzierung.** Die postpylorische Platzierung empfiehlt sich bei
- lang andauernder Ernährung,
- bestehender Motilitätsstörung/Gastroparese,
- hohem Reflux und Aspirationsgefahr.

Die Verwendung von Zugoliven an der Sonde vereinfacht die duodenale/jejunale Applikation. Wie bei der nasogastralen kann zur nasoduodenalen Platzierung die Sonde ohne endoskopische Unterstützung erfolgen, jedoch wird zur korrekten Platzierung eine radiologische Kontrolle (fast immer) erforderlich. Eine endoskopisch unterstützte Anlage kann bei Passagebehinderungen im oberen Gastrointestinaltrakt erforderlich werden.

Zusätzlich kann eine jejunale Sonde auch chirurgisch während einer OP platziert werden. Dazu stehen andere Verfahren und Jejunalsonden zur Verfügung, die sich selbst positionieren wie z. B. Bengmark-Sonde (Nutricia) oder Tiger-Tube (Fa. Cook). Nach Vorschieben der Sonde bis in den Magen sorgt die Peristaltik für eine Selbstpositionierung im Jejunum. In Anhängigkeit der jeweiligen Peristaltik kann das allerdings länger dauern (Stunden). Der Nachweis der korrekten Lage erfolgt radiologisch.

Unabhängig von der radiologischen Kontrolle zeigt Lackmuspapier bei aspiriertem Duodenalsaft einen basischen pH-Wert von 7–8 die richtige Lage der Sonde an.

Die jeweilige Sonde wird in der Mitte des Nasenlochs fixiert, um Haut und Schleimhautulzerationen zu vermeiden (► Abb. 13.15). Auch eine Fixierung durch Annaht kann möglich sein (z. B. bei Verbrennungen im Gesicht).

Bei länger dauernder klinischer Ernährung (> 30 Tage) empfiehlt sich die Anlage

Abb. 13.15 Bei der Fixierung der Sonde ist darauf zu achten, dass die Ernährungssonde in der Mitte des Nasenlochs frei fixiert wird, sodass Ulzerationen an Haut und Schleimhäuten vermieden werden. (D. Stolecki)

von perkutanen Sonden, die gastral oder jejunal platziert werden.

Perkutan endoskopische Gastrostomie/Jejunostomie (PEG/PEJ)

Mittels endoskopischem Verfahren und Diaphanoskopie wird zwischen Magen bzw. Jejunum und Bauchdecke des Patienten eine künstliche Fistel geschaffen, über die eine Sonde platziert wird.

► **Kontraindikation.** Die Anlage einer PEG/PEJ ist kontraindiziert bei:
- schweren Gerinnungsstörungen
- ausgeprägter Peritonealkarzinose
- massiver Aszites
- Peritonitis
- schweren Psychosen

► **Vorbereitung.** Aufgrund des operativen Eingriffs, der im OP, der Ambulanz oder der Intensivstation erfolgen kann, ist eine schriftliche Einverständniserklärung erforderlich. Vorbereitend müssen Labor-

werte (Gerinnung, Thrombozyten) geprüft, die Keimreduktion im Mund-Rachen-Bereich durch eine desinfizierende Mundspülung vorgenommen und evtl. Zahnprothesen entfernt werden.

► **FKJ.** Bei vorhersehbarer langfristiger enteraler Ernährung und abdominalchirurgischem Eingriff kann ein Katheter (FKJ) im proximalen Anteil des Jejunums durch den Operateur platziert werden (Tunnelung eines Dünndarmsegments). Eine enterale (Teil-)Ernährung ist auf diesem Weg bereits wenige Stunden nach der Operation möglich.

13.5.4 Sondennahrung

Die Sicherung einer ausreichenden, bedarfsgerechten Ernährung bedingt eine genaue Bilanzierung der Inhaltsstoffe. Deshalb sollten ausschließlich industriell hergestellte, bilanzierte Diäten eingesetzt werden, die bzgl. ihrer Nährstoffzusammensetzung definiert sind (Richtlinie 1999/21/EG der Kommission vom 25. März 1999, zuletzt geändert durch Artikel 3 der Verordnung vom 23.10.2013 (BGBl. IS. 3 889).

Bedarfsdeckende bilanzierte Diäten

Bilanzierte Diäten beinhalten alle essenziellen und nicht essenziellen Ernährungsbausteine mit unterschiedlicher Energiedichte und sind kennzeichnungspflichtig. Ihre Nährstoff- und Energiegehalte sind exakt definiert und mit folgenden Hinweisen versehen:

- Form der Diät
- Zusammensetzung und Verteilung der Nährstoffe an Lipiden, Proteinen, Kohlenhydraten, Vitaminen, Mineralstoffen und Spurenelementen
- Benennung des Anteils ungesättigter Fettsäuren
- Identifizierung der verwendeten Eiweiße (Allergie)
- Angaben zur Energiedichte (die Kalorien- oder Energiedichte von bilanzierten Diäten beträgt i. d. R. 1 kcal/ml; es stehen jedoch auch hyperkalorische [1,5 bis 2,0 kcal/ml] sowie hypokalorische [0,75 kcal/ml] Nährlösungen zur Verfügung)
- Hinweise zur Mindesthaltbarkeit (die Lagerung hat bei Raumtemperatur zu erfolgen, d. h. 15–25° C)
- evtl. Warnhinweise wie z. B. Angaben zu Stabilisatoren (Allergie)
- Bezeichnung der Osmolarität
- Menge an enthaltenem Wasser

Merke

Der Begriff Osmolarität definiert alle in 1 l Lösung osmotisch wirksamen Moleküle und ist bei der Verwendung von Nährsubstraten wichtig für die Verträglichkeit der Substanz. Da die Körperflüssigkeit selbst eine Osmolarität von ca. 300 mosmol/l hat, kann bei Zufuhr hochkalorischer Diäten vermehrt Flüssigkeit in den Darm transportiert werden, um den Konzentrationsunterschied zu kompensieren. Die Folge ist nicht selten eine massive Diarrhö.

► **Formen.** Bilanzierte Diäten lassen sich in 2 große Gruppen unterteilen:

- nährstoffdefinierte Diäten
- chemischdefinierte Diäten

Nährstoffdefinierte Diäten (NDD)

Diese Kostform wird auch als Formula- oder hochmolekulare Diät bezeichnet und stellt praktisch die Standardernährung dar. Man unterscheidet normo- bzw. isokalorische Lösungen (1 kcal/ml) und hochkalorische Diäten (1 bis 2,0 kcal/ml).

Die Osmolarität für isoosmotische Sondenkost liegt mit 250–300 mosmol/l im physiologischen Bereich. Die Nährstoffe liegen in vollständiger, natürlicher Form und Relation vor (wie normale Mischkost). Die allgemeine Verteilung der Bausteine in handelsüblichen Diäten liegt etwa bei 40–60 % Kohlenhydrate zu 15–20 % Protein zu 30 % Fett (Beispiele: Fresubin, Biosorb Sonde, Nutrison, Jevity).

► **Kohlenhydrate.** Die Kohlenhydrate bestehen aus Mono-, Oligo- und Polysacchariden. In Standardnahrungen fehlen Ballaststoffe, diese können aber über spezielle Substrate angeboten werden.

► **Aminosäuren.** Der Bedarf an Aminosäuren wird gedeckt durch hochwertiges Milch- oder Sojaeiweiß bzw. einem Proteingemisch. Auch Fleischprotein oder Eiklar finden Verwendung.

► **Fettsäuren.** Der Fettanteil (Triglyzeride) ist eine unabdingbare wichtige Energiequelle. Die meisten Sondennahrungen bestehen zum größten Teil aus langkettigen Triglyzeriden (LCT: long chain triglicerid), die zumeist aus pflanzlichen Fetten mit einem hohen Anteil an ungesättigten Fettsäuren bestehen. Zur Verfügung stehen aber auch Substrate mit einer Mischung aus lang- und mittelkettigen Triglyzeriden (MCT). Die mehrfach ungesättigte Fettsäure Omega-3 (in Fischöl) sorgt für eine Reduktion von proinflammatorischen Metaboliten (Leukotriene, Thromboxane), womit immunologische Funktionen positiv beeinflusst werden. MCT sind leicht resorbierbar und sinnvoll bei Fettverdauungsstörungen (z. B. bei chronischer Pankreatitis), da diese rasch gespalten werden und als freie Fettsäuren über die Pfortader in die Leber gelangen.

NDD werden meist gastral oder duodenal appliziert.

Ballaststoffreiche hochmolekulare Diäten

Sie sind eine Untergruppe der hochmolekularen, nährstoffdefinierten Substrate, bei denen z. T. die Nährstoffe modifiziert sind und in speziellen Stoffwechselsituationen zum Einsatz kommen.

Ballaststoffe sind in der Ernährungstherapie indiziert, wenn die Resorptionsfläche ausreichend groß ist und der Patient über eine ausreichende Sekretion von Enzymen verfügt. In der Diabetesdiät sind sie unverzichtbar, um die Resorption von Glukose zu verzögern. Bei Patienten, die auf ballaststofffreie Diäten mit Durchfällen reagiert haben, kann sich eine Umstellung auf ballaststoffhaltige Varianten lohnen.

Chemisch definierte Diäten (CDD)

Diese Diäten, auch Elementardiät genannt, sind dadurch charakterisiert, dass

- nur noch mono- und niedermolekulare Einzelbestandteile der Nahrung enthalten sind (anstelle von Protein finden sich Oligopeptide und freie Aminosäuren, monomere Kohlenhydrate, MCT und essenzielle Fettsäuren),
- ihre vollständige Resorption ohne Verdauungsleistung bereits in den oberen Darmabschnitten erfolgt,
- die Lösungen ballaststofffrei sind und eine Osmolarität von > 500 mosmol/l haben.
- Die Energiedichte liegt bei 1 kcal/ml.

► **Indikationen.** Schwere Resorptions- und Digestionsstörungen (akuter Schub bei Morbus Crohn, Colitis ulcerosa oder massive Resektionen des Duodenums) sind Indikationen zur Nutzung von CDD.

In allen bilanzierten Diäten schützen hinzugefügte Mineralstoffe, Spurenelemente und Vitamine vor weiteren Defiziten und werden mit einer erhöhten Menge appliziert.

Spezielle Sondennahrungen

Um den Genesungsprozess des Patienten bei Nutzung herkömmlicher Diäten nicht zu behindern, werden auch stoffwechseladaptierte Diäten genutzt:

- **Respiratorische Insuffizienz:** Zur Optimierung des respiratorischen Quotienten und zur Verbesserung des Gasaustauschs können hypokalorische Diäten mit vermindertem KH-Anteil, aber erhöhtem Eiweiß- und Fettgehalt (fischölreich) angeboten werden, sodass die CO_2-Retention reduziert wird (z. B. Supportan/Fresenius).
- **Diabetes mellitus:** Diäten mit reduziertem KH-Anteil und vermehrt einfach ungesättigten Fettsäuren sollen den Insulinbedarf senken und den Zuckerhaushalt regulieren. Verschiedene Substrate sind mit Antioxidanzien und Fischöl angereichert, sodass es zu einer verzögerten Resorption von Kohlenhydraten kommt (z. B. Diben).
- **Leberinsuffizienz:** Aminosäureketten können durch die reduzierte Stoffwechselleistung der Leber nicht mehr verwertet werden, wodurch dem Organismus ein hoher Anteil an einfachen, sofort resorbierbaren Aminosäuren angeboten werden muss. Substrate dieser Art enthalten z. T. präbiotische Ballaststoffe, sind natriumarm, flüssigkeitsreduziert und hochkalorisch.
- **Niereninsuffizienz:** Mit speziellen eiweiß- und elektrolytarmen Diäten versucht man, den Wasser- und Elektrolyt- sowie den Säure-Basen-Haushalt zu steuern und gleichzeitig den Harnstoffspiegel zu senken. Diese Sondenkost ist hochkalorisch, enthält Fischöl und mittelkettige Triglyzeride und Ballaststoffe.
- **Immunschwäche:** Zur Optimierung der Immunabwehr können bei kritisch erkrankten Patienten auf der Intensivstation immunmodulierende Diäten mit Antioxydanzien wie Vitamin C und E, Selen, β-Carotin, Zink, essenzielle Aminosäuren (Arginin, Cystein, Glutamin) und Omega-3-Fettsäuren eingesetzt werden.

Homemade Sondenkost

Selbst angefertigte Sondennahrung (homemade) hat in der Ernährungstherapie und insbesondere auf Intensivstationen keine Relevanz (mangelnde Hygiene, mangelnde Standardisierung, zu hohe Flüssigkeitsbelastung).

13.5.5 Sichere Applikation von Sondennahrung

Die Applikation von Nährstoffen kann erfolgen als:
- Bolusapplikation
- kontinuierliche Applikation:
  - schwerkraftgesteuert
  - pumpengesteuert

Prüfen der Sondenlage

Für alle Applikationsformen muss die jeweilige Sondenlage täglich mehrfach, spätestens aber vor Sondenkostgabe überprüft werden. Sondendislokationen können sowohl bei gastraler als auch bei duodenaler bzw. jejunaler Lage durch Zug oder Peristaltik vorkommen. Die Überprüfung der Sondenlage erfolgt durch:
- Inspektion der Mundhöhle (im Rachen aufgerollt?)
- Auskultation und Insufflation von Luft (▶ Abb. 13.16)
- pH-Wert-Bestimmung

Lässt sich weder Luft insufflieren noch Magensaft aspirieren, kann die Sonde dislozIert, abgeknickt oder okkludiert sein. In allen Fällen ist zunächst die äußere Längenmarkierung zu beachten, die in der Dokumentation fixiert ist, um einen Aufschluss über eine mögliche Dislokation zu erhalten.

▶ **Dislokation.** Ist die Sonde dislozIert und kann nicht wieder replatziert werden, muss sie entfernt und durch eine neue Sonde ersetzt werden. Seltener finden sich abgeknickte Sonden, vielfach aber verstopfte Sonden.

▶ **Sondenokklusion.** Eine Verstopfung erfolgt häufig durch nicht ausreichende Spülungen nach Bolusgaben von Sondenkost, nach Applikation von Medikamenten oder durch fälschliche Verwendung von schwarzem oder gesüßtem Tee, von Früchtetees oder von Fruchtsäften. Eine Okklusion kann evtl. durch vorsichtige Injektion von warmen Wasser oder Mineralwasser, Cola oder einer Ascorbinsäurelösung und anschließender Aspiration beseitigt werden. Der Vorgang kann solange wiederholt werden, bis entweder die Sonde frei ist oder feststeht, dass sie gezogen werden muss.

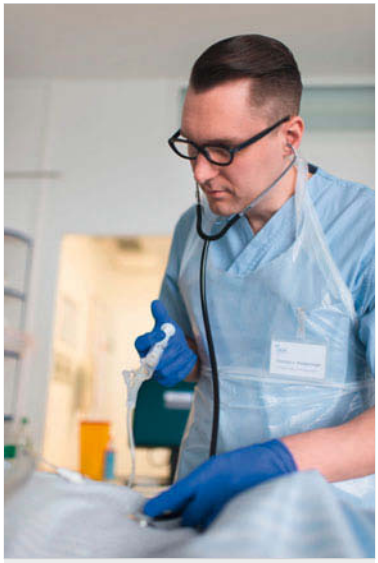


Abb. 13.16 Überprüfung der Sondenlage mittels Luftinsufflation.

Applikation von Sondenkost

Merke

Als Prinzip gilt: Je tiefer die Sonde platziert ist, desto niedriger muss die Applikationsrate und -geschwindigkeit sein.

Zwecks Aspirationsschutz sollte der Patient unter Beachtung von evtl. Kontraindikationen um 45° hochgelagert und diese Position noch mind. 30 min nach der Nahrungsgabe beibehalten werden. Gleichzeitig muss bei tracheotomierten/intubierten Patienten der Cuffdruck (S. 194) überprüft werden, um die Gefahr einer Aspiration durch Reflux zu minimieren.

Die Platzierung der Sonde sowie die materielle und personelle Ausstattung der Abteilung bedingen, ob die enterale Ernährung mittels Bolus oder kontinuierlich erfolgt.

Bolusapplikation

Die Bolusapplikation kommt ausschließlich bei präpylorisch platzierten Sonden zum Einsatz. Nach jeder Applikation wird die Sonde mit Wasser gespült und verschlossen.

▶ **Kontraindikation.** Bei duodenaler bzw. jejunaler Sonde ist die Bolusapplikation wegen der Gefahr eines Dumpingsyndroms kontraindiziert.

▶ **Zu beachten.** Wenn überhaupt sollte die Bolusapplikation nur bei einer vorhersehbaren Zeit von bis zu 7 Tagen der künstlichen Ernährung angewendet werden und immer mit einer nächtlichen Ruhepause einhergehen.

Im Sinne eines Stufenschemas sollte die Dosierung langsam einschleichend beginnen und bis zu einer maximalen Dosierung von 50/100 ml (duodenal/jejunal) bis 250 ml (gastral) gesteigert werden.

▶ **Nachteile.** Die Nachteile der Bolusapplikationen können mit Völlegefühl, Übelkeit und Erbrechen, Gefahr der Regurgitation und Aspiration, potenzieller bakterieller Kontamination und einem höheren Zeitaufwand zusammengefasst werden.

Merke

Für die Applikation von 250 ml werden mind. 20 min benötigt, um die Gefahr von Völlegefühl, Erbrechen und Regurgitation zu minimieren. In Folge aller Nachteile gehört die Bolusapplikation v. a. in der Intensivtherapie der Vergangenheit an!

Kontinuierliche Applikation

Eine kontinuierliche Verabreichung von Sondenkost ist sowohl bei prä- als auch bei postpylorisch platzierten Sonden möglich bzw. sinnvoll.

Schwerkraftapplikation

Fertignahrung in Flaschen oder Beuteln wird mit speziellen Überleitsystemen nach dem Prinzip der Infusionstechnik gekoppelt und an die Ernährungssonde angeschlossen.

Die Tropfgeschwindigkeit ist dabei allerdings nur ungenau. Bei gastral platzierten Sonden bedingen der intraabdominelle Druck und die Lage des Patienten die Zufuhrgeschwindigkeit, sodass ggf. die Zufuhr auch vollständig stagnieren kann. Im Sinne einer bedarfsgerechten Ernährungstherapie ist es inzwischen obligat, ausschließlich auf eine pumpengesteuerte Applikation zu verweisen. Zur hygienischen Handhabung siehe Kap. „Prävention nosokomialer Infektionen“ (S. 364).

Pumpengesteuerte Applikation

Aus den eben besprochenen Gründen und aufgrund fehlender Reservoirkapazität bei duodenal oder jenunal platzierten Sonden ist eine exakte Dosierung durch pumpengesteuerte Applikation erforderlich. Indiziert ist diese Applikationsform bei einer wahrscheinlichen Dauer der Ernährung > 7 Tagen. Eine frühe enterale Ernährung kann bereits nach 12 h gestartet werden.

► **Zufuhrgeschwindigkeit.** Nach einem einschleichenden Start der Ernährung mit bis zu 20 ml/h kann die anfängliche Zufuhrrate (unter Ausbleiben von Problemen) alle 4 h um 20 ml/h bis zur gewünschten Förderrate gesteigert werden.

Überwachen der enteralen Ernährung

Die enterale Ernährung fordert eine spezifische Überwachung. Da alle Sondenkostarten auch Wasser enthalten, sollten die enthaltenen Mengen im Rahmen der Bilanzierung berücksichtigt werden. Dazu ist eine tägliche Kontrolle des

- Abdomens (Motilität, Meteorismus) durch Auskultation,
- Stoffwechsels (Laborparameter wie Blutzucker, Stickstoff, Kretinin, Lipide, Triglyzeride, Eiweiß/Aminosäuren, Vitamine, Spurenelemente, Elektrolyte) und
- Refluxes notwendig.

Ggf. ist eine Anpassung der Zufuhrrate erforderlich. Treten Komplikationen auf, müssen die Ursachen eruiert werden.

13.5.6 Komplikationen vermeiden

Die enterale Ernährung eines Patienten stellt eine komplexe Pflegesituation dar und bedarf einer entsprechenden Einstellung dazu (keine Bagatelle!). Folgende Komplikationen können auftreten:

- Reflux
- Übelkeit, Erbrechen
- Regurgitation, Aspiration
- Ernährungspause, Bauchlage
- Diarrhö
- bakterielle Kontamination
- Haut- und Schleimhautläsionen, Druckulzera
- Durst, Soor, Parotitis
- Dumping-Syndrom
- Obstipation
- Tube-feeding-Syndrom (S. 336)

Reflux

Bedingt durch Motilitätsstörungen des GIT oder einer zu großen Menge an zugeführter Nahrung kann es zum Reflux und damit zur Aspiration von Mageninhalt kommen. Um die quantitative Verwertung der Sondenkost zu überprüfen, wird eine Refluxkontrolle durchgeführt. Dazu stehen 2 Verfahren zur Verfügung, denen bisher keine Evidenz zugeordnet wird:

- Refluxkontrolle mit Sondenbeutel oder
- mit Blasenspritze.

► **Refluxkontrolle mittels Sondenbeutel.** Diese erfolgt anfänglich alle 4 h während der Aufbauphase. In dieser Phase sollte die Sondenkost nur für die Zeit der Überprüfung angehalten werden, damit ausreichend Zeit bleibt, um die berechnete Kalorienzahl zuführen zu können. Als Toleranzwert für den Reflux gilt, dass nicht mehr als die doppelte Menge der Laufrate abfließen sollte. Ergibt sich eine Refluxmenge jenseits des Toleranzwertes, sollte keine Steigerung der Laufrate, dafür eine weitere Kontrolle nach 4 h erfolgen. Bleibt es bei einem entsprechend hohen Reflux, so sollte die Laufgeschwindigkeit um eine Stufe zurückgestellt werden.

► **Refluxkontrolle mit Blasenspritze.** Mittels Blasenspritze wird aktiv in der kurzen Ernährungspause ein Sog ausgeübt. Auch hier gelten die Toleranzwerte der eingestellten Laufgeschwindigkeiten. Ist die aspirierte Menge kleiner als der Toleranzwert, kann Nahrung mit der vorgesehenen Steigerungsrate weiter appliziert werden. Erreicht das Aspirationsvolumen den Toleranzwert von ~ 100 ml, sollte keine Erhöhung der Laufrate vorgenommen werden.

► **Optimierung des Flusses.** In beiden Fällen kann man über eine Verdünnung der Sondenkost mit Wasser nachdenken. Wird diese 1:1 verdünnte Sondenkost entsprechend transportiert und der Reflux bleibt unterhalb des Toleranzwertes, so kann die Zufuhrgeschwindigkeit wieder nach oben angepasst werden. Ansonsten können Prokinetika (Erythromycin, MCP) in Erwägung gezogen werden, wenn momentan keine Steigerung der Zufuhr möglich ist.

Übelkeit, Erbrechen

Eine zu hohe Osmolarität, eine zu große Zufuhr von Sondenkost bei häufig gleichzeitig vorliegender Oberbauchatonie sowie die bakterielle Kontamination von Kost und Überleitsystem können verantwortlich sein für Nausea und Erbrechen. Mögliche Interventionen beinhalten

- pharmakologische Optimierung der gastralen Motilität und der Darmperistaltik,
- Reduktion der Kostmenge,
- bei evtl. Bolusgaben unbedingt Übergang auf eine kontinuierliche Applikation,
- ggf. die Anlage einer neuen Sonde (jejunal),
- das Überdenken der gewählten Diät.
- Falls nicht anders möglich, ist evtl. eine kurzfristige Umstellung auf eine parenterale Ernährung notwendig.

Regurgitation, Aspiration

In diesem Kontext kann es zur Regurgitation und zur Aspiration kommen. Die Aspiration führt zunächst zu einer Verlegung der Atemwege, dann zu Atelektasen. Hat der Patient eine Menge von 0,4 ml/kg KG (bei 70 kg also nur rund 30 ml) aspiriert und hat das Aspirat einen pH-Wert zwischen 1.7 und 2,5, so führt diese chemische Schädigung zu einer Pneumonie und ggf. zu einem akuten Lungenversagen (ARDS).

► **Symptome.** Zu den Symptomen gehören:

- endobronchiales Absaugen von Sondenkost
- Abfall der Sauerstoffsättigung
- Zyanose
- Rasselgeräusche
- Bronchospasmus

► **Maßnahmen.** Wesentliche Maßnahmen sind hier:
- Magensonde entfernen.
- Ausreichende Oxygenierung gewährleisten.
- Aspirat gezielt bronchoskopisch absaugen.
- Ggf. auftretenden Bronchospasmus behandeln.
- Antibiotikatherapie durchführen.

Merke

Keine blinde Absaugung und v. a. keine Lavage durchführen, da die Lunge durch tiefer geschobene oder gespülte Aspirate noch mehr geschädigt werden kann.

Praxistipp

Prophylaktisch sind Oberkörperhochlagerung und ein ausreichender Cuffdruck zu berücksichtigen.

Bei aspirationsgefährdeten Patienten kann man die Sondennahrung mit blauer Lebensmittelfarbe färben, sodass eine mögliche Aspiration dadurch leichter erkannt werden kann.

Ernährungspause/Bauchlage

Während der enteralen Ernährung mit Sondenkost sollten keine Routinepausen vorgenommen werden. Lediglich Übelkeit/Erbrechen sowie diagnostische und therapeutische Interventionen bilden eine Ausnahme.

Bei massiven Oxygenierungsstörungen wie etwa beim ARDS (S. 468) werden Patienten nicht selten in die Bauchlage gebracht, was vielerorts zu einer Unterbrechung der enteralen Ernährung führt. Noch immer belegt keine Studie, dass während einer Bauchlage die kontinuierliche enterale Ernährung gestoppt werden muss. Bei höheren Refluxmengen kann die Zufuhrgeschwindigkeit um 50 % reduziert werden. Sprechen keine hämodynamischen Parameter dagegen, kann das Bett zwecks Aspirationsprophylaxe in eine schiefe Ebene (fußtief) gebracht werden.

Diarrhö

Durchfälle gehören zu den häufigsten Problemen der enteralen Ernährung und haben vielfältige Ursachen, die in ▸ Tab. 13.5 dargestellt sind.

Bakterielle Kontamination

Merke

Sondenkost ist ein fantastischer Nährboden für das Wachstum von Keimen, sodass die bakterielle Besiedlung von Überleitsystem und Nährlösung noch immer zu den häufigsten Ursachen einer „Unverträglichkeit“ von Sondenkost gehört.

► **Maßnahmen.** Zu den einfach zu handhabenden, aber einzuhaltenden Regeln gehören:
- Generell nur sterile (industriell gefertigte) Sondennahrungen verwenden.
- Wischdesinfektion der Arbeitsfläche vor Zubereitung der Nährsubstanz, Händedesinfektion vor jeder Manipulation am Ernährungssystem durchführen.

Tab. 13.5 Ursachen von Diarrhöen und mögliche Maßnahmen.

mögliche Ursachen	mögliche Maßnahmen
patientenbedingt	
Malassimilation (z. B. durch Darmresektion, Gallensäuremangel, Pankreasinsuffizienz)	• niedermolekulare Oligopeptiddiäten nutzen
Infektionen im GIT (z. B. Darminfektion)	• Infektion nach Erregernachweis (Salmonellose, Chlostridien usw.) behandeln
Natriummangel	• Natrium (1,5 g NaCl/Tag) unter Beachtung der klinischen und metabolischen Situation des Patienten substituieren • Flüssigkeitszufuhr kontrollieren
Hypalbuminämie	• eiweißreiche Substrate, ggf. niedermolekulare Oligopeptiddiät-Substrate (< 3 g/dl) verabreichen oder Nahrung parenteral substituieren
Allergie/Laktoseintoleranz (Milchzucker) oder Milcheiweißunverträglichkeit	• Allergieanamnese erheben, auf andere Sondenkost umstellen • laktosefreie bzw. milcheiweißfreie Nahrung applizieren
applikationsbedingt	
Osmolarität der Sondenkost zu hoch?	• Lösungen mit physiologischer Osmolarität wählen (< 300 mosml/l) • Rücksprache mit Arzt halten!
Laktosegehalt der Sondennahrung zu hoch, Laktoseintoleranz?	• laktosearme bzw. -freie Nahrung wählen
Mangel an Ballaststoffen?	• ballaststoffreiche Lösungen wählen
zu große Mengen, zu schnelle Zufuhr?	• auf Bolusgabe verzichten • Nahrung kontinuierlich über Ernährungspumpe verabreichen • Zufuhrgeschwindigkeit reduzieren
Lösung zu kalt?	• Nahrung auf Raumtemperatur erwärmen
verunreinigte Überleitsysteme, Beutel?	• nur geschlossene Systeme im vorgesehenen Zeitintervall verwenden (< 24 h)
bakterielle Kontamination der Nährlösung?	• angebrochene Flaschen innerhalb von 8 h verbrauchen
medikationsbedingt	
Antibiotika	• Darmflora mittels Hefepilz substituieren
Antazida	• Indikation für Antazidum prüfen, ggf. verzichten
Zytostatika	• ggf. niedermolekulare Diät einsetzen

- Nährlösungen vor Sonne geschützt lagern und applizieren.
- Angebrochene Sondenflaschen verschlossen im Kühlschrank lagern und spätestens nach 24 h verbrauchen oder verwerfen.
- Nur stilles Mineralwasser (frisch abgefüllt) zur Flüssigkeitssubstitution bzw. Spüllösung bei Medikamentenapplikationen nutzen.
- Aufbewahrungsgefäße nach jeder Verwendung thermisch aufbereiten oder verwerfen.
- Mörser mind. einmal täglich thermisch oder chemisch aufbereiten.
- Blasenspritzen als Applikationssystem nur einmalig verwenden und nach Gebrauch verwerfen.
- Überleitsysteme nach 24 h erneuern.

Haut- und Schleimhautläsionen, Druckulzera

Ernährungssonden indizieren das Problem von Haut- und Schleimhautläsionen bis hin zu Druckulzera (auf freie Fixierung der Sonde in Nasenhöhle achten, s. ▶ Abb. 13.15). Ist die Sonde z. B. im rechten Nasenloch platziert, sollte das zu- oder ableitende System auf der gleichen Seite platziert sein (kein Zug auf das Nasenseptum – Gefahr der Drucknekrose!).

Die Verwendung von Schaumstoffringen hilft zwar Druck auf Nasenflügel und -scheidewand zu vermeiden, bedingt aber auch eine regelmäßige Kontrolle und Reinigung (Schaumstoff erhärtet durch abfließende Sekrete – Gefahr der Sinusitis!).

Bei einer PEG muss im Rahmen des täglichen Verbandwechsels eine regelmäßige Mobilisation von innerer und externer Halteplatte erfolgen. Unterlässt man das, besteht die Gefahr, dass die innere Platte einen extremen Druck auf die Magenwand ausübt und zu Druckulzerationen führt, was als Buried-Bumper-Syndrom bezeichnet wird.

Durst, Soor, Parotitis

Durch den Ausschluss des oberen Verdauungstraktes gehört die Aufrechterhaltung einer gesunden Mundflora subjektiv und objektiv zu den vorrangigen Zielen der pflegerischen Intervention (Befeuchtung und Mundpflege), insbesondere auch im Sinne einer Pneumonieprophylaxe.

Mundtrockenheit, extremes Durstgefühl und schlechter Geschmack sind unnötige Folgen einer notwendigen künstlichen Ernährung. Die Wahl der Mundpflegemittel sollte, wenn immer möglich, individuell auf den Geschmack des Patienten abgestimmt sein. Siehe hierzu Kap. Mundpflege (S. 266).

Dumping-Syndrom

Definition

Das Dumping-Syndrom ist eine sog. Sturzentleerung von flüssiger oder fester Nahrung aus dem Magen in das Duodenum.

▶ **Ursache.** Aufgrund einer Störung der Reservoirfunktion des Magens (z. B. nach Magen-OPs) füllt sich das obere Darmsegment mit hyperosmolarer Nahrung. Dadurch gelangt vermehrt Flüssigkeit aus dem Plasma in den Darm, womit das Plasmavolumen um bis zu 30 % gesenkt werden kann. Man unterscheidet das Früh- und Spätdumping-Syndrom.

▶ **Symptome**

- Frühdumping:
  - Druckgefühl im Oberbauch
  - Übelkeit, Erbrechen
  - Blässe, Schweißausbruch
  - Singultus
  - Kreislaufdepression
- Spätdumping:
  - erst Blutzuckeranstieg, dann Hypoglykämie
  - Zittern
  - Herzrhythmusstörungen

▶ **Maßnahmen.** Zur Vermeidung dieser Komplikation sollte bei enteraler Ernährung eine isotone Nährsubstanz gewählt und via Pumpe appliziert werden.

Obstipation

Ebenso wie eine Diarrhö zu vermeiden ist, gehört auch die Obstipationsprophylaxe zu den notwendigen Interventionen bei der enteralen Ernährungstherapie. Unter der Berücksichtigung von Grunderkrankungen können abführende Maßnahmen anhand eines Stufenschemas eingeleitet werden. Sollten Gaben von isoosmotischen Laxanzien wie z. B. Macrogol (binden Wasser, reduzieren Salzverlust) nicht ausreichen, kann in zweiter Instanz ein Einlauf hinzugefügt werden. Die zusätzliche Applikation eines stimulierenden Laxanzes wie Natriumpicosulfat (z. B. Dulcolax) fördert die Darmbewegungen und die Ansammlung von Wasser und Elektrolyten im Darm. Last but not least können auch die Peristaltik fördernde Prokinetika wie Neostigmin eingesetzt werden.

Tube-feeding-Syndrom

Das Tube-feeding-Syndrom stellt eine besondere Komplikation der enteralen Ernährung dar und führt zu einer Niereninsuffizienz. Verantwortlich dafür ist die Applikation einer hyperosmolaren Sondenkost, womit dem Körper vermehrt Flüssigkeit entzogen und in den Dünndarm geleitet wird. Bei parallel fehlender Flüssigkeitssubstitution ergibt sich daraus eine hypertone Dehydratation mit Hypernatriämie. Zeitgleich nehmen die Osmolalität und das spezifische Gewicht des Harns zu.

Die Beachtung der Osmolalität der Sondenkost bei guter Flüssigkeitsbilanzierung hilft, das Problem zu vermeiden. Ist das Syndrom bereits eingetreten, wird die enterale Ernährung unterbrochen und parallel vermehrt Flüssigkeit infundiert.

13.5.7 Medikamentengabe über Sonde

Die Zielsetzung der via Sonde applizierten Medikamente unterscheidet sich nicht von oral verabreichten Pharmaka, wobei die Wirksamkeit nicht verändert werden darf. Folglich ist zu prüfen, ob das Pharmakon

- stabil gegen verdauungswirksame Enzyme und Magensäure ist,
- resorbierbar ist,
- gegen andere Pharmaka austauschbar ist, falls eine Wirkänderung angenommen werden muss.

Flüssige Arzneimittel sollten gegenüber festen Pharmaka bevorzugt eingesetzt werden. Kleinlumige Sonden (CH 5–9) okkludieren schneller als großlumige (CH 12–20). Zu beachten sind folgende Prinzipien:

- Vor der Applikation Zufuhr von Sondenkost stoppen und Sonde mit ausreichend (30–60 ml) Wasser spülen (nach jedem Medikament – Gefahr einer veränderten Wirkung). Bei Volumenproblemen ggf. weniger Flüssigkeit verwenden.
- Tabletten erst unmittelbar vor der Applikation einzeln zermörsern und in Wasser gelöst über die Sonde applizieren (Galenik beachten!).
- Da das Eiweiß der Nahrung im direkten Kontakt mit Medikamenten gerinnt und zu einer Okklusion führen kann, Medikamente weder mit der Nahrung vermischen, noch im Überleitsystem während des Zuspritzens mit Nahrung in Kontakt bringen (veränderte Bioverfügbarkeit).

13.5.8 Infusionstherapie und parenterale Ernährung

Ist eine enterale Ernährung nicht oder nicht ausreichend realisierbar, ist eine Indikation zur partiell unterstützenden oder vollständig und bedarfsdeckenden parenteralen Nutrition gegeben (TPN).

Zur Verfügung stehen Nährstoffe und Substrate in wasserlöslicher, für die Gewebe und Organe in direkt verwertbarer Form, die individuell auf die Bedürfnisse des Patienten zugeschnitten appliziert werden können.

Neben Nährstoffen ist v. a. auch auf eine ausreichende Flüssigkeits- und Elektrolytzufuhr zu achten. Da es sich bei diesen Lösungen um Arzneimittel und nicht um Lebensmittel handelt, unterliegt die parenterale Ernährung dem Arzneimittelgesetz.

Wasser- und Elektrolythaushalt korrigieren

Ein funktionierender Stoffwechsel ist abhängig von einem ausgeglichenen Wasser- und Elektrolythaushalt, die eine unzertrennliche Einheit bilden (▶ Abb. 13.17). Ein gesunder Organismus reguliert seinen Bedarf allein. Kritisch Erkrankte bedürfen einer sorgfältigen Infusionstherapie mit der Zielsetzung der Stabilisierung und ggf. der Wiederherstellung der vitalen Funktionen. Dazu gehören unabdingbar:

- **Isovolämie:** Konstanthaltung des physiologisches Flüssigkeitsvolumens
- **Isohydrie:** Konstanthaltung der Wasserstoffionenkonzentration/pH-Wert
- **Isoionie:** Konstanthaltung der Elektrolytkonzentration
- **Isotonie**: Konstanthaltung des osmotischen Drucks

Der Gesamtwassergehalt des Körpers verteilt sich primär auf 2 Kompartimente (Teilräume), zwischen denen ein permanenter Austausch von Wasser stattfindet:

- intrazellulärer Raum (60 %)
- extrazellulärer Raum (40 %): intravasaler und interstitieller Raum

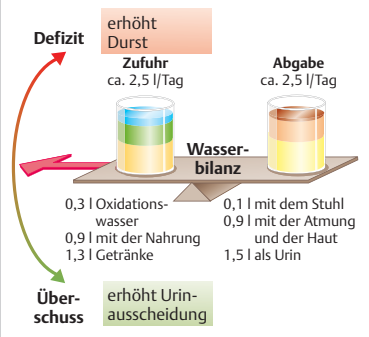


Abb. 13.17 Wasserbilanz des Körpers. Die tägliche Zufuhr und Abgabe von Wasser beträgt ca. 2,5 l. (Schewior-Popp, Sitzmann, Ullrich: Thiemes Pflege, 12. Aufl. 2012)

Pathophysiologisch kann sich ein sog. dritter Raum (third space) bilden wie Peritonealraum(z. B. bei Aszites) und Pleura (Erguss), in den Wasser in großen Mengen sequestriert, dem Regelkreis also entzogen wird und so für eine Hypovolämie sorgt.

Wasser und kleine Ionen (Natrium, Kalium) diffundieren vom interstitiellen in den intravasalen Raum und umgekehrt. Während Wasser leicht die Grenze zwischen extrazellulärem und intrazellulärem Raum überwindet, ist es für kleine Ionen schwerer. Für größere Moleküle (Eiweiße und künstliche Kolloide) stellt die Gefäßmembran eine Barriere dar. In jedem physiologischen Kompartiment besteht eine Elektroneutralität. Das bedeutet, dass gleich viele Anionen wie Kationen zu finden sind.

Störungen des Elektrolythaushalts

Die wichtigsten Elektrolyte sind:

- Natrium
- Kalium
- Magnesium
- Kalzium
- Chlor
- Phosphat

▶ Tab. 13.6 verdeutlicht mögliche Störungen des Elektrolythaushalts.

Flüssigkeitsbilanz

Bei kritischen Erkrankungen kann es zu erheblichen Störungen der Homöostase kommen, sodass bei einer Infusionstherapie der Erhaltungs- und der Korrekturbedarf in der Bilanzierung zu berücksichtigen sind.

Die Bilanz beschreibt die Relation von aufgenommener zu ausgeschiedener Substanz in einem bestimmten Zeitintervall. Sie ist ausgeglichen, wenn Elektrolyte und Wasser sowohl im intra- als auch im extrazellulären Raum physiologischen Kriterien entsprechen. Der tägliche Flüssigkeitsbedarf unter gesunden Bedingungen wird in Abhängigkeit vom Alter mit 20–40 ml/kg Körpergewicht angenommen.

Erhaltungsbedarf

Definition

Unter einem Erhaltungsbedarf versteht man die Menge an Flüssigkeit und Elektrolyten, die die Homöostase des Wasser- und Elektrolythaushaltes aufrechterhält. Er setzt sich zusammen aus dem Basisbedarf und dem zu korrigierenden Basisbedarf.

▶ **Zu korrigierender Basisbedarf.** Zu diesem Korrekturwert gehören Verluste aus

- renaler Ausscheidung,
- Drainagemenge,
- Darmausscheidungen (Diarrhöen),
- Perspiratio insensibilis (Haut und Lunge).

Sind bereits Störungen der Homöostase eingetreten, muss die fehlende Flüssigkeit zum Erhaltungsbedarf addiert werden. Störungen des Flüssigkeitshaushaltes und der Osmolarität können sehr unterschiedliche Ursachen haben und müssen unterschiedlich therapiert werden. Verschiedene Hydratationsformen, ihre Ursachen, Symptome und Therapien sind in ▶ Tab. 13.7 u. ▶ Tab. 13.8 dargestellt.

Infusionslösungen

Infusionslösungen werden aufgrund ihrer Osmolarität unterschieden in:

- **isostone Lösungen:** ca. 300 mosmol/l
- **hypotone Lösungen:** ca. 270 mosmol/l
- **hypertone Lösungen:** > 310 mosmol/l

Während elektrolythaltige und -freie Lösungen zur Bilanzierung des Wasser- und Elektrolythaushaltes beitragen, sind für den schnellen Volumenausgleich bei großen Volumenmangelzuständen Plasmaexpander (Albumin, Stärke, Gelatine) erforderlich (▶ Tab. 13.9). Diese auch als Kolloide bezeichneten Lösungen binden durch ihren kolloidosmotischen Druck Wasser an sich und führen zu einer schnellen Volumenzunahme.

Perioperative Veränderungen

In Belastungssituationen kann es durch Ausschüttung von Stresshormonen (ADH, Aldosteron) zu Natrium- und Wasseranreicherungen kommen. Umgekehrt führt Relaxierung durch Erschlaffung der Skelettmuskulatur in den peripheren Venen zu einem Volumendefizit. Ebenso verhält es sich bei der Zunahme der Gefäßpermeabilität im Kapillarbereich (capillary leakage syndrome). Eiweißstoffe treten aus dem Plasma ins Interstitium und ziehen Wasser mit sich, da Wasser aufgrund des kolloidosmotischen Drucks in den interstitiellen Raum strömt.

Die jeweilige Therapie orientiert sich an hämodynamischen (HF, RR, ZVD, PAP) und Laborparametern (Hb, Hk, Elektrolyte). Gemäß der Grundregel „so wenig Wasser wie möglich, aber so viel wie nötig“ sollte die Bilanz so ausgeglichen wie möglich sein.

Tab. 13.6 Elektrolytstörungen.

Elektrolyt/Funktion	Elektrolytmangel	Elektrolytüberschuss
Natrium • wichtigstes osmotisch wirksames Kation des extrazellulären Raumes (EZR) • verantwortlich für Tonizität des EZR • mitverantwortlich für Auslösen von Aktionspotenzialen	**Hyponatriämie** • arterielle Hypertonie und Minderperfusion bei Hypovolämie • neurologische Störungen wie Emesis, Apathie bis Koma, Krampfneigung • periphere, pulmonale und interstitielle Ödeme durch Hypervolämie • trockene Haut und Schleimhaut	**Hypernatriämie** • bei intrazellulärer Dehydratation zerebralvenöse Thrombosen • Lethargie bis Koma • Nausea, Emesis, Tremor, Muskelspasmen • Hypotension bei ausgeprägtem Volumenmangel
Kalium • als Gegenspieler zum Na wichtigstes Kation (98 %) im intrazellulären Raum (IZR) • verantwortlich für Reizübertragung an Muskelzellen (Repolarisation) • beteiligt an Proteinsynthese und Verwertung von KH	**Hypokaliämie** • metabolische Alkalose • kardiale Störungen (Extrasystolie, Tachykardie, T-Negativierung) • intestinale Atonie (Obstipation)	**Hyperkaliämie** • kardiale Störungen: AV-Blockierungen, Kammerflimmern • neurologische Störungen wie Müdigkeit, Lethargie, Verwirrung, Parästhesien, Muskelschwäche, -krämpfe, • gastrointestinale Störungen: Nausea, Emesis, Diarrhö, Kolliken
Magnesium als wichtiger Aktivator vieler Enzyme beteiligt an: • neuraler Erregungsübertragung • Synthese von Proteinen • Förderung der Fibrinolyse	**Hypomagnesämie** • intestinale Störungen (Nausea, Emesis) • zerebrale Störungen (Kopfschmerzen, Depression, Krämpfe, Erregbarkeit, Hyperreflexie) • kardiale Störungen (Herzrhythmusstörungen)	**Hypermagnesämie** • Hypotonie • Atemlähmung, Koma • Nausea, Emesis, Magen-Darm-Atonie bis Ileus
Kalzium • beeinträchtigt die neuromuskuläre Erregbarkeit • beeinträchtigt die Regulation des Gefäßtonus • beeinträchtigt Mikrozirkulation und Permeabilität des Endothels • ist beteiligt an Aktivierung der Blutgerinnung	**Hypokalzämie** • Muskelkrämpfe, Tetanie, • Parasthesien • metabolische Alkalose • kardiale Störungen (Extrasystolie, Tachykardie, T-Negativierung) • Herzinsuffizienz, Asystolie • intestinale Atonie (Obstipation)	**Hyperkalzämie** • kardiale Störungen: AV-Blockierungen, Kammerflimmern • neurologische Störungen wie Müdigkeit, Lethargie, Verwirrung, Parästhesien, Muskelschwäche, -krämpfe, • gastrointestinale Störungen: Nausea, Emesis, Diarrhö, Kolliken
Chlor • wichtigstes Anion des intravasalen Raumes • Mitspieler bei Erregbarkeit von Zellmembranen	**Hypochlorämie** • allgemeine Schwäche • verstärkte neuromuskuläre Erregbarkeit	**Hyperchlorämie** • bei intrazellulärer Dehydratation zerebralvenöse Thrombosen • Lethargie bis Koma • Nausea, Emesis, Tremor, Muskelspasmen • Hypotension bei ausgeprägtem Volumenmangel
Phosphat • wichtigstes intrazelluläre Anion • essenziell für Kohlenhydrat-, Protein- und Lipidstoffwechsel • dient als Puffersubstanz für Säure-Basen-Haushalt	**Hypophosphatämie** • hämatologische Störungen: ventrikuläre Tachykardien, hämolytische Anämien, reduzierte O_2-Abgabe • neuromuskuläre Störungen: Muskelschwäche, Bewusstseinsstörungen, Krampfanfälle, Kontraktilität des Diaphragmas ↓ • ATP-Mangel	**Hyperphosphatämie** • Symptome sind ähnlich einer Hypokalzämie: • Ca ↓; • Nausea, Emesis, Muskelkrämpfe, Tetanie, Herzrhythmusstörungen

13.5.9 Parenterale Ernährung

Die Indikationen zur parenteralen Ernährung lassen sich in 3 Kategorien zusammenfassen:

1. Malnutrition infolge von Malassimilation (ungenügende Verwertung der Nahrung, z. B. bei schwerer Pankreasinsuffizienz)
2. Hypermetabolismus mit Katabolie des Proteinstoffwechsels mit akuten Erkrankungen wie Sepsis, akutem Nierenversagen, schwerem Trauma oder Intoxikation
3. Entlastungen oder Transportstörungen des Gastrointestinaltraktes.

Diese Form der Ernährung kann partiell oder vollständig erfolgen, wozu nachfolgende Lösungen gewählt werden können:

- Kombinationslösungen
- All-in-one-Lösungen
- Monokomponentenlösungen (einzelne Bausteine)

Kombinationslösungen

Die i. d. R. hypokalorischen Kombinationslösungen enthalten in 2-Kammer-Beuteln Kohlenhydrate, Aminosäuren und Mineralstoffe und können peripher venös appliziert werden.

All-in-one-Lösungen

Diese in Drei-Kammer-Beuteln befindlichen Lösungen enthalten zusätzlich auch Fett. Nach Durchmischung der Lösungen unmittelbar vor Applikation werden sie zentralvenös appliziert. Während dieses System aufgrund eines geringeren Materialverbrauchs kostengünstig ist, gestaltet sich die Steuerung der enthaltenen Nährsubstanzen eher schwieriger.

Tab. 13.7 Formen der Dehydratation.

	isotone Dehydratation	hypotone Dehydratation	hypertone Dehydratation
Definition	• Wasser und Natrium sind im Extrazellularraum relativ gleich • normale Serumosmolarität 270–290 mosmol	• verkleinerter Extrazellularraum • der Salzverlust ist größer als der Wasserverlust • Reduktion der Serumosmolarität < 270 mosmol • Überwässerung der Zellen durch Verschiebung von Flüssigkeit aus dem hypotonen Extrazellular- zum hypertonen Intrazellularraum	• Wassermangel im Intra- und Extrazellularraum bei gleichzeitiger Erhöhung der Serumosmolarität > 290 mosmol
Ursachen	• Verlust isotoner Flüssigkeit im GIT bedingt durch Diarrhö, Emesis oder Ileus • Verluste in den dritten Raum durch Aszites, Peritonitis	• Salzverluste bei Nebennierenrinden- und chronische Niereninsuffizienz • Spülungen des Gastrointestinaltraktes mit elektrolytarmen Lösungen	• mangelnde Zufuhr von Wasser • Verlust hypotoner Flüssigkeit wie bei Polyurien, Diabetes insipidus, diabetisches Koma, Fieber, Transpiration, Diarrhö
Symptome Stadium I	• orthostatische Dysregulation • Tachykardie • Müdigkeit, Durst • Oligurie • spez. Gewicht ↑	• allgemeines Krankheitsgefühl mit Schwindel • Abgeschlagenheit • Turgor ↓	• extremer Durst • Oligurie
Symptome Stadium II	• Emesis • Apathie • Hypotonie auch im Liegen	• Bewusstseinsstörungen • Emesis • Kreislaufdepression auch im Liegen (Tachykardie, Hypotonie) • Zyanose • Fieber • Oligurie • spez. Gewicht ↑	• zusätzlich allgemeines Krankheitsgefühl • trockene Haut und Schleimhäute • evtl. Fieber
Symptome Stadium III	• Hypotonie < 90 mmHg • Bewusstseinstrübung bis Koma, Schock	• Bewusstlosigkeit • Schock	• Bewusstseinsstörungen • Hypo-, Hypertonie,
Labor	• Na und Osmolarität im Plasma normal • im Urin Na ↓ • HK, HB ↑	• HB, KH ↑ • Na und Plasmaosmolarität ↓ • Anstieg des Rest-Stickstoffs im Urin	• Hb, Hk, Eiweiß, Na, Plasmaosmolarität ↑ • Cave: trotz schwerer hypertoner Dehydratation kann HK täuschend hoch sein (Volumen der Erythrozyten ↓
Therapie	• Stadium I u. II: Infusion isotoner Elektrolytlösungen • Stadium III: Infusion von kolloidalen Lösungen	• langsamer Ausgleich der Hyponatriämie mittels Vollelektrolytlösungen • Cave: Wasserentzug bei zu schneller Substitution	• langsamer Ausgleich mit isotonen, Voll- oder ⅔-Elektrolytlösungen in Abhängigkeit der Beeinflussung • bei Diabetes insipidus elektrolytfreie Lösungen • Cave: Gefahr des Hirnödems bei zu schneller Na-Senkung

Monokomponentenlösungen (Nährstofflösungen)

Kohlenhydrate (KH)

Die Energie der KH ist kurzfristig abrufbar, aber auch schnell erschöpft. Die Aufrechterhaltung der Glukosehomöostase ist essenziell, da Blutzellen, nervaler Stoffwechsel und Nierenmark nur aus Glukose ihre Energie beziehen. KH sind beteiligt an Entgiftungsvorgängen und an der Synthese von Aminosäuren. Die Struktur der KH besteht aus Molekülketten, wobei einzelne Kettenglieder als Monosaccharide (Glukose/Fruktose), kurze Ketten als Oligosaccharide und lange Ketten als Polysaccharide (Glykogen) bezeichnet werden.

► **Glukose.** Glukose stellt das wichtigste Kohlenhydrat dar, da es von allen Zellen metabolisiert werden kann. Der Gesamtverbrauch pro Tag liegt bei ca. 250 g. Allein das Gehirn benötigt täglich ca. 180–200 g.

► **Glukoseaustauschstoffe.** Neben den Kohlehydraten aus Glukose gibt es auch sog. Glukoseaustauschstoffe, die allesamt Monosaccharide sind (Fruktose, Sorbit, Xylit, Mannit). Für die klinische Infusionstherapie sind diese Austauschstoffe wichtig, da die Metabolisierung auch bei verminderter Wirksamkeit von Insulin oder Glukoseverwertungsstörungen insulinunabhängig in den Leberzellen eingebaut werden und es dabei zu weitaus geringeren Blutglukoseschwankungen kommt. Allerdings sind auch Gefahren mit diesen Austauschstoffen gegeben:

- hereditäre Fruktose-Sorbit-Intoleranz
- hyperosmolare Neuropathie („Critical Illness Disease“)

Hereditäre Fruktose-Sorbit-Intoleranz

Die erblich bedingte Fruktose-Sorbit-Intoleranz ist eine Stoffwechselkrankheit, bei der aufgrund eines defekten Enzyms der Abbau und die energetische Verwertung von Fruktose und Sorbit unmöglich sind. Mit einer Inzidenz von ca. 1:20 000–50 000 kommt sie relativ häufig vor.

Im Rahmen einer Infusionstherapie mit Fruktose- und/oder Sorbit-Lösungen kann es zu Zellschäden und einer Glukose-Verwertungsstörung kommen, in dessen Folge eine Hypoglykämie, eine Laktat-Azidose und eine Leberzellschädigung mit Gerinnungsstörungen einhergehen können. Wenn auch ein letaler Ausgang bisher selten beschrieben worden ist, sollten Fruktose und Sorbit aus diesen Gründen therapeutisch keine Rolle mehr spielen.

Tab. 13.8 Formen der Hyperhydratation.

	isotone Hyperhydratation	hypotone Hyperhydratation (Wasserintoxikation)	hypertone Hyperhydratation
Definition	• extrazelluläres, zumeist interstitielles Überangebot an isotoner Flüssigkeit	• Überschuss an Wasser bei gleichzeitigem Abfall der Plasmaosmolarität	• Entzug von Wasser aus Zellen durch Wasserüberschuss und gleichzeitig erhöhter Osmolarität im Extrazellularraum
Ursachen	• Störungen der Diurese • Überwässerung durch isotone Infusion	• Nebenniereninsuffizienz • Infusion von KH-Lösungen • ADH-freisetzende Tumor	• erhöhte Rückresorption von Na • Hyperinfusion von hypertonen Elektrolytlösungen bei reduzierter Nierenfunktion • Salzwasser(er)trinken
Symptome	• periphere Ödeme, erhöhter Turgor der Haut, Gewichtszunahme • Aszites • Lungenödem	• neurologische Störungen wie Brechreiz, Kopfschmerzen, Bewusstseinsstörungen von Apathie bis Erregungszustand, Hyperreflexie, zerebrale Krampfneigung • oft Polyurie und spez. Gewicht ↓	• starker Durst • vegetative Erscheinungen wie Unruhe, Hyperreflexie • Rötungen der Haut • Temperaturanstieg • Urin: konzentriert, Menge reduziert
Labor	• Hk und Gesamteiweiß ↓	• Na, Osmolarität und • Gesamteiweiß im Serum ↓	• Hb, Na und Plasmaosmolarität ↑
Therapie	• Reduktion von Natrium und Flüssigkeit • Diuretikagabe zur Ödembehandlung	• Reduktion der Wasserzufuhr • Osmotherapie mit Diuretika oder Mannit • evtl. Dialyse	• Saluretika, keine salzhaltigen Infusionslösungen • evtl. Dialyse

Tab. 13.9 Infusionslösungen.

	Merkmale/Indikationen	Zielsetzungen/Bemerkungen
kristalloide Lösungen = kristallisierbare Substanzen; können ungehindert durch Zellmembran diffundieren; 80 % gelangen ins Gewebe		
Elektrolytlösungen	• beinhalten unterschiedliche Ionenkonzentrationen • dienen der Zufuhr von Flüssigkeit und Elektrolyten in unterschiedlichen Konzentrationen und sind Trägerlösungen für Medikamente	• bei der Infusion ist die Osmolarität in Bezug zum venösen Zugang zu berücksichtigen (evtl. über ZVK) • Lösungen müssen klar, die Behälter unbeschädigt sein • max. 5 ml/kgKG/h
Vollelektrolytlösungen (z. B. Ringer und Ringer-Laktat)	• zur kurzfristigen Wasser- und Elektrolyt-Zufuhr z. B. perioperativ oder als Korrekturlösung bei isotoner Dehydradation	• eine längerfristige Infusionsbehandlung über mehrere Tage sollte wegen zu hoher Na-Zufuhr nicht vorgenommen werden
Halbelektrolytlösungen	• enthalten ca. die Hälfte der Elektrolyte einer Voll-Elektrolytlösung, Rest ist „freies Wasser“ • zur Substitution intravasaler Flüssigkeitsdefizite, bei Blut- und Sekretverlusten und bei hypernatriämischen Zuständen	• zur Angleichung an die Plasma-Osmolarität sind zumeist noch etwas Kohlenhydrate (z. B. 5 % Glukose oder Xylit) addiert
elektrolytfreie Lösungen	• elektrolytfreie Kohlenhydratlösungen (z. B. Glukose 5 %) als Trägerlösung für Medikamente und zur Zufuhr von freiem Wasser	• Ersatz der perspiratio insensibilis
kolloidale Lösungen = Plasmaexpander; große, hochmolekulare Substanzen; Molekulargewicht > 10 000; Unterscheidung zwischen körpereigenen (z. B. Albumin) und körperfremden (z. B. Stärke); binden Wasser an sich (auch aus Gewebe), dadurch Volumenzunahme größer als zugeführtes Volumen; Ersatz bis zu 20 % des Blutvolumens		
Dextrane	• zur Prophylaxe und Therapie von Mikrozirkulationsstörungen bei Schock, Verbrennungen usw.	• weitreichende Nebenwirkungen, von daher vorher unbedingt Promit verabreichen • strenge Beobachtung des Patienten (Gefahr von Bronchospasmus, Atem- und Kreislaufstillstand)
Stärke	• Therapie und Prophylaxe des Volumenmangels bei Schock • zur Hämodilution (therapeut. Blutverdünnung)	• selten anaphylaktoide Reaktionen – bei geringsten Anzeichen sofortiger Stopp der Infusion • Studien aus 2012 zeigen, dass HES zur erhöhten Inzidenz von Nierenschäden und zur erhöhten Mortalität (Sepsis) führt
Gelatine	• Prophylaxe und Therapie des Volumenmangels und Schocks • zur akuten normovolämischen Hämodilution	• evtl. Inkompatibilitäten, Gefahr der Anaphylaxie – bei geringsten Anzeichen sofortiger Stopp der Infusion

Fette

Mit den Lipiden werden essenzielle Fettsäuren appliziert. Neben der Funktion des Energielieferanten haben Fette wichtige Aufgaben als Membranbausteine und Modulatoren biochemischer Prozesse. Aus diesen Gründen sollten ca. 50 % des Gesamtenergiebedarfs durch Fettlösungen gedeckt werden. Mittelkettige Fettsäuren (MCT) sind aufgrund der guten Löslichkeit, der schnellen Spaltung und der geringen Belastung der Leber wichtige Bestandteile der parenteralen Ernährung. Fette und Kohlenhydrate sollen in einer Relation von 40:60 appliziert werden.

Ein hoher Anteil an Omega-3-Fettsäuren hat sich als günstig erwiesen, da sowohl Entzündungsreaktionen als auch die Thromboseneigung gemindert werden. Der tägliche Fettbedarf beträgt 1,2–1,8 g/kgKG, die max. Infusionsgeschwindigkeit 1 ml/min.

Aminosäuren (AS)

Eiweiß muss bei der parenteralen Ernährung in Form von Aminosäuren substituiert werden, da sie für die Synthese von Strukturbausteinen notwenig und unverzichtbar in katabolen Stoffwechselsituationen sind. Ein Mangel bedingt starke metabolische Veränderungen, wobei die Leber am empfindlichsten reagiert.

Essenzielle AS müssen aufgrund mangelnder Depots substituiert werden, wobei die Stickstoffbilanz zu berücksichtigen ist (cave: mögliche Verschlechterung). Über eine Kontrolle von Harnstoff und Stickstoff in Blut und Urin kann die Bilanzierung erfolgen. Bei Störungen einzelner Organe können spezielle AS-Lösungen verwendet werden.

Bei Sepsis und SIRS kann ein Mangel an Stickstoff entstehen, der ggf. zu einer bakteriellen Translokation im Darm führt. Eine zu schnelle Zufuhr von AS kann einen erhöhten Atemantrieb (AMV erhöht) bedingen. Die max. Infusionsgeschwindigkeit beträgt 2–3 ml/min.

Vitamine und Spurenelemente

Der Stoffwechsel ist auf Vitamine und Spurenelemente angewiesen, sodass eine frühzeitige Substitution erforderlich ist. Nach Untersuchungen durch die DGEM werden für kritisch Kranke 2–3-fach höhere Dosierung empfohlen.

► **Vitamine.** Für die Applikation fettlöslicher Vitamine (A, D, E, K) empfehlen sich Fettemulsionen, zur Substitution wasserlöslicher Vitamine isotonische Kochsalz- oder Glukoselösungen als Trägerlösung. Die Lösungen sollten innerhalb von 2 h, vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt, infundiert werden. Eine zu schnelle Zufuhr impliziert einen schnellen Verlust über die Nieren, eine zu langsame einen Wirkungsverlust.

► **Spurenelemente.** Auch Spurenelemente – essenziell sind Selen, Zink, Eisen, Kupfer, Jod, Kobalt und Molybdän – sollen substituiert werden, da ein Mangel an Spurenelementen anfangs zu reversiblen, später (unbehandelt) zu irreversiblen Schäden führen kann. Umgekehrt kann ein Zuviel zu toxischen Wirkungen führen. Mit zunehmendem Energieumsatz steigt auch der Umsatz an Spurenelementen. Wesentliche Funktionen im Stoffwechsel eines kritisch Erkrankten werden folgenden Spurenelementen zugeordnet:

- **Selen:** Zusammen mit Vitamin E, spezifischen Aminosäuren und Enzymen wirkt es der zellschädigenden Bildung von Sauerstoffradikalen entgegen und führt bei Mangelzuständen zu Hämolyseneigung, Kardiomyopathien (Keshan-Krankheit) und zu einer erhöhten Infektrate. Selen scheint einen positiven Einfluss auf septische Prozesse zu haben, wird zurzeit jedoch nicht routinemäßig empfohlen.
- **Zink**: Zink spielt eine wesentliche Rolle in der Proteinsynthese, im Erhalt der Immunfunktion und der Wundheilung.
- **Kupfer**: Kupfer ist beteiligt an der Erythropoese.

Die wichtigsten Ernährungslösungen zeigt ▸ Tab. 13.10.

Applikation von Nährsubstraten

Die Applikation der parenteralen Nährwie auch von Infusionslösungen erfolgt je nach Osmolarität über periphere und/oder zentrale Venenkatheter.

► **Teflonbeschichtete Venenverweilkanülen.** Sie eignen sich für die Zufuhr von Infusions- und Nährsubstraten, deren Osmolarität 800 mosmol/l beträgt, da es sonst zu Gefäßirritationen kommen kann.

► **ZVK.** Beträgt die Osmolarität > 800 mosmol/l, wird ein zentral venöser Zugang (ZVK) benötigt. Die Auswahl des Katheters richtet sich nach der Therapie. Neben Polyurethan beschichteten Kathetern (sehr gute Biokompatibilität, niedrige Thrombogenität) und Kathetern mit einer Hydromerbeschichtung (geringe Adhäsion, extrem hohe Kompatibilität, minimale thrombogenetische Eigenschaft) stehen auch mit Silber oder Antibiotika beschichtete ZVK zur Verfügung, die eine längere Liegedauer ohne Infektion versprechen. Zentralvenöse Katheter stehen mono- oder mehrlumig zur Verfügung. Mit mehrlumigen Kathetern können neben parenteraler Ernährung, inkompatible Medikamente appliziert und die Messung des zentralvenösen Drucks durchgeführt werden.

Tab. 13.10 Ernährungslösungen im Überblick.

Lösungen	Indikationen/Zielsetzungen	Besonderheiten
Kohlenhydrate Energielieferant Glukose	• zentraler Bestandteil der parenteralen Ernährung • Glukosezufuhr Hypoglykämien • Zufuhr von elektrolytfreiem Wasser (G 5 %) • indiziert bei hypertoner Dehydratation z. B. bei Hypernatriämie • Trägerlösung für physikalisch-chemische verträgliche Elektrolytkonzentrate und Medikamente • hochkalorische Ernährung	• können als alleiniger Nichteiweißträger zu Störungen führen • regelmäßige Kontrolle von BZ-Spiegel und Kalium • ab 20 % Glukose Auftritt von Inkompatibilitäten wegen saurem pH möglich • dürfen nicht parallel mit Blutkonserven über gleiches venöses Lumen laufen (Pseudoagglutination) • Infusionsgeschwindigkeit 1,25–5 ml/kgKG/h • Applikation peripher bzw. via ZVK (je nach Lösung)
Lipide Energielieferant	• Fettemulsionen zur Deckung des Bedarfs an Energie und essenziellen Fettsäuren	• regelmäßige Kontrolle von Blutbild, Lipiden, Thrombos, Elektrolyten • häufig Inkompatibilität mit Heparin und Kalzium
Proteine Aminosäuren	• sind essenziell für den Eiweißstoffwechsel • Grundbestandteil der parenteralen Ernährung	• vor Licht geschützt lagern • müssen zusammen mit KH-Lösungen gegeben werden

► **Hickman-Broviac-Katheter.** Eine Variante des ZVK gerade für die langfristige parenterale Ernährung stellt der Hickman-Broviac-Katheter dar. Der aus 3 Abschnitten bestehende Katheter mündet in einem subkutanen Tunnel. Ein antimikrobieller Cuff schützt vor aufsteigenden Infektionen.

Praxistipp

Eine Hilfe bei der Zusammenstellung eines Infusionsregimes stellt das computergestützte KIK-Programm (Kompatibilität im Katheter) der Fa. B. Braun dar.

13.6 Leseservice

13.6.1 Literatur

Grundlagen der Ernährung, Erfassen des Ernährungszustandes

Hartig W, Biesalski HK, Druml W, Fürst P, Weimann A. Ernährungs- und Infusionstherapie. 8. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2004

Hackl JM. Ermittlung des Ernährungsstatus. In: Stein J,·Jauch KW, Hrsg. Praxishandbuch klinische Ernährung und Infusionstherapie. Berlin: Springer; 2003

Hartl WH et al. Besonderheiten der Überwachung bei künstlicher Ernährung. S 3-Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Ernährungsmedizin (DGEM) in Zusammenarbeit mit der GESKES und der AKE; Aktuel Ernährungsmed 2013; 38: e90–e100

Hentschel C. Wenn Essen keine Selbstverständlichkeit mehr ist – enterale Ernährung über eine nasogastrale Sonde. Facharbeit Kurs 2000/2002; Weiterbildungsstätte für Intensivpflege & Anästhesie und Pflege in der Onkologie am Universitätsklinikum Münster

Marx G et al. Ernährung in der Intensivmedizin – Gewusst wie! Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 2014; 49: 104–132

Ockenga J, Sanson E. „Wie viel Ernährung braucht der kritisch kranke Patient?"; Aktuel Ernährungsmed 2012; 37:22–27

Ockenga J, Sanson E. Kalorienbedarf des kritisch kranken Patienten. Intensiv 2014; 22 (2): 74–78

Pirlich, M. et al. DGEM-Leitlinie Enterale Ernährung: Ernährungsstatus. Aktuel Ernähr Med 2003; 28 (1): 10–25

Wohlgehagen J. Einschätzung des Energiebedarfs beim beatmeten Intensivpatienten. Intensiv 2013; 21 (4): 198–204

Interdisziplinäre Schluckdiagnostik

Bartolome G, Schröter-Morasch H, Hrsg. Schluckstörungen, Diagnostik und Rehabilitation. 3. Aufl. München: Urban & Fischer; 2006

Daniels SK, McAdam CP, Brailey K, Foundas AL. Clinical Assessment of Swallowing and Prediction of Dysphagia Severity. American Journal of Speech-Language Pathology 1997; 6: 17–24

Deutsche Gesellschaft für Neurologie DGN e. V. Leitlinien Neurogene Dysphagien (2012). Im Internet: www.dgn.org/leitlinien-online-2012/; Stand: 25.05.2014

Deutsche Gesellschaft für Neurotraumatologie und Klinische Neuropsychologie e. V. (DGNKN). Qualitätskriterien und Standards für die Diagnostik und Therapie von Patienten mit neurologischen Schluckstörungen. Neurogene Dysphagien. Leitlinien 2003 der DGNKN. Im Internet: www.dgnkn.de; Stand: 25.05.2014

Gaaron BR, Engle M, Ormiston C. Silent Aspiration: Results of 1000 Videofluoroscopic Swallow Evaluations. J Neuro Rehab 1996; 10: 121–126

Heart and Stroke Foundation of Ontario (2005). Implementing a regional dysphagia management strategy: practical considerations. Im Internet: www.heartandstroke.on.ca/; Stand: 25.05.2014

Ickenstein GW et al. Standardisierung des Untersuchungsablaufs bei neurogener oropharyngealer Dysphagie. Neurologie und Rehabilitation 2009; 15 (5): 290–300

Ickenstein GW, Riecker A, Höhlig C, Müller R, Becker U, Reichmann H, Prosiegel M. Pneumonia and in-hospital mortality in the context of neurogenic oropharyngeal dysphagia (NOD) in stroke and a new NOD step-wise concept. J Neurology 2010; 257:1492–1501

Ickenstein GW, Hiller M, Müller R. Management der oropharyngealen Dysphagie (OD) unter Anwendung eines standardisierten Schluckassessments im Rahmen eines Dysphagie-Management-Conceptes (DMC). Neurol & Rehabil 2014; 20(2):79–89

Murry T, Carrau RL. Clinical Manual for Swallowing Disorders. San Diego: Singular Publishing Group; 2001

Perry L. Screening swallowing function of patients with acute stroke. Part one: identification, implementation and initial evaluation of a screening tool for use by nurses. Journal of Clinical Nursing 2001;10:463–473

Rosenbek JC, Robbins JA, Roecker EB, Coyle JL, Wood JL. A penetration-aspiration scale. Dysphagia 1996; 11: 93–98

Ess-, Trink- und Schlucktraining

Borker S. Essenreichen in der Pflege. Berlin: Ullstein Mosby; 1996

Gallenberger S, Schröter-Morasch H. Diagnostische und therapeutische Aspekte der Bronchoskopie bei aspirationsgefährdeten Patienten. Sprache-Stimme-Gehör 1999; 23: 32

Herbst W. Neurogene Dysphagien und ihre Therapie bei Patienten mit Trachealkanüle. 4. Aufl. Idstein: Schulz-Kirchner; 2008

Nusser-Müller-Busch R., Seidl RO. Die Berliner Schlucksprechstunde. Forum Logopädie 2003, 6/17: 20

Prosiegel M, Buchholz DW. Mit Schluckstörungen assoziierte neurologische Erkrankungen. In: Bartolome G, Schröter-Morasch H, Hrsg. Schluckstörungen. 5. Aufl. München: Urban & Fischer; 2014 Schröter-Morasch H. Dysphagie – eine interdisziplinäre Herausforderung. Sprache-Stimme-Gehör 1999; 23: 1

Ziegler W. Zur Autonomie sprechmotorischer Kontrollfunktionen. Forum Logopädie 2003; 2: 6

Klinische Ernährung

AWMF. Lagerungstherapie zur Prophylaxe oder Therapie von pulmonalen Funktionsstörungen. Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) 2012

Bischoff SC, Arends J, Dörje F et al und das DGEM Steering Committee. S 3-Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Ernährungsmedizin (DGEM) in Zusammenarbeit mit der GESKES und der AKE. Künstliche Ernährung im ambulanten Bereich. Aktuel Ernahrungsmed 2013; 38(05): e101-e154. Georg Thieme Verlag, Stuttgart

Fuchs C. In: B. Braun Melsungen (Hrsg.) Medikamentengabe über Sonden. Erläuterungen und Tabellen ausgewählter Arzneimittel. www.braun.de (Zugriff: 09.02.2014)

Braun J, Preuss R. Klinikleitfaden Intensivmedizin. 8. Aufl., Elsevier, München 2013

Deutsche Gesellschaft für Ernährungsmedizin e. V. (DGEM): DGEM-Leitlinie Enterale und parenterale Ernährung. Kurzfassung. Thieme, Stuttgart 2008

Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE), die Österreichische Gesellschaft für Ernährung (ÖGE), die Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung (SGE) sowie die Schweizerische Vereinigung für Ernährung (SVE). Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. (1. Auflage, 5., korrigierter Nachdruck 2013

Dörhöfer R, Pirlich M.: Das BIA – Kompendium. Data-Input GmbH 2002

Felbinger TW, Richter HP. Postoperative Ernährung - früher oder später? Refrescher Course. Aktuelles Wissen für Anästhesisten 2012; 38: 101–106

Felbinger TW, Richter HP. Ernährung von Intensivpatienten. Aktuelle Ernährungsmedizin 2012; 37 (1):36–37

Fresenius M, Heck M, Ernährungstherapie: Repetitorium Intensivmedizin. 3. Auflage, 2007, 95–126

Gastmeier P et al. Katheter-assoziierte primäre Blutstrominfektionen (BSI). Epidemiologie und Präventionsmaßnahmen. Infection 26 (1998) 1 (Suppl. 1. German edition)

Haller A et al. Praxis der enteralen Ernährung. Schweiz Med Forum 16 (2003)

Hartl HW, Parhofer KG, Kuppinger D, Rittler P und das DGEM Steering Committee. S 3-Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Ernährungsmedizin (DGEM) in Zusammenarbeit mit der GESKES und der AKE. Besonderheiten der Überwachung bei künstlicher Ernährung. Aktuel Ernahrungsmed 2013; 38(05): e90-e100. Georg Thieme Verlag, Stuttgart

Hecker M, Felbinger T, Mayer K. Ernährung in der Intensivmedizin. Der Anästhesist 2012; 6:553–564

Kastrup M, Heymann von C, Schmidt M, Weber-Carstens S, Krebs M. Enterale und parenterale Ernährung. In: SOPs in Intensivmedizin und Notfallmedizin. Alle relevanten Standards und Techniken für die Klinik (Spies C, Kastrup M, Kerner T, Melzer-Gartzke C, Zielke H, Kox WJ, Hrsg.) Thieme, Stuttgart 2013

Knipfer E. Aufrechterhalten des Stoffwechsels. In: Klinikleitfaden Intensivpfege (Knipfer E, Kochs E, Hrsg.). 5. Aufl. Elsevier, München 2012

Koch, W.: Leid und Kosten sparen. Mangelernährung und Decubitus am Beispiel enteral ernährter Patienten. Gesundheitsprofi 8 (1999) 52

Lauber A, Schmalstieg P. Wahrnehmen und Beobachten. 2. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2007

Löser C.: Langzeiternährung über enterale Sondensysteme. In: Löser, C., M. Keymling (Hrsg): Praxis der enteralen Ernährung. Thieme, Stuttgart 2001

Löser C., M.J. Müller: Ethische Richtlinien zur Anlage einer perkutan endoskopischen Gastrostomie (PEG-Sonde). Zgastroenterol 36 (1998) 475

Lübcke HJ.: Zusatznahrung, Sondennahrung, Supplemente. In: Löser, C., M. Keymling (Hrsg): Praxis der enteralen Ernährung. Thieme, Stuttgart 2001

Mayer K. Ernährung. In: Intensivmedizin (Burchardi, Larsen, et. Al, Hrsg.) 11. Aufl. Springer, Berlin 2011

Müller SD.: Grundlagen der Ernährungslehre und Ernährungsmedizin. Die Schwester/Der Pfleger 3 (2003)

Neusser S, Bitzer EM, Mieth I, Krauth C. Medizinische Wirksamkeit und Kosteneffektivität von Minocyclin/Rifampicin-beschichteten zentralvenösen Kathetern zur Prävention von Blutbahninfektionen bei Patienten in intensivmedizinischer Betreuung. Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI) Hrsg. Köln, 2012

Perner A et al. N Engl J Med (2012); 367:124–134J

Probst W. Arzneimitteltherapie bei Patienten mit Ernährungssonde. PZ PRISMA 4 (1997) 31

Reiter M. Enterale Immunnutrition bei Patienten mit akutem Lungenversagen (ALI/ARDS), Teil I. Intensiv 11 (2003) 2

Robert Koch-Institut (Hrsg.): Prävention Gefäßkatheterassoziierter Infektionen. Empfehlugen der Kommission für Krankenhaushygiene beim Robert Koch-Institut (RKI). Bundesgesundheitsbl-Gesundheitsforsch-Gesundheitsschutz 11 (2002) 907

Rümelin A, Mayer K (Hrsg). Ernährung des Intensivpatienten. Springer, Berlin 2013

Schäfer C (Hrsg.). Sondenapplikation von Arzneimitteln für die Kitteltasche, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart 2010

Schröder S, Käb A. Parenterale und enterale Ernährungstherapie. In: Intensivmedizin (Wilhelm W., Hrsg.). Springer, Berlin 2013

Schütz T. ESPEN–Leitlinien Enterale Ernährung – Zusammenfassung. Aktuel Ernaehr Med 2006; 31: 196

Senkal M. Kostenvergleich der enteralen versus parenteralen Ernährungstherapie nach Gastrektomie. Akt. Ernähr.-Med. 20 (1995) 16

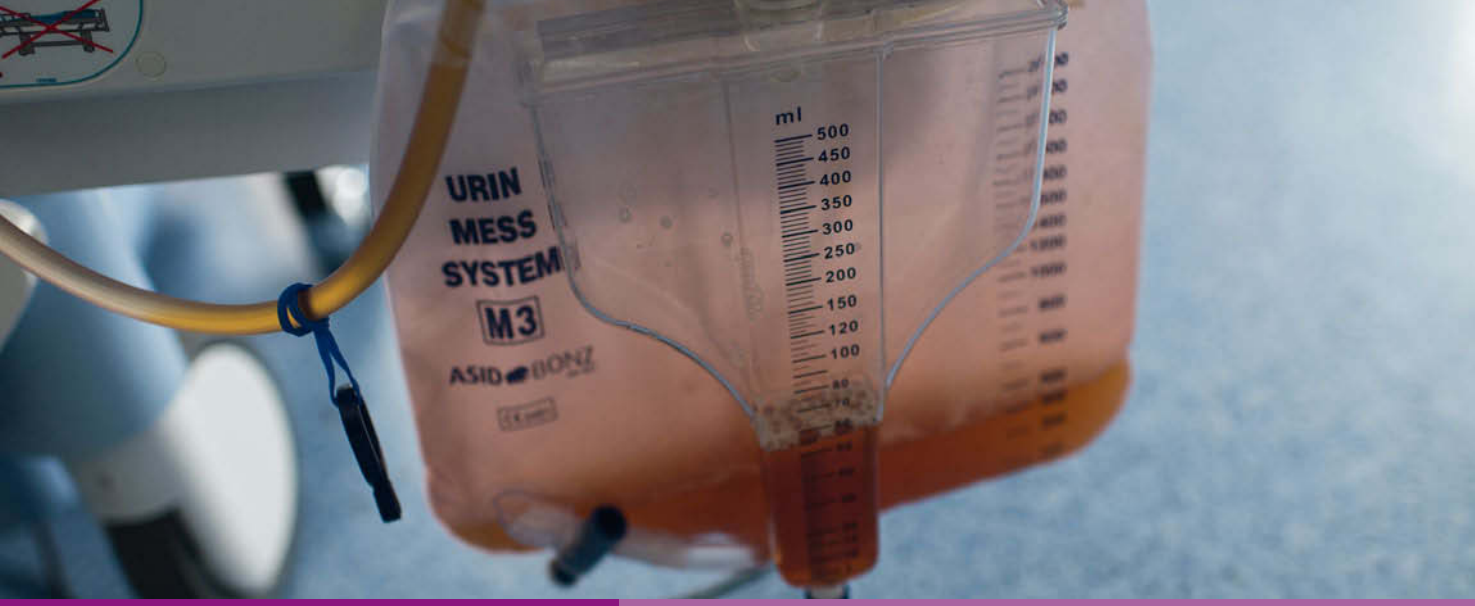
Wagner R. Medikamentengabe über Sonde. In: Arzneimittelinformation. Fresenius Kabi, 2001

Weimann A, Breitenstein S, Breuer JP et al und das DGEM Steering Committee. S 3-Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Ernährungsmedizin (DGEM) in Zusammenarbeit mit der GESKES, der AKE, der DGCHa, der DGAIb und der DGAVc. Klinische Ernährung in der Chirurgie. Aktuel Ernahrungsmed 2013; 38: e155–e197. Georg Thieme Verlag. Stuttgart

Zimmermann B. Enterale Ernährung und Medikamentengabe über die Sonde. Pflegekompakt. Kohlhammer, Stuttgart 2011

Kontakt- und Internetadressen

http://www.dgem.de/leit13.htm
http://www.fresenius.de/597.htm
http://www.abbott.de/Medizinische_Ernaehrung/index_de.html
http://ake-nutrition.at
http://www.bbraun.de/cps/rde/xchg/bbraun-de/hs.xsl/klinische-ernaehrung-02.html
http://www.nutricia.de/produkte/sondennahrung
http://www.espen.org/education/espen-guidelines
http://pen.sagepub.com/content/35/1/16.extract



Kapitel 14
Ausscheidung

14.1 Grundlagen *346*

14.2 Erbrechen *346*

14.3 Urinausscheidung *347*

14.4 Stuhlausscheidung *350*

14.5 Drainagen *353*

14.6 Extrakorporale Nierenersatzverfahren *356*

14.7 Leseservice *361*

14 Ausscheidung

Matthias Grünewald, Christian Hackmann, Sabina Hagemann

14.1 Grundlagen

Matthias Grünewald, Sabina Hagemann

Kritisch kranke Menschen, die der Intensivbehandlung und -pflege bedürfen, sind krankheits- und behandlungsbedingt oft nicht in der Lage, ihre Ausscheidungen zu kontrollieren. Die Folgen dieser nicht mehr selbst kontrollierbaren Ausscheidungen sind größtenteils negativer Art und beeinflussen den Krankheitsverlauf.

So wirkt sich z. B. eine Obstipation mit gesteigertem intraabdominellen Druck negativ auf die Zwerchfellbeweglichkeit und damit die Fähigkeit des Patienten, spontan zu atmen, aus. Dies kann eine eingeschlagene Weaning-Strategie ernsthaft in ihrem Erfolg gefährden. Auch die Beobachtung und Behandlung der Nierenfunktion und der Diurese sind unverzichtbare Tätigkeiten des Behandlungsteams, um früheste Anzeichen eines akuten Nierenversagens zu erkennen und rechtzeitig zu intervenieren.

Zum pflegerischen Handeln in diesen Situationen gehört:

- Beobachtung, Bilanzierung und Dokumentation
- Unterstützung und Erhalt von Selbstständigkeit
- Respekt und Beachtung des Schamgefühls
- korrekter Umgang mit Ableitungssystemen und Vermeidung von Komplikationen

Im Folgenden wird zunächst das Symptom „Erbrechen“ sowie die Beobachtung und Einschätzung der Urin- und Stuhlausscheidung näher besprochen und wichtige Pflegemaßnahmen und Behandlungsverfahren, die damit im Zusammenhang stehen, dargestellt.

Dem schließt sich die Darstellung der für die Intensivpflege wichtigen Drainagesysteme an. Abschließend werden die pflegerischen Besonderheiten beim Einsatz extrakorporaler Nierenersatzverfahren und die Flüssigkeitsbilanzierung beim Intensivpatienten vorgestellt.

14.2 Erbrechen

Erbrechen wird definiert als „kraftvoller Ausstoß von Mageninhalt“. Der Akt des aktiven Erbrechens ist ein perfekt gesteuerter Mechanismus, in dem Rezeptoren und beteiligte Organe miteinander agieren (▶ Abb. 14.1). Gedacht als Schutzreflex des menschlichen Körpers wird dieser vom Brechzentrum, gelegen im Hirnstamm, koordiniert. Rezeptoren reagieren z. B. auf chemische Reize und alarmieren das Brechzentrum. In Abstimmung mit Atmung, Kreislauf, Bewegungen des Zwerchfells und der Bauchmuskeln kommt es zu einer Druckwelle, die weit im Dünndarm beginnt, den Magen relativ passiv passiert und sich über die Speiseröhre – bei gleichzeitigem Verschluss der Trachea – nach außen bewegt. Die auslösenden Ursachen sind vielfältig. So tritt Erbrechen z. B.

- als Schutz bei Vergiftungen, Nahrungsmittelunverträglichkeiten,
- bei Stoffwechselstörungen (diabetische Gastroparese, urämisches Koma) oder
- als Nebenwirkung von Medikamenten (z. B. Narkotika, Zytostatika) auf.

Zeitpunkt und Zusammenhang des Erbrechens helfen bei der Ursachensuche, z. B.:

- Erbrechen im Schwall: z. B. bei Hirnverletzungen, Migräne
- fäkulenter Geruch: z. B. bei Verschluss des Dünn- oder Dickdarms
- blutiges Erbrechen: z. B. bei Blutungen des oberen Gastrointestinaltraktes

Wiederholtes Erbrechen reizt den Ösophagus nachhaltig. Selten kommt es durch den sich plötzlich aufbauenden Druck zu Einrissen der Schleimhaut im Übergang zum Mageneingang mit Bluterbrechen (Mallory-Weis-Syndrom). Möglich ist aber auch ein Wandeinriss der Speiseröhre, das sog. Boorhave-Syndrom, welches mit stärksten Schmerzen hinter dem Brustbein und/oder am Rücken, Husten und Atemnot als absoluter Notfall gilt. Bei wiederholtem Erbrechen kommt es zu Flüssigkeitsverlusten, Störungen im Elektrolyt- und Säure-/Basenhaushalt, Dehydratation und Symptomen der Exsikkose, wie Durstgefühl, fehlender Hautturgor und konzentrierter Urin. Folgend werden 2 „Krankheitsbilder“ dargestellt, die aufgrund des massiven Erbrechens zur Intensivpflichtigkeit führen können.

▶ **Hyperemesis Gravidarum (HG).** Im Gegensatz zur normalen „Schwangerschaftsübelkeit“ ist die HG eine extreme und länger anhaltende Form der Übelkeit und dauert meist über die 12. SSW hinaus an. Die Betroffenen leiden oft den gesamten Tag unter starker Übelkeit und teils

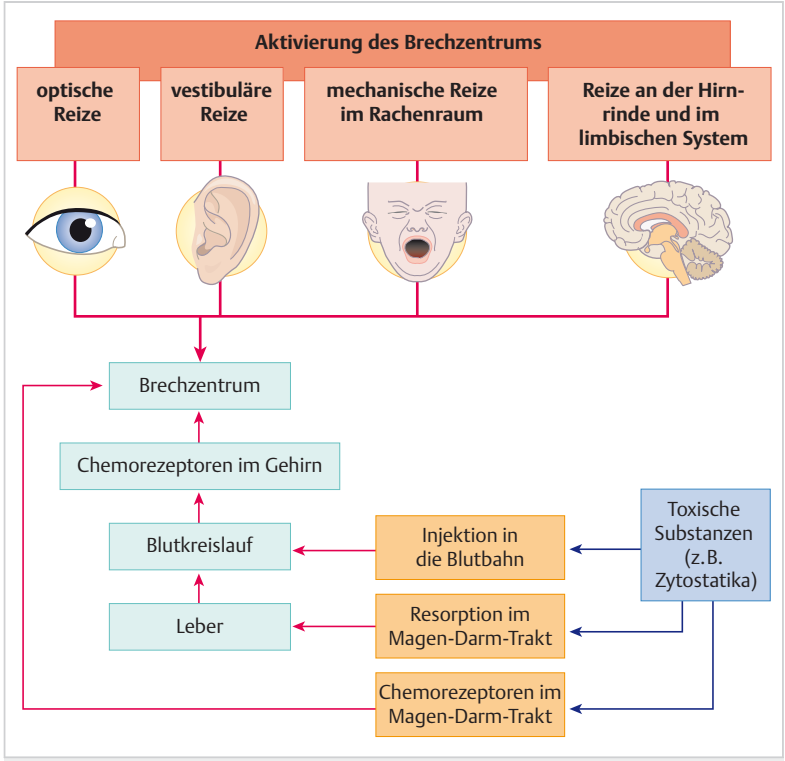


Abb. 14.1 Das Brechzentrum in der Medulla oblongata wird durch verschiedene Reize und chemische Substanzen aktiviert, die Folge sind Brechreiz oder Erbrechen.

Tab. 14.1 Vorteile, Kontraindikationen und Komplikationen transurethraler und suprapubischer Blasenverweilkatheter (mod. n. Piechota et al. 2000).

Vorteile	Kontraindikationen	Komplikationen
transurethraler Blasenverweilkatheter		
• wenige Kontraindikationen • breite Auswahl an Kathetern verfügbar • geringes Verletzungsrisiko bei richtiger Technik und sachkundiger Ausführung • Möglichkeit der Spülbehandlung	• Verletzung oder Entzündung der Urethra, Prostata und Nebenhoden • Urethrastriktur	• Abflussstörungen mit unvollständiger Entleerung • Schleimhautschäden der Urethra • Paraphimose • gesteigerte Gefahr der nosokomialen Harnwegsinfektion • postinfektiöse und/oder instrumentelle Urethrastriktur
suprapubischer Blasenverweilkatheter		
• Umgehung der Harnröhre • keine postinstrumentelle Urethritis • keine Urethrastriktur • deutliche Reduktion der nosokomialen Harnwegsinfektionen • Spontanmiktion und Restharnbestimmung möglich • geringerer Pflegeaufwand • geringere subjektive Patientenbelästigung	• Gerinnungsstörungen und Marcumarisierung • lokale Infektionen oder Narben im Punktionsgebiet • Unterbauch- oder Blasentumor • andere Blutgerinnungsstörungen • ungenügend gefüllte Harnblase (< 150 ml) • Schwangerschaft	• Verletzung von Gefäßen und Bauchorganen • Blasentamponade • Dislokation des Katheters bei unzureichender Fixierung • Abflussstörungen mit unvollständiger Entleerung • Infektionsgefahr

heftigem und häufigem Erbrechen. Die Ursachen sind noch unklar, man nimmt eine gewisse Veranlagung der Frau und die hormonelle Umstellung durch die Schwangerschaft an. Es kommt zu massiven Flüssigkeitsverlusten und Störungen im Elektrolythaushalt, Stoffwechselentgleisung und Gewichtsverlust sind möglich. Eine differenzierte Infusionstherapie, die Gabe von Serotoninantagonisten, z. B. Ondansetron und ggf. parenterale Ernährung begleitet von einem engmaschigen Monitoring der Vital- sowie Laborparameter helfen den Betroffenen.

▶ **Erbrechen bei Zytostatika-Therapie (Chemotherapy induced nausea and vomiting, CINV).** Übelkeit und Erbrechen sind die von den Betroffenen meist gefürchtetste Nebenwirkung in der Krebstherapie. Die Ausprägung wird von unterschiedlichen Faktoren bestimmt:

- Art und Kombination der Chemotherapie
- Verabreichungsform (intravenös, oral)
- Strahlentherapie (bestrahlte Körperregion, Größe des bestrahlten Areals)
- Individuelle Faktoren des Patienten (Art der Tumorerkrankung, Alter, Geschlecht, Krankheitsgefühl- und Verarbeitung)

Das Risiko wird hoch, moderat, niedrig oder minimal eingestuft. Mögliche Konsequenzen der CINV sind Dehydrierung, Störungen des Elektrolyt- und Säure-/Basenhaushaltes und Malnutrition. Hierdurch werden die Wundheilung und die Rekonvaleszenz beeinträchtigt. Hauptaugenmerk liegt auf einer medikamentösen Prophylaxe mit unterschiedlichen antiemetischen Wirkstoffen. Die heutigen Antiemetika sind die 5-HT 3-Antagonisten (Setrone), die NK-1-Rezeptorantagonisten, die Kortikoide, die Dopaminantagonisten wie Metoclopramid und Canabinoide. Alle 5 Wirkstoffe kommen in Algorithmen zur Prophylaxe der CINV zum Einsatz (vgl. Jordan et al. 2008).

Zur postoperativen Übelkeit und Erbrechen (postoperative vomiting and nausea, PONV) siehe gleichlautendes Kapitel (S. 725).

14.3 Urinausscheidung

Über 90 % aller Intensivpatienten werden mit einem Blasenverweilkatheter und einer kontinuierlichen Urindrainage versorgt (Sökeland et al. 2000). Dieser Sachverhalt beruht einerseits auf der krankheits- und behandlungsbedingten vorübergehenden Urininkontinenz und andererseits auf der Erfordernis einer exakten und engmaschigen Überwachung der Urinausscheidung, um den Flüssigkeitshaushalt zu steuern. Zum Zweck der kontinuierlichen Urindrainage können die transurethrale und die suprapubische Harnblasenkatheterisierung angewendet werden. Dabei findet der transurethrale Blasenkatheter im Krankenhaus eine 8–10-mal häufigere Anwendung.

Die Infektionsrate bei der transurethralen Katheterisierung beträgt 3–10 % pro Tag. In der Intensivpflege haben Patienten mit transurethralen Verweilkathetern pro Kathetertag ein nahezu 5-fach höheres Infektionsrisiko als Patienten, die mit einem suprapubischen Blasenkatheter versorgt wurden (Sökeland et al. 2000). Dabei steigt für Intensivpatienten, die eine nosokomiale Infektion erleiden, die Sterblichkeit (Gastmeier et al. 2005). Eine Übersicht über Vorteile, Kontraindikationen und Komplikationen des transurethralen und des suprapubischen Blasenverweilkatheters können ▶ Tab. 14.1 entnommen werden. Der Urin selber wird anhand der Kriterien Menge, Farbe, Geruch, Beimengungen, spezifisches Gewicht und pH-Wert kontinuierlich beobachtet, um bei Veränderungen adäquat reagieren zu können.

Zu den wichtigsten Maßnahmen zur Prävention von Harnwegsinfektionen gehören:

- Indikation zur Anlage möglichst streng halten.
- Hygienische Händedesinfektion vor und nach jeder Manipulation am Blasenverweilkatheter oder Drainagesystem durchführen.
- Dauer der Katheteranlage möglichst kurz halten (nur so lange wie nötig).
- Freien Urinfluss gewährleisten, ein Abknicken des Drainageschlauches vermeiden.
- Diskonnektionen vermeiden.

Siehe hierzu auch Kap. „Prävention nosokomialer Infektionen“ (S. 364).

14.3.1 Transurethraler Blasenverweilkatheter

Für die transurethrale Katheterisierung der Harnblase stehen zu verschiedenen Zwecken unterschiedliche Kathetermodelle zur Verfügung. Die Katheter unterscheiden sich in Aufbau, Form (▶ Abb. 14.2) und Material (▶ Tab. 14.2). Für die Anwendung in der Intensivpflege bieten sich als Kathetermaterial aufgrund ihrer Eigenschaften Silikon oder Polyurethan an, die auch für eine längere Verweil-

Tab. 14.2 Materialien und Eigenschaften transurethraler Katheter (n. Sitzmann 2009a).

Material	Anwendungsdauer	Eigenschaften
Polyvenylchlorid (PVC)	kurzfristige Anwendung	• kostengünstig • sicheres, leichtes Einführen • wegen Steifheit nicht für Langzeitdrainage geeignet • gibt bei längerer Anwendung Weichmacher (Phthalate) ab
hydrogelbeschichtete (hygroskopische) Latex-, PVC- oder Polyurethan-Materialien	kurzfristige Anwendung	• verminderte Oberflächenreibung • geringere Gefahr von Schleimhautreizung und -verletzung
unbeschichtetes Latex	kurzfristige Anwendung (bis zu 5 d)	• kostengünstig • weich • Gefahr der Latexallergie reduziert durch Silikonbeschichtung • relativ raue Oberfläche • erhöhte Inkrustationstendenz
beschichtete Katheter (Hydrogelbeschichtung auf Latex oder Silikonlatex)	kurzfristige Anwendung (bis zu 5 d)	• geringe Oberflächenreibung • bessere Gleitfähigkeit • geringe Inkrustationstendenz • geringes Risiko urethraler Irritationen und Harnröhrenstrikturen
Silikon	langfristige Anwendung	• geringe Oberflächenreibung • sehr geringe Inkrustationstendenz • höhere Durchflussrate durch größeres Lumen • relativ steif, ggf. Beschwerden verursachend
Polyurethan	langfristige Anwendung	• bei Raumtemperatur zum Einführen ausreichend steif • in der Wärme der Harnröhre weich und flexibel • höhere Durchflussrate durch gößeres Lumen

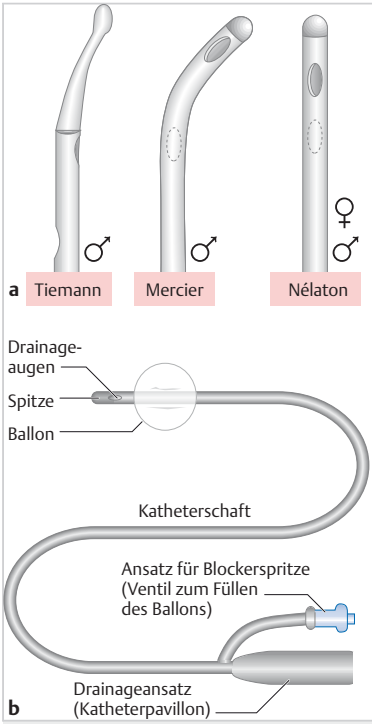


Abb. 14.2 Katheterformen.
a Katheterspitzen.
b Schematischer Aufbau eines transurethralen Blasenverweilkatheters.

dauer geeignet sind. Tiemann- und Mercier-Katheter werden zur Katheterisierung der Harnblase bei Männern; Nélaton-Katheter zur Katheterisierung bei Frauen und Männern verwendet. Die korrekte Lage eines transurethralen Blasenkatheters ist in ▶ Abb. 14.3 beispielhaft dargestellt.

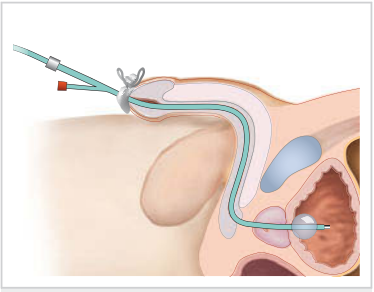


Abb. 14.3 Korrekte Lage eines transurethralen Blasenverweilkatheters beim Mann. Hier mit „Krawatte" (Schleife) zum Auffangen von Harnsekret. (Schewior-Popp, Sitzmann, Ullrich: Thiemes Pflege. 12. Aufl. 2012)

► **Temperatursensor.** Transurethrale Silikon-Ballonkatheter sind für die Anwendung in der Intensivpflege mit integriertem Temperatursensor verfügbar. Mit einer Monitoranlage verbunden, ist eine kontinuierliche Temperaturkontrolle möglich. Eine rektale Temperatursonde, die eine weitere Belastung für den Patienten darstellt, entfällt. Bei der Messung kann angenommen werden, dass die in der Blase ermittelte Temperatur für klinische Zwecke hinreichend genau mit der Körperkerntemperatur korreliert.

► **Katheteranlage.** Die Technik der Katheteranlage ist Inhalt der Ausbildung zum Gesundheits- und (Kinder-) Krankenpfleger und soll an dieser Stelle nicht ausführlich dargestellt werden. Hier wird auf ein Lehrbuch für die Ausbildung verwiesen (Schewior-Popp et al. 2012).

► **Katheterstärke.** Die Katheterstärke muss den Maßen des Meatus urethrae angepasst sein. Durch zu dicke Katheter können Urothelschäden entstehen. Eine Urethritis kann auftreten, wenn zu wenig Gleitmittel verwendet wird. Zum Entleeren der Blase reichen kleine Lumen (CH 12–14). Ausgenommen bei speziellen postoperativen dreilumigen Spülkathetern sollte die Katheterstärke Ch 18 (gemessen in Charrière = 1 Ch = ⅓ mm) i. d. R. nicht übersteigen.

► **Blockung.** Der Ballon in der Blase wird mit sterilem Aqua dest. aufgefüllt, vorzugsweise mit einer sterilen 8–10 %igen Glyzerin-Wasser-Lösung. Diese dichtet die Membranporen des Katheterballons von innen ab und beugt so einer spontanen Entblockung vor. Die Füllmenge des Katheterballons wird nach Herstellerangaben gewählt. Der dann trotz Dauerableitung resultierende Restharn begünstigt Harnwegsinfektionen, in Verbindung mit Blasentenesmen kann es zum unwillkürlichen Harnaustritt neben dem Katheter („Harnleckage") kommen.

► **Komplikationen.** Ein Abknicken von Katheter und Ableitungssystem sollte vermieden werden, um einen störungsfreien Harnabfluss zu gewährleisten. Weiterhin

sollte der Katheter sicher fixiert werden, um eine Zugbelastung auszuschließen. Da ein flüssigkeitsgefüllter Ballon den transurethralen Verweilkatheter in der Blase fixiert, droht bei Zugbelastung eine Druckläsion der druckempfindlichen Blasenschleimhaut am Übergang von Blasenboden zur Harnröhre.

Merke

Bei der Entfernung eines transurethralen Blasenverweilkatheters können in seltenen Fällen Schwierigkeiten auftreten wie:
- Der Ballon lässt sich nicht entblocken.
- Beim Zurückziehen des Katheters treten Widerstände auf.

In diesen Fällen ist dringend von weiteren Manipulationen abzuraten, um eine Schädigung des Patienten zu verhindern. Es muss ein (Fach-)Arzt hinzugezogen werden.

14.3.2 Suprapubischer Blasenverweilkatheter

Der suprapubische Blasenverweilkatheter hat sich nicht zuletzt durch ein nachweislich geringeres Risiko nosokomialer Harnwegsinfektionen (Piechota et al. 2000) als Alternative zur transurethralen Harndrainage empfohlen. Nach der Indikationsstellung durch den Arzt und der Einwilligung des Patienten sollte vor der Punktion der Gerinnungsstatus des Patienten erhoben werden. Der suprapubische Katheter wird nach Punktion der Harnblase durch die Bauchdecke eingebracht. Bei der Anwendung der suprapubischen Harnableitung sind die Patienten auf eine mögliche Makrohämaturie zu beobachten.

Für den Einsatz bei Intensivpatienten stehen Katheter aus Polyurethan oder Silikon zur Verfügung. Wie bei den transurethralen Kathetern (▶ Tab. 14.2) eignen sich diese Materialen für eine Verweildauer von mehr als 5 Tagen. Suprapubische Silikon-Ballonkatheter sind ebenfalls mit integriertem Temperatursensor verfügbar. Die Vorteile, Kontraindikationen und Komplikationen des suprapubischen Blasenverweilkatheters können ▶ Tab. 14.1 entnommen werden.

▶ **Blockung und Fixierung.** Der Katheter wird nach Angaben des Herstellers vorzugsweise mit einer 8%igen Glyzerin-Wasser-Lösung (AWMF 2008) geblockt und damit in der Harnblase fixiert. Je nach verwendetem Katheter stellt eine Hautnaht und/oder Verband zusätzlich eine mechanische Fixierung sicher, die auch eine infektionspräventive Wirkung hat (Sitzmann 2009a). Es sollte dabei darauf geachtet werden, dass der Katheter senkrecht aus der Bauchdecke austritt, um Scheuerbewegungen zu verhindern.

14.3.3 Urindrainagesysteme

Bei der Anwendung transurethraler oder suprapubischer Blasenverweilkatheter werden grundsätzlich geschlossene Urindrainagesysteme verwendet, um das Risiko einer Harnwegsinfektion (HWI) zu reduzieren. Sie werden mit dem Katheter verbunden und dürfen nicht unterbrochen werden. Diskonnektieren sollte vermieden werden, falls es doch passiert, wird das Urindrainagesystem in aseptischer Technik gewechselt. Weiterhin sollte der Ablaufbeutel unter Blasenniveau gehalten werden und sich nicht liegend im Bett oder auf dem Fußboden befinden. Ein Abknicken des Drainageschlauches sollte vermieden werden, damit sich der Urin nicht staut. Die Entleerung des Sammelbeutels erfolgt mit Einmalhandschuhen und die Probenentnahme zu diagnostischen Zwecken unter aseptischen Kautelen (EAUN 2012). ▶ Abb. 14.4 zeigt den Aufbau und die Bestandteile eines geschlossenen Urindrainagesystems.

Das Urindrainagesystem sollte aus krankenhaushygienischer Sicht folgende Merkmale aufweisen (Sitzmann 2009a):
- flüssigkeitsdichte Beutelentlüftung (Luftausgleichsventil),
- Tropfkammer mit sichtbarem Abtropfen über den „Pasteur"-Einlauf,
- positionsunabhängiges Membran-Rückschlag-Ventil (Rückfluss-Sperre),
- Katheteransatz mit integrierter patientennaher Punktionskammer (Probenentnahmestelle), die eine mehrmalige kontaminationsfreie Urinentnahme mit Kanüle und Spritze für bakteriologische Untersuchungen ermöglicht,
- nicht nachtropfender Auslauf (Ablassstutzen), der einhändig zu bedienen ist,
- Stecklasche, um zusätzliche Bodenfreiheit zu erreichen,
- ausreichend langer Ableitungsschlauch, um Zug auf den Katheter zu vermeiden,
- Auffangbeutel, der immer ohne Bodenkontakt unter Blasenniveau frei hängt.

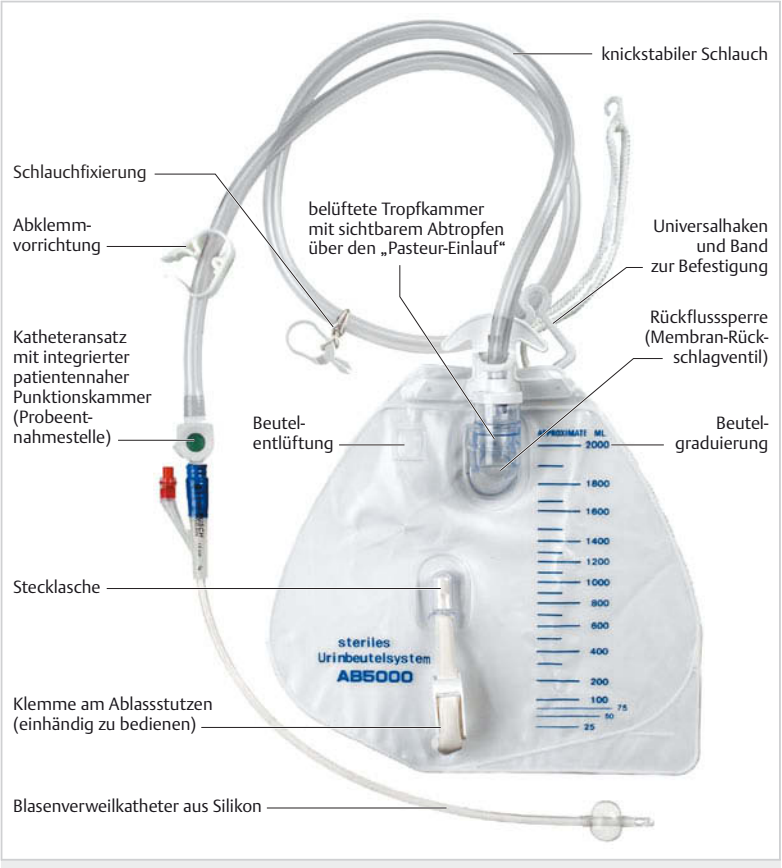


Abb. 14.4 Aufbau eines geschlossenen Urindrainagesystems.

14.4 Stuhlausscheidung

Kritisch kranke Patienten benötigen pflegerische Unterstützung bei der Stuhlausscheidung. Da es sich um einen für die Patienten mit Emotionen wie Scham, Hilflosigkeit und Ekel besetzten Bereich handelt, steht hier nicht nur die pflegetechnische Hilfe im Mittelpunkt. Es ist zu bedenken, dass Intensivpatienten nahezu vollständig ihrer Privatsphäre beraubt sind. So findet ihre Stuhlausscheidung im für sie nicht vollständig zu kontrollierenden „öffentlichen" Raum des Patientenzimmers (oder häufig genauer des Patientenbettes) statt. Entlastende Möglichkeiten, wie der Einsatz eines Toilettenstuhls, sind in vielen Fällen aufgrund der Immobilität der Patienten nicht einsetzbar. Intensivbehandlung mit nicht selten einhergehender Stuhlinkontinenz kann auch für bewusstseinseingeschränkte Patienten ein mit unangenehmen Gefühlen einhergehendes Erlebnis sein.

Im Folgenden werden Störungen der Stuhlausscheidung, die im Zusammenhang mit der Intensivbehandlung häufig auftreten (Diarrhö und Obstipation), dargestellt sowie deren Prävention und Behandlung aufgezeigt. Grundlegende pflegerische Kenntnisse über Anatomie und Physiologie des Darms und der Verdauung werden an dieser Stelle ebenso vorausgesetzt wie das Wissen um die pflegerische Beobachtung der Stuhlausscheidung sowie Kenntnisse über pflegerische Angebote zur Unterstützung der Stuhlausscheidung. Für eine Vertiefung dieser Inhalte wird auf die entsprechenden Abschnitte eines aktuellen Pflegelehrbuches verwiesen (Schewior-Popp et al. 2012).

14.4.1 Diarrhö

Definition

Unter Diarrhö wird die Entleerung von flüssigem Stuhl infolge einer Malabsorption von Flüssigkeit aus dem Darmlumen verstanden. Treten an einem Tag mehr als 3 dünnflüssige Stühle auf, spricht man von einer akuten Diarrhö. Halten die Symptome länger als 3 Wochen an, wird dies als chronische Diarrhö bezeichnet

Auslösende Faktoren

Die auslösenden Faktoren für die akute und chronische Diarrhö sind in ▶ Tab. 14.3 zusammengestellt.

Für das Auftreten einer Diarrhö bei kritisch kranken Patienten kommen neben den in ▶ Tab. 14.3 genannten Faktoren weitere Ursachen hinzu:

Tab. 14.3 Auslösende Faktoren der akuten und chronischen Diarrhö.

akute Diarrhö	chronische Diarrhö

• Infektionen
  ◦ Chlostridien
  ◦ Salmonellen
• Strahlenkontamination
• psychische Belastung und Stress
• Medikamentennebenwirkungen
  ◦ Antibiotika
  ◦ Zytostatika
  ◦ Digitalisintoxikation
  ◦ magnesiumhaltige Antazida
	• malabsorptiv/osmotisch bedingt
	  ◦ Pankreasinsuffizienz, Laktasemangel, Kurzdarmsyndrom
	• sekretionsbedingt
	  ◦ chronisch entzündliche Darmerkrankungen, Infektionen, Laxanzien
	• motilitätsbedingt
	  ◦ Diabetes, Hyperthyreose, Reizdarmsyndrom

- Nebenwirkungen hochdosierter Medikamente
- enterale Ernährung
  - hyperosmolare enterale Ernährung
  - rasche Einlaufgeschwindigkeit enteraler Ernährung in das Duodenum oder Jejunum
  - zu niedrige Temperatur der enteralen Ernährung
  - bakteriell kontaminierte Ernährung

Weiterhin ist die sog. *antibiotikaassoziierte Diarrhö* auf Intensivstationen präsent. Sie kann während und nach einer Antibiotikatherapie auftreten. Es zeigt sich zunächst eine unkomplizierte Diarrhö, die sich dann mit abdominellen Beschwerden, blutigen Stühlen, Fieber und Leukozytose in eine akute Situation wandelt. Daraus resultierend sind Darmperforationen und eine Sepsis möglich. Verantwortlich für dieses klinische Bild zeigt sich das Clostridium difficile, ein gramnegatives sporenbildendes Stäbchenbakterium.

Pflegerische Aufgaben bei Diarrhö

Der akuten Diarrhö beim Intensivpatienten sollte soweit möglich durch ein Ausschalten der ursächlichen Faktoren begegnet werden. Hierzu zählt die Behandlung von Infektionen. Auch eine fachgerechte Auswahl und Zufuhr der enteralen Ernährung kann einen wesentlichen Beitrag zur Prävention der Diarrhö leisten. Dem Hautschutz des Patienten ist besonders Sorge zu tragen. Eine konsequente Händedesinfektion, das Tragen von Schutzhandschuhen und -schürze bei der Versorgung dieser Patienten sowie die Verwendung eines sporozidwirksamen Flächendesinfektionsmittels schützt Patienten und Personal.

▶ **Substitution von Flüssigkeits- und Elektrolytverlusten.** Die Diarrhö hat meist nicht unerhebliche Auswirkungen insbesondere auf den Wasser-Elektrolyt-Haushalt und den Säure-Basen-Haushalt. So können Dehydration, Elektrolytverluste und -verschiebungen sowie eine metabolische Azidose die Folge sein. Die flüssigen Stühle sollten in der Flüssigkeitsbilanz des Patienten berücksichtigt werden. Im Mittelpunkt der Behandlung steht die Substitution von Flüssigkeits- und Elektrolytverlusten.

▶ **Einsatz von Fäkalkollektoren.** Da die flüssigen Stühle eine stark reizende Wirkung auf Haut und Schleimhaut haben, werden in der Intensivpflege nicht selten sog. Fäkalkollektoren eingesetzt (Sitzmann 2009b). Es handelt sich um einen Plastikbeutel, der an einer mit einem Loch versehenen Grundplatte aus Hautschutzmaterial (ähnlich den Produkten zur Stomaversorgung) angebracht ist und den austretenden Stuhlgang aufnimmt. Die Platte wird in Seitenlage des Patienten um den Anus herum angebracht, wobei darauf zu achten ist, dass keine Scherkräfte auf die Haut einwirken. Aufgrund der anatomischen Gegebenheiten stellt sich die Befestigung nicht selten als problematisch heraus.

Es kann davon ausgegangen werden, dass Fäkalkollektoren für Patienten unkomfortabel sind und als störend empfunden werden. Solang der Beutel klebt, kann die unmittelbare perianale Umgebung nicht gesäubert werden. Dies kann ebenso zu Hautläsionen führen wie das Entfernen der stark klebenden Halteplatte. Ohne den Nutzen der Fäkalkollektoren bei der akuten Diarrhö insbesondere aus Sicht des Hautschutzes abstreiten zu wollen, wird an dieser Stelle für einen überlegten und zeitlich auf das Notwendigste begrenzten Einsatz bei sedierten Patienten plädiert.

▶ **Stuhldrainagesysteme.** Der Einsatz von kontinuierlichen Stuhldrainagesystemen (KSS) bei Patienten mit Defäkationsproblemen wie persistierende Diarrhö oder Stuhlinkontinenz wird seit einigen Jahren auf Intensivstationen erfolgreich praktiziert. Die Systeme bestehen aus einem Darmverweilkatheter, angeschlossenen Ableitungsmaterialien, Spülzugängen und Probeentnahmeoption. Die Anwendung unterliegt einer strengen Indikationsstellung, zudem

sind eine intensive Schulung der Pflegenden und eine andauernde Überwachung von Patient und System zur Vermeidung von Komplikationen notwendig. Indikationen für den Einsatz von KSS sind:

- Vermeidung von (Wund-)Infektionen (Dermatitis, Pilzinfektionen)
- Vermeidung der Feuchtigkeitsexposition (stark anhaltende Diarrhö)
- Vermeidung von Umgebungskontamination/Kreuzkontamination (Hepatitis, VRE)
- Unvermögen einer zeitnahen Umlagerung (Adipositas, kontinuierliche Rotationstherapie)

Als Kontraindikationen für den Einsatz gelten u. a. Tumore im Rektum/Analbereich, Analstrikturen und Überempfindlichkeiten gegenüber dem Material des KSS. Die möglichen auftretenden Komplikationen sind Schleimhautverletzungen- und/oder Blutungen, Rektalnekrosen und Perforationen. Hilfreich bei der Entscheidung für den Einsatz eines kontinuierlichen Stuhldrainagesystems ist der in ▶ Abb. 14.5 dargestellte Algorithmus.

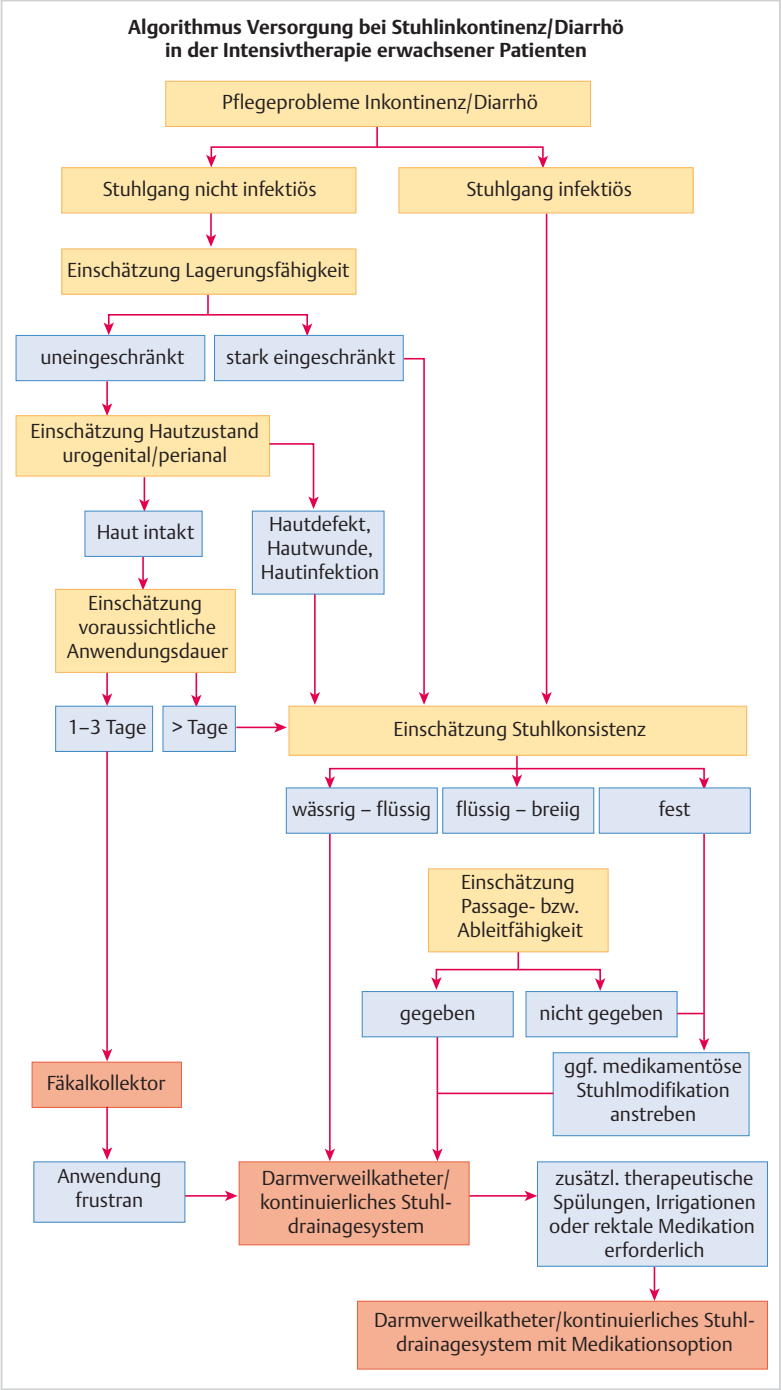


Abb. 14.5 Algorithmus Stuhlmanagement. Entscheidungshilfe für Stuhldrainagesysteme. (Müller-Wolff et al. 2013)

14.4.2 Obstipation

Definition

Obstipation ist durch eine verzögerte, seltene Stuhlausscheidung gekennzeichnet. Sie geht mit trockenem und hartem Stuhl einher.

Eine Behandlungsbedürftigkeit der Obstipation ist gegeben, wenn mind. 2 der folgenden Kriterien zutreffen:

- fortgesetzte Frequenz von weniger als 3 Stühlen pro Woche
- heftiges Pressen zur Stuhlentleerung
- harter Stuhl
- Gefühl einer unvollständigen Stuhlentleerung
- Blockadegefühl oder die Notwendigkeit einer manuellen Defäkationshilfe bei mind. einem Viertel der Defäkationsversuche (Sitzmann 2009b)

Ursachen

Für das Eintreten einer Obstipation bei kritisch kranken Patienten kommen folgende Ursachen in Betracht:

- Medikamentennebenwirkungen (Opioide, Neuroleptika, Sympathomimetika)
- Einengung des Darmlumens durch Tumore, entzündliche Erkrankungen des Darms (Morbus Crohn, Divertikulitis)
- Immobilität
- Flüssigkeitsmangel (auch bei negativer Bilanz)
- reduzierte Kraft der Bauchpresse
- Elektrolytverschiebungen (Hypokaliämie)
- neurologische Erkrankungen (Hirn- und Rückenmarksverletzungen)
- psychiatrische Erkrankungen (Depression)
- endokrine Störungen (Hypothyreose, Progesteronwirkung)
- falsche Ernährungsgewohnheiten
- Unterdrückung des Entleerungsreflexes (Zeitnot, Störung der Intimsphäre)

Es liegt auf der Hand, dass bei kritisch kranken Patienten nicht selten eine Kombination dieser Ursachen vorliegt. In der Tat ist die Obstipation die häufigste Störung der Stuhlentleerung bei Intensivpatienten.

► **Opioid-induzierte Obstipation.** Diese Obstipationsform ist die häufigste Nebenwirkung einer Opioidanalgetika-Therapie. Sie lässt sich durch den Wirkmechanismus der Opioide erklären. Opioide hemmen die Neurotransmitterfreisetzung an den μ-Rezeptoren, diese befinden sich auch im Darm (Meissnerscher und Auerbachscher Plexus). Es folgt eine Lähmung der glatten Längsmuskulatur sowie eine verstärkte Kontraktion der zirkulären glatten Muskulatur. In Kombination mit verminderter Sekretion und Propulsion des Dünndarms und eine wiederum verstärkte Kontraktion und Flüssigkeitsabsorption im Dickdarm resultiert eine spastische Obstipation. Zur Therapie wird eine Kombination aus hydragogen und osmotisch wirksamen Laxanzien empfohlen. Magrocol wird häufig zur Prophylaxe der opioid-induzierten Obstipation eingesetzt. Des Weiteren gibt es peripher wirksame Opioidrezeptor-Antagonisten wie das Naloxon oder das Methylnaltroxon. Bei dem Einsatz von Naloxon muss beachtet werden, dass die Analgesie ebenfalls aufgehoben oder zumindest deutlich reduziert wird. Methylnaltroxon kann subkutan angewandt werden und innerhalb von 4 Stunden nach Injektion die Defäkation auslösen.

Pflegerische Aufgaben bei Obstipation

Zur Verhinderung und Behandlung einer Obstipation haben sich folgende allgemeine Maßnahmen als wirkungsvoll erwiesen:

- ausreichende Flüssigkeitszufuhr
- ausreichende Bewegung
- ausgewogene ballaststoffreiche Ernährung (Anpassung der Sondenkost)
- Ursachen (z. B. Stress), die zur Unterdrückung des Stuhlgangs führen, vermeiden
- Hydrotherapie und Bauchmassage
- feucht-warme Wickel

Nicht immer können diese für die Prävention einer Obstipation sinnvollen Maßnahmen bei Intensivpatienten angewendet werden, da sie mit anderen Therapiezielen konkurrieren oder dem Zustand des Patienten nicht angemessen sind. So kann eine negative Flüssigkeitsbilanz für den pulmonalen Gasaustausch einen in der Situation höheren Stellenwert besitzen und die negativen Einflüsse auf die Stuhlentleerung müssen billigend in Kauf genommen werden. Eine Steigerung der Mobilität ist für Intensivpatienten meist nicht in dem erforderlichen Umfang herzustellen.

Laxanzien und Darmeinläufe

Weitere Optionen zur Behandlung einer Obstipation bei Intensivpatienten sind die Anwendung von Abführmittel und Darmeinläufen sowie die Applikation peristaltikfördernder Medikamente.

► **Laxanzien.** Zur Verfügung stehen Füll- und Quellstoffe, osmotisch wirksame Abführmittel, antiresorptiv und hydragog wirkende Substanzen und Gleitmittel. Eine Übersicht über die Wirkprinzipien und Wirkstoffe der Abführmittel gibt ▸ Tab. 14.4.

Da es sich bei den in der Intensivpflege angewendeten Abführmitteln i. d. R. um Arzneimittel handelt, bedürfen sie der ärztlichen Anordnung. Bei ihrer Anwendung sind mögliche Wechselwirkungen mit anderen Substanzen zu bedenken und abzuwägen. Der Einsatz abführender Maßnahmen bedarf einer klugen zeitlichen Planung durch die betreuenden Pflegepersonen, um eine Koordination mit anderen Pflegemaßnahmen sicherzustellen.

► **Darmeinläufe.** Eine weitere Möglichkeit der Behandlung einer Obstipation sind Darmeinläufe. Sie üben eine mechanische, thermische und osmotische Wirkung aus und fördern auf diesem Weg die Stuhlausscheidung. Bei kritisch kranken Patienten sollte die Anwendung von Darmeinläufen auf die Anwendung von Klistieren mit einem Flüssigkeitsvolumen zwischen 5 und 300 ml beschränkt bleiben.

► **Anregung der Darmperistaltik.** Die ärztlich angeordnete Anwendung von Medikamenten zur Anregung der Darmperistaltik stellt eine weitere Option im Bereich der Intensivpflege dar. Folgende Substanzen kommen dabei zum Einsatz:

- Metoclopramid (Gastrosil)
- Neostigmin (Prostigmin); Verlängerte Acetylcholinwirkung und Nebenfolgen wie Bradykardie und Bronchokonstriktion beachten!
- Erythromycin: Antibiotikaresistenzen; eine hochdosierte Katecholamintherapie kann die Wirkung verhindern.

Tab. 14.4 Abführmittel: Wirkprinzipien und Präparate.

Wirkprinzip	Wirksubstanz	Beispiel für Handelspräparate
Füll- und Quellstoffe	• Leinsamen • indische Flohsamen • Weizenkleie	• Agiocur • Metamucil, Mucofalk
propulsiv wirksame Abführmittel	• Anthraglykosid	• Sennaalkaloide (Liquedepur)
	• Phenolphtalein	• Bisacodyl (Dulcolax) • Natriumpicosulfat (Laxoberal)
	• Rizinusöl	• Rizinuskapseln
hydragog/osmotisch wirksame Abführmittel	• salinische Lösung	• Natriumsulfat (Glaubersalz) • Magnesiumsulfat (Bittersalz)
	• Zuckeralkohole	• Mannitol (Osmofundin) • Sorbit (Microklist)
	• Zucker	• Lactulose (Bifiteral)
	• Polyethylenglykol •	• Magrocol • Movicol
Gleitmittel	• Glycerol • dickflüssiges Paraffin • Docusat-Natrium	• Glycilax-Suppositorien • Agarol N, Obstinol M • Agaroletten

Merke

Bei der medikamentösen Anregung der Darmperistaltik ist eine engmaschige und aufmerksame Überwachung der vitalen Funktionen des Patienten geboten.

14.5 Drainagen

Matthias Grünewald

14.5.1 Thoraxdrainagen

Definition

Unter dem Sammelbegriff der Thoraxdrainage werden Pleura-, Mediastinal- oder Perikarddrainagen zusammengefasst, wobei die beiden letzteren im Zusammenhang mit herzchirurgischen Eingriffen zur Ableitung von Blut und Sekreten Verwendung finden.

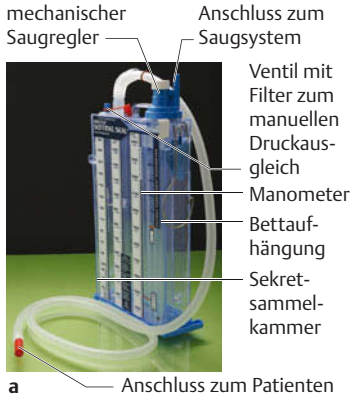
Thoraxdrainagen werden zur therapeutischen Ableitung von Blut, Sekret, Chylus oder Luft, zur Wiederherstellung des physiologischen negativen intrapleuralen Drucks oder seltener zur Spülung oder Medikamenteninstillation eingesetzt.

Eine Pleuradrainage besteht aus einem operativ in den Pleuraspalt eingebrachten Katheter und dem Ableitungssystem (▶ Abb. 14.6). Dabei beziehen sich die häufig synonym verwendeten Begriffe der Bülau- oder Monaldi-Drainage nicht auf das Drainagesystem als Ganzes, sondern auf die Form und den Punktionsort des eingebrachten Pleurakatheters. ▶ Tab. 14.5 gibt eine Übersicht über Arten, Materialien und Systeme der Pleuradrainagen. ▶ Tab. 14.6 können die häufigsten Indikationen und deren Ursachen zur Anlage einer Pleuradrainage bei kritisch Kranken entnommen werden. Eine Pleuradrainage kann unter entsprechenden hygienischen Bedingungen im Operationssaal, in der Notfallambulanz oder der Intensivstation angelegt werden.

Funktionsprinzip der Pleuradrainage

Ein-Flaschen-System

Das Grundprinzip der Pleuradrainage war bereits mit dem heute als historisch anzusehenden Ein-Flaschen-System realisiert: Flüssigkeiten und Luft sollen aus dem Pleuraspalt abgeleitet werden, ohne dass Luft wiederum über die Drainage in den Pleuraspalt gelangen kann. Um dieses Ziel zu erreichen, bedarf es eines Einwegventils, das beim Ein-Flaschen-System durch das Wasserschloss realisiert wird, indem



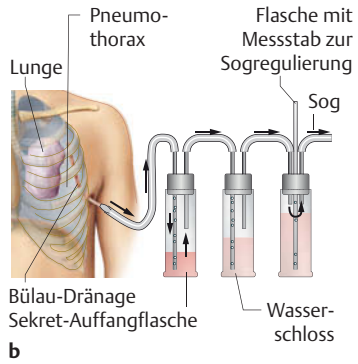


Abb. 14.6 Modernes Mehrkammersystem einer Pleuradrainage. a Mehrkammersystem Sentinel Seal. **b** Drei-Flaschen-System. (ATMOS MedizinTechnik GmbH + Co. KG)

Tab. 14.5 Übersicht über Arten, Materialien und Systeme von Pleuradrainagen.

Anwendung	Art der Drainage	Material der Drainage	Lokalisation des Katheters
Bülau-Drainage			
Ableitung von Blut, Sekret, Chylus und Luft aus der Pleurahöhle	halbgeschlossenes Ein- oder Mehrwegsystem als Ein-, Zwei- oder Drei-Flaschen-System als Saug-, Spül- oder Ableitungssystem (aktive oder passive Drainage)	• Thoraxkatheter aus PCV oder Silikon • Verbindungsschlauch aus Latex	5.–6. ICR vordere bis mittlere Axillarlinie
Monaldi-Drainage			
Pleuraspülung		Drainagesystem aus Kunststoff	2.–3. ICR in der Medioclavicularlinie
Pleurocath/Pleurocan			
Ableitung von Sekreten	Pleurakatheterset mit Einwegdrainageeinheit	Polyethylen oder Polyurethan	5.–6. ICR 2.–3. ICR

Tab. 14.6 Indikationen und Ursachen für die Anlage einer Pleuradrainage.

Indikation	Ursachen
• geschlossener und offener Pneumothorax • Hämotothorax • Hämoto-Pneumothorax	• mechanische Traumen (Stich-, Schuss- und Quetschwunden, Thoraxtrauma) • Baro- oder Volutrauma bei Überdruckbeatmung • operative Eingriffe mit Eröffnung der Pleura • weitere Lungenverletzungen
• Pleuraerguss	• seröse Flüssigkeit, Lymphflüssigkeit, Emphysem durch bronchiopulmonale Infekte • Thoraxtrauma • nosokomiale Infektionen • Lungenabszesse, Tuberkulose, Tumore • operative Eingriffe mit Eröffnung der Pleura • weitere Erkrankungen
• Chylothorax	• (Spontan-)Ruptur oder Perforation des Ductus thoracicus

das Steigrohr 2 cm in das Wasser eingetaucht wird (▶ Abb. 14.6a). Bei der Exspiration des spontan atmenden Patienten kann Luft aus dem Pleuraspalt über das Wasserschloss befördert werden, ohne dass in der Inspiration Umgebungsluft über die Drainage in den Pleuraspalt gesaugt werden kann (Kuhlmann 2002). Bei überdruckbeatmeten Patienten geschieht der Transport der Luft aus dem Pleuraspalt sinngemäß in der Inspiration.

Wird die Drainageflasche unter das Niveau des Thorax positioniert, kann Sekret aufgrund der wirksamen werden Schwerkraft abfließen (Heber-Prinzip). Durch das drainierte Sekret steigt im Ein-Flaschen-System jedoch auch der Flüssigkeitsspiegel und damit der für das Sekret zu überwindende Widerstand, sodass das Wasserschloss auf das ursprüngliche Niveau nachreguliert werden müsste (2 cm).

Zwei-Flaschen-System

Durch die Verwendung einer zweiten Flasche lässt sich dieser Nachtteil überwinden. Zwischen Wasserschloss und Patient wird eine zweite Flasche in das System eingebaut. Das Sekret verbleibt in der ersten Flasche und verändert das Wasserschloss in der zweiten nicht. Der Sog wird beim Zwei-Flaschen-System ebenso wie beim Ein-Flaschen-System passiv durch die Schwerkraft erzeugt.

Drei-Flaschen-System

Erst das Drei-Flaschen-System ermöglicht es, einen aktiven, durch eine Unterdruckquelle erzeugten Sog in das System zu integrieren. Hierzu wird eine dritte, flüssigkeitsgefüllte Flasche (Saugkontrollkammer) mit einem Steigrohr distal vom Patienten hinter die Flasche mit dem Wasserschloss eingebaut. Der Sog wird über die Eintauchtiefe des Steigrohrs in dieser dritten Flasche eingestellt (▶ Abb. 14.6b). Wenn der durch die Unterdruckquelle aktiv erzeugte Sog den über die Eintauchtiefe des Steigrohrs festgelegten Sog übersteigt, gelangt Luft über die Atmosphäre zum Ausgleich des überschüssigen Unterdrucks in das System. Der Sog erzeugt Luftblasen („Blubbern"), begrenzt den Unterdruck und hält ihn konstant.

Einwegsysteme

Neben den klassischen Systemen werden heute auch Einwegsysteme, wie z. B. das Sentinel-Seal-System, eingesetzt (▶ Abb. 14.6a). Die Systeme folgen dem Prinzip des Drei-Flaschen-Systems. Sie verfügen über Sekretkammer, Wasserschloss und die Möglichkeit der aktiven Saugung sowie im Gegensatz zum Drei-Flaschen-System über Sicherheitsventile. Die Saugkontrollkammer kann, je nach System, durch ein mechanisches Ventil ersetzt werden.

Durch Sicherheitsventile kann positiver Druck, der im System durch Abknicken oder Abklemmen des Sauganschlusses entstehen kann, entweichen, um einen positiven Druck im Pleuraspalt zu verhindern, der zu einem bedrohlichen Spannungspneumothorax führen kann.

Das Negativitätsventil verhindert bei hohem Unterdruck, dass die Flüssigkeit des Wasserschlosses in die Sekretkammer gezogen werden kann. Durch das Belüftungsventil (Hochnegativitäts-Entlastungsventil), das vor dem Wasserschloss im Bereich der Sekretkammer liegt, kann zu starker Unterdruck im Pleuraspalt entlastet werden. Wenn z. B. der Unterdruck von –15 auf –10 cmH_2O gesenkt werden soll, reicht es nicht, den aktiven Sog zu reduzieren, da sich dadurch der Unterdruck im Pleuraspalt nicht ändert (Kuhlmann 2002). In dieser Situation kann durch das Betätigen dieses Ventils eine tatsächliche Druckminderung im Pleuraspalt erreicht werden.

Den Aufbau des Drei-Flaschen-Systems und des Sentinel-Seal-Systems zeigt ▶ Abb. 14.6.

In der letzten Zeit wurden flüssigkeitsfreie Systeme entwickelt, die aus einer batteriebetriebenen Saugpumpe, Einwegbehältern und dem Verbindungsschlauch bestehen. Sie sind mit einem elektronischen Mess- und Überwachungssystem ausgestattet. Die Systeme sind aufgrund ihrer Unabhängigkeit von den zentralen Unterdrucksystemen mobiler als die herkömmlichen Drainagesysteme.

Pflegerische Aufgaben im Zusammenhang mit Pleuradrainagen

Pflegerische Aufgaben bei liegender Pleuradrainage sind an erster Stelle die Beobachtung und Dokumentation der Drainagemenge und der Beschaffenheit des Sekretes. Daneben ist es wichtig, die Eintrittstelle der Drainage regelmäßig auf Zeichen einer Infektion zu untersuchen und sie mit einem sterilen Verband zu versorgen. Daneben fallen Aufgaben in Bezug auf das Drainagesystem selbst an:

- Beobachtung und Kontrolle der korrekten Funktion
- Beobachtung und Kontrolle der Dichtigkeit des Systems
- Kontrolle des eingestellten Unterdrucks

Merke

Blubbern im Bereich des Wasserschlosses deutet auf eine bronchopulmonale Fistel hin. Die Drainage darf in dieser Situation nicht abgeklemmt werden, da die Gefahr eines Spannungspneumothorax besteht.

Transport eines Patienten mit Pleuradrainage

Werden Patienten mit Überdruck beatmet, besteht jederzeit die Gefahr eines Spannungspneumothorax, wenn die Drainage (auch nur für kurze Zeit) abgeklemmt wird. So dürfen bei diesen Patienten Pleuradrainagen grundsätzlich nicht (auch nicht für einen Transport!) abgeklemmt werden. Da üblicherweise bei einem Transport keine aktive Sogquelle zur Verfügung steht, muss das Drainagesystem unterhalb des Drainagekatheters positioniert werden, um einen passiven, durch Schwerkraft erzeugten Sog nutzen zu können. Bei Transporten muss das Drainagesystem sicher fixiert werden, um versehentliche Dekonnektionen oder Beschädigungen des Systems zu verhindern.

Merke

Die sekretführenden Schläuche sollten nicht in langen Schlaufen durchhängen, da sich hier Flüssigkeitssäulen bilden, deren hydrostatischer Druck vom Unterdruck im Drainagesystem subtrahiert werden muss.

Wechsel des Systems

Ist die Sekretkammer eines Systems gefüllt, wird ein Wechsel des Systems oder der Sekretflasche erforderlich. Hierbei stellt sich die Frage, ob die Drainage patientennah abgeklemmt werden soll, um einen Eintritt von Luft über die Drainage in den Pleuraspalt zu vermeiden. Diese Handlungsweise ist bei spontan atmenden Patienten richtig, da hier in der Inspiration ein negativer Druck aufgebaut wird und Luft in den Pleuraspalt eindringen kann.

Bei überdruckbeatmeten Patienten ist diese Handlungsweise nicht angebracht, da in dieser Situation jederzeit ein entlastungsnotwendiger Überdruck im Pleuraspalt besteht. Das Abklemmen der Drainage würde also zum Risiko des Spannungspneumothorax und damit zur Gefährdung des Patienten führen.

Einstellen der Sogstärke

Abschließend soll noch ein Bereich angesprochen werden, der in der Praxis häufig zu Verwirrungen führt. Es kann nicht selten beobachtet werden, dass Anwender der Auffassung sind, dass eine Pleuradrainage umso besser funktioniert, desto stärker die Drainage blubbert. Tatsächlich ist es so, dass ein stärkeres Blubbern zwar nicht zu einer verbesserten Funktion der Drainage, wohl aber zu einer stärkeren Belästigung der Patienten durch Lärm führt.

Entfernen einer Pleuradrainage

Das Entfernen einer Pleuradrainage ist eine ärztliche Tätigkeit. Nach einer Röntgenkontrolle wird der Sog abgestellt. Nicht selten wird die Drainage zu diesem Zeitpunkt abgeklemmt. Nach 24 h wird eine erneute Röntgenkontrolle durchgeführt. Ist der Befund unauffällig, kann die Drainage entfernt werden und die Austrittsstelle wird mit einer Hautnaht und einem Verband versorgt.

Beim Entfernen einer Pleuradrainage ist unbedingt auf eine ausreichende Analgesie des Patienten zu achten, da es sich um eine äußerst schmerzhafte Intervention handelt.

14.5.2 Wunddrainagen

Definition

Wunddrainagen leiten Wundsekret, Blut oder Eiter aus Operationswunden und Körper- oder Wundhöhlen zu präventiven oder therapeutischen Zwecken.

Je nach Lokalisation und Indikation für die Wunddrainage werden folgende Ziele angestrebt:

- Ansammlung von Körpersekreten verhindern (Blut, Wundsekret, Eiter und Lymphe).
- Abszessbildung bei infizierten Wundhöhlen vorbeugen.
- Nahtinsuffizienz bei Anastomosen des Magen-Darm-Traktes erkennen.
- Gallenflüssigkeit bei Cholezystektomie oder Gallengangsrevisionen ableiten.
- Wundinfektionen vorbeugen.
- Wundheilung verbessern.

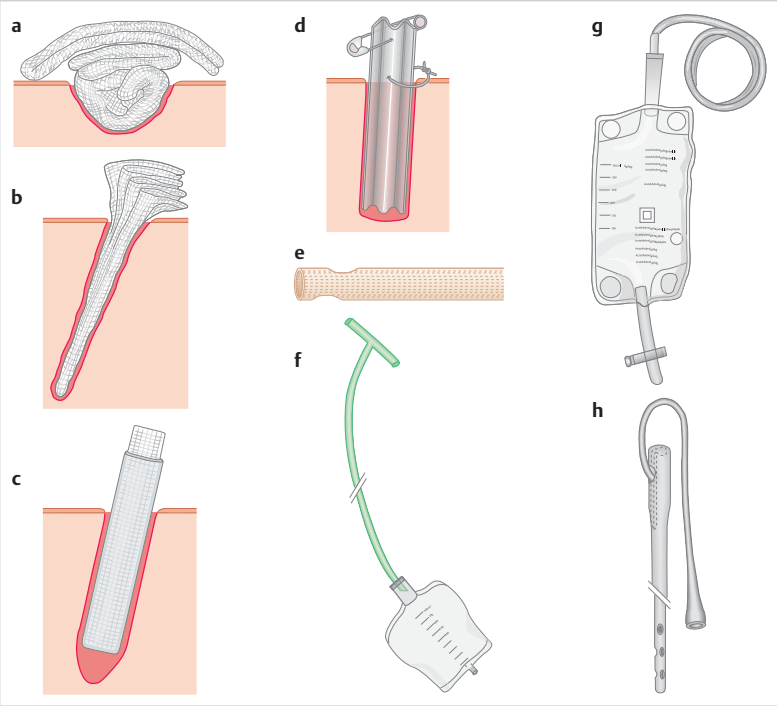


Abb. 14.7 Wunddrainagearten.
a Tamponade.
b Gazedocht.
c Penrose-Drain.
d Gewellter Plattendrain (angenäht und mit Sicherheitsnadel gesichert).
e Silikonkapillardrain („Easy-Flow“).
f T-Drain.
g Robinson-Drainage.
h Spül-Saug-Drainage-Katheter.

Einteilung

Wunddrainagen werden in Beziehung zur Raumluft in offene, halboffene/halbgeschlossene Systeme eingeteilt. Der Sekretabfluss kann aktiv durch einen Sog oder passiv erfolgen. Eine Übersicht über verschiedene Wunddrainagen geben ▶ Tab. 14.7 und ▶ Abb. 14.7. Weiterführende Informationen finden sich bei Schewior-Popp et al. (2012).

Pflegerische Aufgaben im Zusammenhang mit Wunddrainagen

Bei der Pflege von Intensivpatienten mit Wunddrainagen können in Absprache mit dem behandelnden Arzt folgende Aufgaben von Intensivpflegenden wahrgenommen werden:

- Durchführung der Verbandwechsel
- Überwachung, Einschätzung und Dokumentation der Menge und Beschaffenheit des Wundsekretes
- Kontrolle des Drainagesystems auf Funktionsfähigkeit
- Wechseln von Sekretbeuteln und -flaschen
- Assistenz beim Entfernen einer Drainage

Bei allen pflegerischen Maßnahmen im Zusammenhang mit der Versorgung von Wunddrainagen sind die Prinzipien der Krankenhaushygiene (S. 366) und der Wundbehandlung (S. 272) zu beachten.

Tab. 14.7 Übersicht über Wunddrainagen.

Anwendung	Drainageart	Drainagematerial	Lokalisation
Langrohrdrainage			
abdominelle Ziel- bzw. Sicherheitsdrainage	passive halbgeschlossene/-offene Schwerkraftdrainage	Latex (gelbes Drain) mit glatter Innenfläche, Weichgummi (rotes Drain), Silikon	in der Nähe von intestinalen Anastomosen, Milzloge
konventionelle Schlauchdrainage nach operativen Eingriffen	passive halbgeschlossene/-offene Schwerkraftdrainage	Latex (gelbes Drain), Silikon, Drainagen werden entsprechend vorbereitet (versetzte Augen [Perforationen], die aber nicht über den Situs-Drain reichen)	subphrenisch (li.), subhepatisch (re.), Douglas-Raum (li. und/oder re.), Bursa omentalis (großes Netz), retroperitoneal
Kurzrohrdrainage			
konventionelle gekürzte Schlauchdrainage nach operativen Eingriffen insbesondere bei Abszessbehandlung	passive offene Ablauf- oder Kapillardrainage	Latex, Weichgummi, Silikon	Abszesshöhlen, Wundhöhlen (zur Sicherung der Granulation)
Robinson-Drainage			
Schlauchdrainage, die in allen operativen Fachdisziplinen zur Anwendung kommt	passive geschlossene Schwerkraftdrainage mit Lippenventil (verhindert Sekretreflux in die Wunde)	Silikon (abgerundete weiche Spitze mit seitlich versetzten, trichterförmigen Perforationen u. Röntgenkontraststreifen)	abhängig von der durchgeführten Operation
Easy-Flow-Drainage (Drainagerohr, Drainagestreifen)			
abdominelle Schlauchdrainage z. B. zur Abszessbehandlung, auch als Zieldrain bei Anastomosen	passive halbgeschlossene (nur Drainagerohr) oder offene Kapillardrainage	Silikon (die unterschiedlich breiten Innenrillen fördern die Kapillarwirkung)	Platzierung des Drainagerohrs im Bereich empfindlicher Gewebestrukturen wie Gefäße und Bauchorgane, Drainagestreifen werden in Abszess- oder Wundhöhlen eingelegt
Penrose-Drain (Drainagerohr, Lasche)			
Schlauchdrainage oder Lasche	passive meist offene Docht- oder Kapillardrainage (Dochtwirkung durch Mullstreifen im Innenlumen)	Weichgummi	Abszess- und/oder Wundhöhlen
T-Drainage			
T-förmige kleinlumige (Langrohr-) Drainage bei Choledochusrevision	passive halbgeschlossene/-offene Schwerkraftdrainage	Naturgummi (Vorteil: Fibrinisierung, Verklebung um die Drainage), Latex (Kurzzeitableitung), Silikon (nur als Langzeitdrainage nach Tumoroperationen)	Ductus choledochus, Ductus hepaticus
Schlürf-Drainage			
Ansammlung größerer Mengen von Exkreten (Kot, Galle, Urin) bei Dünndarmfisteln, Urinfisteln, Choledochus-Leckage und „offenem Bauch“	mit Sog versehene therapeutische Niedervakuumdrainage	PVC, Latex (Latexdrainagen müssen mehrmals täglich manuell gespült werden, um ein Ansaugen an die Wundfläche zu verhindern)	Drainage liegt nicht in einer Körperhöhle, sondern oberflächlich in einer Wunde
Redon-Drainage			
nicht zusammendrückbarer, mit zahlreichen Öffnungen versehener Kunststoffschlauch mit Vakuumflasche	kontinuierliche, nicht regelbare überwiegend geschlossene Saugdrainage	PVC oder Polyurethan in der Ausführung als Einmalmaterial	Anwendung im Bereich von Operationswunden subfazial im Bereich von Muskeln und Knochen, im subkutanen Gewebe oder intraperitoneal

14.6 Extrakorporale Nierenersatzverfahren

Christian Hackmann

14.6.1 Einleitung

Die akute Nierenfunktionsstörung (acute kidney injury; AKI) stellt nach wie vor eine der häufigsten Organfunktionsstörungen bei kritisch kranken Patienten dar. Bis zu einem Drittel aller Intensivpatienten entwickeln ein AKI, während bei ca. 8 % dieser Patienten innerhalb ihrer Behandlung ein Nierenersatzverfahren zum Einsatz kommen muss (Kindgen-Milles u. Pannen 2013). Maschinelle Nierenersatzverfahren haben so bei fortschreitender technischer Entwicklung im klinischen Alltag auf der Intensivstation stetig an Bedeutung gewonnen.

Wenngleich sich immer ausgereiftere und sicherere apparative Möglichkeiten der Nierenersatztherapie bieten, ist ein fundiertes Verständnis der angewandten, teils komplexen Verfahren mit ihren speziellen Optionen und Risiken unerlässlich, um deren Benefit für den Patienten voll auszuschöpfen und eine sichere Betreuung des Patienten zu gewährleisten.

14.6.2 Verfahren

Als primäres Standardverfahren gilt im Intensivbereich i. d. R. noch die kontinuierliche Nierenersatztherapie (continous renal replacement therapy, CRRT). Vielerorts stehen daneben auch die klassische intermittierende Hämodialyse (IHD) und zunehmend „hybride" Verfahren zur Verfügung. Letztere sind bezüglich der Behandlungsdauer und -intensität zwischen IHD und CRRT zu sehen.

Weiterführende Informationen zu den kontinuierlichen Nierenersatzverfahren im Speziellen und zu grundlegenden Mechanismen finden Sie in Kap. „Intensivmedizinische Versorgung von Patienten mit Erkrankungen der Niere" (S. 516). Die intermittierenden Hämodialyseverfahren und die Hybridverfahren werden im Folgenden charakterisiert.

Intermittierende Hämodialyse

Wie die Terminologie bereits verrät, handelt es sich hierbei um eine mit Behandlungsunterbrechungen in festgesetzten Zeitintervallen zur Anwendung kommende Hämodialyse, wie sie auch bei chronisch nierenersatzpflichtigen Patienten in der Dialysepraxis betrieben wird. Diffusion und Osmose sind dabei die bestimmenden Prinzipien des Stoffaustausches. Um die Effizienz zu erhöhen, werden Blut und Dialysat im Gegenstromprinzip an der semipermeablen Membran des Dialysators vorbeigeleitet, was jedoch auch für alle anderen Verfahren gilt. Der Flüssigkeitsentzug wird technisch durch einen verminderten Druck auf Dialysatseite im Vergleich zur Blutseite realisiert. Bestimmend für den Flüssigkeitsentzug ist der sog. *Transmembrandruck.*

Definition

Der Transmembrandruck (TMP in mmHg) beschreibt vereinfacht den Druckgardient zwischen der Blut- und der Dialysatseite innerhalb eines Dialysators. Ein höherer TMP führt zu einem vermehrten „Abpressen" von Effluat und damit zu einem erhöhten Flüssigkeitsentzug, wobei dieser jedoch auch von den Membraneigenschaften des Dialysators abhängig ist.

Die Dialysierflüssigkeit wird hier aus speziell aufbereitetem Wasser (Osmoseanlage) gewonnen, dem mittels eines Konzentrats definierte Mengen an Elektrolyten und Puffersubstanzen zugesetzt werden. So kann das Dialysat auf die individuellen Erfordernisse des Patienten kalibriert werden.

Neben dem Behandlungsmodus unterscheidet die IHD von der CRRT in erster Linie die deutlich höheren Blut- (ca. 200–300 ml/min) und Dialysatflüsse (ca. 500 ml/min). Aufgrund dieser hohen Umsatzraten gewährleistet die IHD einen zügigeren Therapieeffekt als kontinuierliche Verfahren. Bei potenziell lebensbedrohlichen Zuständen, wie z. B. der Hyperkaliämie oder bestimmten Intoxikationen, ist dies von Vorteil. Ferner können dialysefreie Zeiten für Mobilisation und diagnostische Maßnahmen genutzt werden. Nachteilig sind jedoch die negativen hämodynamischen Auswirkungen, die eine Anwendung bei kreislaufinstabilen Patienten erschweren, besonders, wenn in kurzer Zeit viel Volumen entzogen werden muss. Durch die hohe Stoffaustauschrate besteht ferner die Gefahr des *Dysäquilibrium-Syndroms*, was den Einsatz ebenso limitiert, wie bei Patienten mit Hirnödem und erhöhtem Hirndruck. Darüber hinaus müssen bestimmte technische Voraussetzungen zur Wasservorbereitung gegeben und geschultes (Dialyse-)Personal vorhanden sein, was die Einsatzmöglichkeiten von infrastrukturellen Gegebenheiten abhängig macht.

Hybridverfahren

Die Extended Dialysis (ED) vereint Vorteile von IHD und CRRT durch lange Dialysezeiten (8–16 h/d) und langsamere Blut- (100–150 ml/min) und Dialysatflüsse (100–300 ml/min). Im Vergleich zur IHD zeigt sich die Hämodynamik weniger beeinträchtigt und der Wasser- und Elektrolythaushalt weniger schwankend, bei gleichzeitig höherer Dialysedosis und größerem Flüssigkeitsentzug als bei CRRT-Verfahren. Ferner bleiben die Vorteile eines dialysefreien Intervalls, besonders, wenn ED nachts eingesetzt wird. In der Literatur werden uneinheitlich verschiedene Akronyme für diese Verfahren verwendet:

- SLED (slow extended dialysis; sustained low-efficiency dialysis)
- SLEDD (slow extended daily dialysis; sustained low-efficiency daily dialysis)
- PIRRT (prolonged intermittent renal replacement therapy)

Extended Dialysis ist mit normalen Dialysegeräten möglich oder mit dem GENIUS®-System, einer technisch einfacheren Konstruktion (▶ Abb. 14.8).

Das vorgewärmte Dialysat wird hier im 90l fassenden, isolierten Tank bereitgestellt und kann in der Zusammensetzung auf die speziellen Erfordernisse des Patienten kalibriert werden. Ein Wasseranschluss vor Ort bzw. industriell gefertigte Dialysatbeutel entfallen also. Durch einen integrierten UV-Strahler werden

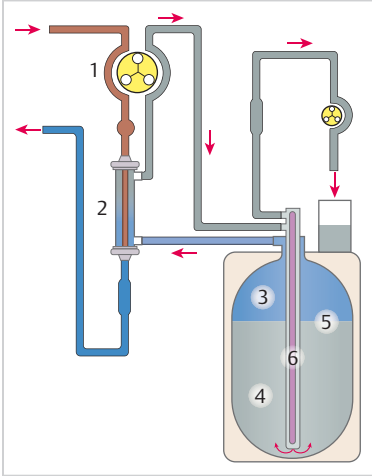


Abb. 14.8 Genius®-System. (1) Doppelschlauchpumpe, (2) Dialysator, (3) unbenutztes Dialysat, (4) verbrauchtes Dialysat, (5) Grenzschicht, (6) Quarzrohr mit UV-Strahler. (mod. n. Kielstein 2010)

beim Betanken verschleppte Mikroorganismen sicher abgetötet. Die Dialysierflüssigkeit wird aus dem oberen Bereich des Tanks entnommen und nach Dialysatorpassage über ein Quarzrohr in den unteren Anteil des Tanks zurückgeführt. Aufgrund von Dichte und Temperaturunterschieden entsteht eine physikalische Trennung, somit bleibt das benutze Dialysat vom Unverbrauchten separiert. Eine Doppelschlauchpumpe bewegt dann sowohl das Dialysat als auch das Patientenblut im Gegenstromprinzip durch die Dialysatorkapillaren.

Durch geringere Materialkosten und das den Arbeitsaufwand reduzierende, einfache System, lässt sich bei adäquater Geräteauslastung und gezieltem Personaleinsatz eine deutliche Kostenreduktion im Vergleich zu IHD und CRRT erzielen (Kielstein 2010).

Vergleich

In den AKI-Guidelines der KDIGO (kidney disease: improving global outcomes), einer internationalen Arbeitsgruppe zur Entwicklung von Behandlungsleitlinien, liegen keine klaren Empfehlungen vor, welches Verfahren bei welcher klinischen Konstellation primär einzusetzen ist. So wird angeraten, die vorgestellten Verfahren „komplementär" einzusetzen. Im Falle hämodynamischer Instabilität oder einer akuten Hirnschädigung (erhöhter Hirndruck, generalisiertes Hirnödem) wird angeregt, den kontinuierlichen Verfahren gegenüber den intermittierenden den Vorzug zu geben. Es bleibt also situativ abzuwägen, welches Verfahren in der gegen-

Tab. 14.8 Charakteristika, Vor- und Nachteile der einzelnen Nierenersatzverfahren (mod. n. Jörres 2013 u. Kielstein 2010).

Merkmal	CRRT	PIRRT	IHD
Stofftransport	konvektiv/diffusiv	diffusiv	diffusiv
Dialysatfluss	niedrig	mäßig	hoch
Bedarf an Antikoagulation	kontinuierlich	intermittierend	intermittierend
hämodynamische Stabilität	sehr gut	sehr gut	schlecht
Risiko für Dsysäquilibrium oder Hirnödem	sehr gering	gering	erhöht
Notfallbehandlung bei Elektrolytentgleisung	nicht geeignet	wenig geeignet	sehr gut geeignet
Thrombozytenaktivierung/-verlust	hoch	mäßig	gering
Fiebersenkung	sehr gut	gut	schlecht
Mobilisation	eingeschränkt möglich	im freien Intervall uneingeschränkt	im freien Intervall uneingeschränkt
Verlust von Spurenelementen/Elektrolyten	erhöht	mäßig	mäßig
Dialysefachpersonal	nicht erforderlich	zeitweise erforderlich	erforderlich
pflegerischer Aufwand	hoch	gering	hoch
Materialkosten	sehr hoch	gering	gering

wärtigen Patientensituation das geeignetste ist (Jörres 2013).

▶ Tab. 14.8 fasst einige Charakteristika sowie Vor- und Nachteile der einzelnen Verfahren zusammen.

14.6.3 Antikoagulation

Der fortwährende Kontakt des Blutes mit körperfremden Oberflächen (z. B. Dialysekatheter, Schlauchsystem, Dialysatormembran) während eines Nierenersatzverfahrens führt zu einer Aktivierung der Blutgerinnung. Thrombosierungen innerhalb des Systems sind die Folge und somit Ursprung für ein mögliches Clotting im Dialysator, was die Betriebszeit deutlich reduzieren kann, ebenso wie der Verlust der Membranpermeabilität. Weitere auslösende Faktoren für die Aktivierung des Gerinnungssystems sind der Kontakt mit Luft (z. B. in der Luftfalle) oder strömungsmechanische Störungen (z. B. an Konnektionsstellen).

Merke

Um Thrombosierungen rechtzeitig zu erkennen, sollten Dialysator, Luftfallen, Schlauchsystem und Konnektionsstellen regelmäßig visuell auf Koagel überprüft werden. Ein kontinuierlich steigender TMP kann ebenfalls Ausdruck für ein Clotting in der Kapillare sein. Hier sind rechtzeitig Retransfusion und Systemwechsel in Erwägung zu ziehen.

Bei Patienten mit einem erhöhtem Blutungsrisiko oder einer bereits etablierten effektiven Antikoagulation auf dem Boden einer anderen Erkrankung, wird für die Nierenersatztherapie unter bestimmten Voraussetzungen nicht zwingend ein zusätzliches Antikoagulanz benötigt.

Patienten mit ungestörter Gerinnungssituation und ohne besonderes Blutungsrisiko benötigen jedoch i. d. R. besonders bei kontinuierlichen Verfahren eine Antikoagulation, um die o. g. Mechanismen zu minimieren. Hierfür stehen verschiedene Methoden zur Verfügung.

Heparine

Es können hier sowohl unfraktionierte als auch niedermolekulare Heparine zum Einsatz kommen. Zum Gerinnungsmonitoring sind dabei in fortwährenden Abständen geeignete Laborparameter nach ärztlicher Anordnung zu bestimmen. Wesentliche Nebenwirkungen einer systemischen Antikoagulation mit Heparin sind zum einen Blutungskomplikationen, zum anderen die Ausprägung einer heparininduzierten Thrombozytopenie (HIT). Dabei kann je nach Typ der umgehende Wechsel auf eine Therapie mit direkten Thrombininhibitoren (z. B. Argatroban) erforderlich werden.

Um Blutungen rechtzeitig zu erkennen, ist eine regelmäßige Inspektion von Wunden, Drainagen, Haut und Schleimhäuten obligat. Ist das Auftreten in einer Überdosierung von Heparin begründet, kann als Antidot Protamin eingesetzt werden. Zu beachten ist dabei die Gefahr anaphylaktischer Reaktionen. Bei schweren Blutungen kann jedoch auch die Gabe von Frischplasma oder sogar rekombinanten Faktor VII zu erwägen sein.

Regionale Zitratantikoagulation

Besonders bei CRRT-Verfahren gewinnt die regionale Zitratantikoagulation (RCA) zunehmend an Bedeutung. Vorteilhaft zeigen sich u. a. ein reduziertes Blutungsrisiko und längere Filterstandzeiten durch ein vermindertes Auftreten von Clotting-Problemen (Lanckohr et al. 2013). Dazu wird korrelierend zum Blutfluss prädilutiv Natriumzitrat-Lösung in den extrakorporalen Kreislauf infundiert, welche ionisiertes Kalzium bindet, das auf verschieden Ebenen für Gerinnungsprozesse notwendig ist und somit dafür nicht mehr zur Verfügung steht. Um den Zitratbedarf so gering wie möglich zu halten, werden üblicherweise kalziumfreie Dialysatlösungen eingesetzt. Ein Anteil der entstehenden Kalzium-Zitrat-Komplexe wird nach Membranpassage über das Effluat ausgeschieden, der verbliebene Rest gelangt in den Körperkreislauf und wird unter Freisetzung von Bikarbonat und Natrium in erster Linie hepatisch metabolisiert. Zur Kompensation dialysebedingter Kalziumverluste wird dem Blut nach Durchlaufen des Dialysators, vor Rückführung in den Körperkreislauf, wieder Kalzium per Infusion zugesetzt. In die Systemplattformen moderner CRRT-Geräte sind für Zitrat- und Kalziumzugabe separate Pumpen integriert, die eine menügeführte Therapiesteuerung ermöglichen.

Nichtsdestotrotz bedarf diese Therapieform engmaschiger Überwachung. Die Kalziumkonzentration im extra- und intrakorporalen Kreislauf ist regelmäßig zu kontrollieren, um eine ausreichende Antikoagulation bzw. Kalziumsubstitution zu gewährleisten. Daneben sind zur Erkennung von Hypernatriämie, Hypomagnesiämie und metabolischer Alkalose Elektrolyt- und Säure-Basen-Haushalt zu monitorieren. Eine Akkumulation des Zitrats bei unzureichender hepatischer Clearence kann indirekt durch Bestimmung des Gesamtkalziums festgestellt werden, das auch am Zitrat gebundenes Kalzium erfasst. Zeigt sich das Gesamtkalzium er-

höht, bei gleichbleibenden Werten für ionisiertes Kalzium, spricht dies für die Entwicklung einer Zitratintoxikation, die erkannt und behandelt werden muss.

14.6.4 Gefäßzugang

Ein stabiler und ausreichend hoher Blutfluss im extrakorporalen System ist eine essenzielle Voraussetzung zur Gewährleistung einer effektiven Nierenersatztherapie. Neben anderen Faktoren wird dieser durch einen gut funktionierenden Gefäßzugang determiniert. Als primärer Zugang bei Patienten mit AKI kommen im Intensivbereich großlumige **nicht getunnelte Dialysekatheter** zum Einsatz, wie der klassische Shaldon-Katheter. Katheterdesign und -material haben ebenso Auswirkung auf die Flusseigenschaften wie Insertionsstelle und Volumenstatus. Als vorteilhaft haben sich doppellumige Stufenkatheter mit möglichst laminarem Strömungsprofil und vergleichsweise großem Innendurchmesser gezeigt (▶ Abb. 14.9).

▶ **Punktionsorte.** Hinsichtlich der Gefäßtopografie ist die rechte V. jugularis interna der günstigste Punktionsort, da auf relativ kurzem und geradem Weg eine zentrale Lage der Katheterspitze ermöglicht wird. Die Katheteranlage über die V. subclavia ist mit vielen Komplikationen vergesellschaftet und sollte möglichst vermieden werden. Aus hygienischen Gesichtspunkten erscheint eine Katheterisierung der V. femoralis als die ungeeignetste Variante, daher sollten hier längere Katheterliegezeiten umgangen werden.

▶ **Flussprobleme.** Bei unzureichendem Volumenstatus kann es je nach Katheterposition zu Ansaugphänomenen kommen, die immer wieder zu Therapieunterbrechungen führen und somit die Effektivität des Verfahrens und die Filterstandzeit negativ beeinflussen können. Ein Wechsel der Schenkel auf einen inversen Anschluss ist hier zur Abhilfe ungeeignet. Je nach Katheterdesign und -position kann es so zu einem Rückstrom gerade gereinigten Blutes in den Dialysator (Rezirkulation) kommen, was die Dialyseeffektivität ggf. erheblich minimiert. Besser, wenn auch nicht nachteilsfrei, sind hier eine vorsichtige Reduktion der Blutflussgeschwindigkeit oder des Flüssigkeitsentzuges.

▶ **Hygiene und Verbandswechsel.** Hinsichtlich der Katheteranlage und den Anforderungen an Verbandswechsel und Handling gelten prinzipiell die gleichen Hygieneempfehlungen wie für zentrale Venenkatheter. Kommen diskontinuierliche Nierenersatzverfahren zum Einsatz, sollte jedoch nach jeder Dialyse ein Verbandswechsel erfolgen. Essenziell ist aber in Anbetracht des großen Katheterlumens und der kanülierten großen Gefäße, die sichere Fixierung des Katheters, um einem akzidentellen Entfernen vorzubeugen. Generell ist die Manipulationsrate am Katheter so gering wie möglich zu halten, daher sollten diese Zugänge bestenfalls auch im dialysefreien Intervall nicht für Infusionen und Blutentnahmen genutzt werden. Bei Verdacht auf eine katheterassoziierte Septikämie ist der befallene Katheter zu entfernen, die Spitze nach Möglichkeit einer mikrobiologischen Untersuchung zuzuführen und an anderer Stelle neu zu insertieren.

Getunnelte Dialysekatheter

Bei voraussichtlich länger andauernder Dialysepflichtigkeit kann die Anlage eines getunnelten Dialysekatethers (▶ Abb. 14.10) in Erwägung gezogen werden, da hier die Infektraten wesentlich geringer sind (Schindler 2010). Jedoch empfiehlt sich die Anlage nur bei stabiler Infektsituation, da sich hier ein Katheterwechsel deutlich aufwendiger darstellt.

Auf dem Markt sind zahlreiche Katheter verschiedenen Designs und Materials verfügbar. Die Anlage erfolgt offen-chirurgisch oder perkutan-interventionell mittels Seldinger-Technik. Bevorzugtes Gefäß ist auch hier die rechte V. jugularis interna oder externa. Die Katheterspitze kommt im rechten Vorhof zu liegen, wobei durch den tunnelierten Verlauf zwischen Austrittsstelle aus dem Gefäß und Austritt aus der Haut eine vor Keiminvasion schützende Distanz geschaffen wird. Diese Vorhofkatheter sind unbedingt ausschließlich zur Dialyse zu verwenden und werden im interdialytischen Intervall mit einer geeigneten Lock-Lösung („Katheterschloss“) geblockt, wobei klinikinternen Standards Folge zu leisten ist. In der Literatur werden dazu verschiedene Lösungen diskutiert. Meiste Verbreitung finden jedoch anscheinend Heparin und Zitrat, dem neben einer antithrombotischen Wirkung auch ein antiinfektiver Aspekt zugeschrieben wird.

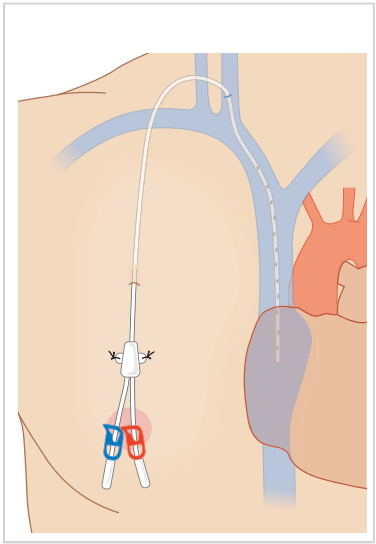


Abb. 14.10 Vorhofkatheter.

Merke

Eine versehentliche Injektion eines „Zitratblocks“ muss durch ausreichende Aspiration bzw. volumengenaue Installation unbedingt vermieden werden, da dies in Abhängigkeit zur Konzentration bedeutende Herzrhythmusstörungen auslösen kann! Füllvolumina sind immer werkseitig auf dem Katheter angegeben.

Verbandswechsel sollten auch hier nach jeder Dialyse erfolgen, einhergehend mit einer genauen Inspektion der Austrittsstelle, zur Infektionserkennung.

Arteriovenöse Fistel (Cimino-Shunt)

Die arteriovenöse Fistel (Cimino-Shunt) ist der Gefäßzugang der ersten Wahl bei Patienten mit chronischer Dialysepflichtigkeit und wird i. d. R. im Intensivbereich seltener von Bedeutung sein, sofern Patienten diesen nicht schon im Vorfeld des Aufenthalts bei manifester chronischer Nierenfunktionsstörung erhalten haben. Der Einsatz im intensivtherapeutischen Setting unterliegt jedoch einigen verfah-

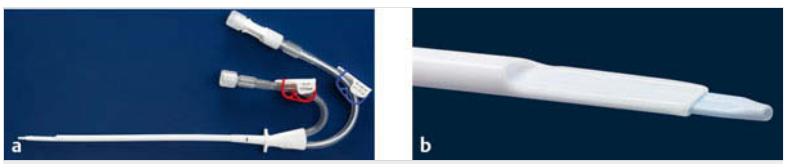


Abb. 14.9 Doppellumiger Highflow-Katheter. (Fa. Achim Schulz-Lauterbach VMP, Iserlohn)
a Highflow-Doppelumen-Dialysekatheter mit Innenmandrin.
b Katheterspitze.

renstechnischen Limitierungen und bedarf der engen Zusammenarbeit mit dem Dialysefachpersonal. Generell ist jedoch zu berücksichtigen, dass am Shuntarm keine Blutdruckmessungen, Blutentnahmen und andere venöse Kanülierungen erfolgen dürfen. Auf ein intaktes Hautmilieu ist besonders zu achten. Damit der Blutfluss im Shunt nicht von außen unterbrochen wird, ist eine druckfreie Positionierung des Armes zu gewährleisten. Durch Auskultation sollte regelmäßig die Shuntfunktion überprüft werden, wobei ein charakteristisches Gefäßgeräusch („Schwirren") hörbar sein muss. Ein ungewöhnliches oder fehlendes Shuntgeräusch gibt Anhalt für eine Shuntthrombose, z. B. auf dem Boden einer Hypotonie, die umgehend der weiteren Diagnostik und Behandlung bedarf.

14.6.5 Gerätebetrieb und Therapiemanagement

Der Anschluss des Patienten an das Nierenersatzverfahren ist als ärztliche Aufgabe anzusehen, die vielerorts an Pflegende delegiert wird. Indikationsstellung und Festlegung der Therapieparameter obliegen ausschließlich dem ärztlichen Dienst, ebenso wie Veränderungen der Geräteeinstellungen während des laufenden Betriebs, sofern diese nicht durch einen klinikinternen Standard geregelt sind.

Merke

Alle Geräte zum apparativen Nierenersatz unterliegen dem Medizinproduktegesetz (MPG) sowie der Medizinprodukte-Betreiberverordnung (MPBetreibV) und dürfen somit nur von Personen angewendet werden, die durch den Hersteller oder eine von ihm beauftragte Person in die sachgerechte Handhabung des Gerätes eingewiesen worden sind.

Beim Aufbau, Vorspülen und im laufenden Betrieb sind den vom Hersteller angegebenen Vorgehensweisen sorgfältig Folge zu leisten, um eine maximale Patientensicherheit zu gewährleisten. Gleiches gilt für hygienische Vorgaben bei Manipulationen am System, wie z. B. Lösungsbeutel-Wechsel oder Herstellen von Konnektionen zur Minimierung der Besiedelung des Systems mit Mikroorganismen (▶ Abb. 14.11). Das Schlauchsystem sollte einer optischen Prüfung jederzeit zugänglich sein. Dabei sind sämtliche Verbindungsstellen in regelmäßigen Abständen auf festen Sitz hin zu kontrollieren, um versehentliche Dekonnektionen zu vermeiden, denn diese können u. U. mit erheblichem Blutverlust einhergehen. Zudem hat sich gezeigt, dass eine adäquate und zügige Reaktion auf Gerätealarme die Filterstandzeit signifikant positiv beeinflusst (Joannidis u. Oudemans-van Straaten 2007) ▶ Tab. 14.9 fasst dazu exemplarisch charakteristische Alarmsituationen zusammen.

Abb. 14.11 Wie auch im Umgang mit zentralvenösen Kathetern sind beim Handling des Schlauchsystems des extrakorporalen Kreislaufs Hygienegrundsätze streng zu beachten.

Um bei etwaigen Anzeichen eines Filterclottings ggf. schnell reagieren zu können, sind am Behandlungsplatz zur Retransfusion, sofern diese noch möglich ist (Thrombosierungen, Koagel?), zwei armierte Klemmen und ein Spüllösungsbeutel bereit zuhalten. Muss ein geclottetes System ohne Retransfusion gewechselt werden, entsteht ein vermeidbarer Blutverlust von bis zu 200 ml. Trotz adäquater Antikoagulation ist die Verwendungsdauer von Dialysatoren aufgrund verschiedener Faktoren zeitlich begrenzt, sodass in festgesetzten Zeitintervallen ein routinemäßiger Systemwechsel nach klinikinternem Standard notwendig ist.

14.6.6 Patientenüberwachung und Dokumentation

Jedes Nierenersatzverfahren stellt einen erheblichen Eingriff in den Elektrolyt- und Flüssigkeitshaushalt, wie auch in den Säure-Basen-Haushalt des Patienten dar. Zur Erkennung korrekturbedürftiger Schwankungen sind – in an die Patientensituation angepassten Intervallen – wiederkehrende Blutgasanalysen und Laborkontrollen durchzuführen. Zur Erkennung von Herzrhythmusstörungen ist eine EKG-Überwachung und hämodynamisches Monitoring erforderlich.

Obwohl moderne Geräte zum Nierenersatz die menügeführte Therapiesteuerung anhand eingestellter Bilanzziele übernehmen können, obliegt die Verantwortung und Erfolgskontrolle dem Behandlungsteam. Um die Therapiedaten

Tab. 14.9 Charakteristische Alarme und mögliche Ursachen.

Alarm-Meldung	Ursache
arterieller Druck niedrig	• Katheteröffnung liegt an der Gefäßwand an, Katheter ist abgeknickt/dislozierte • Verschlussklemme an Schlauchsystem oder Katheter geschlossen • Schlauchsystem abgeknickt • Blutpumpengeschwindigkeit zu hoch, Katheter saugt sich an
arterieller Druck hoch	• Koagel im Schlauchsystem, Filterclotting
venöser Druck hoch	• Katheteröffnung liegt an der Gefäßwand an, Katheter ist abgeknickt/dislozierte • Verschlussklemme an Schlauchsystem oder Katheter geschlossen • Schlauchsystem abgeknickt • Koagelbildung in Luftabscheiderkammer/Bubbelcatcher
venöser Druck niedrig	• Druckanschluss an Luftabscheiderkammer undicht • Katheterkonnektion undicht • Leckage im System
TMP hoch	• Filterclotting (Systemwechsel erwägen)
Blutleck-Alarm	• Blutleckdetektor hat Blut im Ultrafiltrat erkannt, Filterruptur (Systemwechsel erforderlich)
Luft-Alarm	• Luftblasen im Filter-/Schlauchsystem • Blutspiegel in Luftabscheiderkammer zu niedrig • zu hoher Blutfluss (Blasenbildung) • Undichtigkeiten im System (Haarrisse) • Lockerung von Konnektionsstellen

für alle Beteiligten transparent zu machen, sind Einflussfaktoren wie Therapiemodus, eingestellte Blut- und Lösungsflussraten, Flüssigkeitsentzug sowie verwendete Lösungen in geregelten Abständen zu dokumentieren. Eine regelmäßige Bilanzierung ist unerlässlich, um den Flüssigkeitshaushalt des Patienten zu monitorieren, idealerweise in Kombination mit einer täglichen Köpergewichtskontrolle. Ebenso ist in dieser Hinsicht die hämodynamische Situation zu überprüfen und der Patient auf mögliche Ödeme bzw. deren klinischen Verlauf hin zu beobachten.

14.6.7 Hämodynamik

Besonders beim Einsatz diskontinuierlicher Nierenersatzverfahren wie der IHD kann es zu Beginn der Behandlung zu relevanten Blutdruckabfällen kommen. Dies liegt zum einen in der höheren Volumenelimination pro Zeiteinheit begründet, zum anderen in raschen Veränderungen des osmotischen Drucks im Blut. Bei Verwendung von CRRT-Verfahren wirkt die geringere Blutflussrate der Entwicklung eines osmotischen Gradienten entgegen, zudem erfolgt der Volumenentzug deutlich langsamer, was das Auftreten einer Hypotension weniger wahrscheinlich macht. Daher werden kontinuierliche Nierenersatzverfahren bei hämodynamisch instabilen Patienten häufig bevorzugt eingesetzt. Durch eine Verlängerung der Dialysezeit und einen schonenderen Volumenentzug lässt sich das Risiko einer Hypotension jedoch minimieren. Hybride Verfahren bedingen diese Vorrausetzungen schon aus sich heraus.

Essenziell ist ein engmaschiges hämodynamisches Monitoring, um hypotone Phasen rechtzeitig zu erkennen und adäquat reagieren zu können. Hinsichtlich einer möglichen Erholung der Nierenfunktion ist ein ausreichender renaler Blutfluss entscheidend. Die kontinuierliche Aufrechterhaltung eines adäquaten MAP ist somit von besonderer Bedeutung und kann den Einsatz von Vasopressoren erforderlich machen. Überdies kann bei Patienten mit anamnestisch bekanntem Hypertonus auch ein höherer Blutdruck für eine suffiziente Nierenperfusion notwendig sein.

14.6.8 Positionierung des Patienten und Mobilisation

Grundsätzlich können Patienten mit einem extrakorporalen Nierenersatzverfahren uneingeschränkt positioniert werden. Besonders bei sehr aufrechten Positionen und jugulärer Katheterlage ist jedoch – speziell bei intravasalem Volumenmangel – vermehrtes Auftreten von Ansaugphänomenen möglich, die dann immer wieder zu Therapieunterbrechungen führen. Eine etwas flachere Oberkörperlage und sorgfältige Positionierung des Kopfes, um ein intravasales Abknicken des Katheters zu vermeiden, können hier Abhilfe schaffen. Generell ist auf eine knickfreie Schlauchführung und sichere Fixierung des Katheters zu achten. Dies gilt insbesondere für Mobilisationsmaßnahmen, die unter Berücksichtigung der hämodynamischen Voraussetzungen und der allgemeinen Patientensituation durchaus auch bei kontinuierlichen Verfahren zumindest als Bettkantensitz möglich sind. Hier ist jedoch eine sorgfältige Vorbereitung und Absprache mit dem ärztlichen Dienst vonnöten. Sollte die V. femoralis als Zugangsweg verwendet worden sein, ist eine Mobilisationsmaßnahme gegen das Risiko einer Gefäßverletzung durch den Katheter abzuwägen. Da z. B. Polyurethankatheter bei Körpertemperatur relativ weich werden, kann dieses Risiko reduziert sein. Eine stärkere Hüftbeugung verursacht aber ein Abknicken des Katheters, was ein längeres Sitzen verfahrensbedingt ggf. unmöglich macht.

14.6.9 Temperaturmanagement

Da Dialysatoren und Hämofilter als gute Wärmetauscher fungieren, besteht über das extrakorporal zirkulierende Blutvolumen die Gefahr einer Hypothermieentwicklung mit den bekannten negativen Auswirkungen. Daher ist eine regelmäßige oder kontinuierliche Überwachung der Köpertemperatur des Patienten indiziert. In erster Linie sollten hier ungewollte weitere Wärmeverluste, z. B. durch ausreichendes Zudecken vermieden werden. Von industrieller Seite stehen verschiedene, in das Schlauchsystem integrierbare, Wärmegeräte zur Verfügung, die eine Steuerung der Körpertemperatur ermöglichen. Dabei ist zu beachten, dass diese Geräte vom Hersteller des verwendeten Nierenersatzsystems zum integrierten Betrieb zugelassen sein müssen. Alternativ können nötigenfalls separate konvektive Wärmegeräte zur Wärmezufuhr am Patienten verwendet werden. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass durch diese vielschichtigen Eingriffe in den Wärmehaushalt des Patienten auftretendes Fieber oder Fieberspitzen kaschiert oder andererseits auch eine Hyperthermie hervorgerufen werden kann.

Eine Körpertemperatur im unteren Normbereich während des extrakorporalen Nierenersatzes kann durch die hervorgerufene latente Vasokonstriktion u. U. aber auch von hämodynamischem Vorteil sein. Auf das Patientenbefinden ist dabei aber selbstverständlich absolute Rücksicht zu nehmen.

14.7 Leseservice

14.7.1 Literatur

Arbeitskreis Krankenhaus- und Praxishygiene der AWMF. Leitlinien zur Hygiene in Klinik und Praxis. Die Harndrainage. HygMed 2008; 33[6]: 256–259 (zurzeit in Überarbeitung)

Dubb R, Kaltwasser A, Müller-Wolff T et al. Von der Intensivpflege lernen. Die Schwester, Der Pfleger 9; 2013: 874–879

European Association of Urology Nurses (EAUN). Catheterisation indwelling catheters in adults. Urethral and suprapubic. Evidence-based guidelines for best practice in urological health care. Im Internet: http://www.uroweb.org/fileadmin/EAUN/guidelines/EAUN_Paris_Guideline_2012_LR_online_file.pdf; Stand: 15.10.2014

Fortbildungstelegramm Pharmazie. Obstipation in Apotheke und Arztpraxis: Ursachen und Behandlungsmöglichkeiten. In Fortbildungstelegramm Pharmazie; 3. Jahrgang 2009: 65–77. Im Internet: http://www.uni-duesseldorf.de/kojda-pharmalehrbuch/FortbildungstelegrammPharmazie/SerieApothekenpraxis/Obstipation_Fuer_FORTE_PHARM2009.pdf; Stand: 13.10.2014

Fortbildungstelegramm Pharmazie. Neue Arzneimittel zur Behandlung der Opioid-induzierten Obstipation: Der Mechanismus-basierte Ansatz von Methylnaltrexon, Naloxon und Alvimopan. Im Internet: http://www.uni-duesseldorf.de/kojda-pharmalehrbuch/FortbildungstelegrammPharmazie/SerieNeueArzneimittel/Oppermann_Opioidantagonisten_FORTE_PHARM.pdf; Stand: 13.10.2014

Gastmeier P et al. Letalität auf deutschen Intensivstationen: Mit oder wegen nosokomialer Infektion? AINS 2005; 6: 267

Jordan K, Bokemeyer C, Langebrake C, Link H. Antiemetische Prophylaxe gemäß MASCC und ASCO Guidelines. 2008. Im Internet:http://www.onkosupport.de/e974/e2538/e2539/e2719/AntiemetProphylaxeGuideline-Kurzv_DKG 2008.pdf; Stand: 13.10.2014

Kirchberg J, Reißfelder C, Mieth M, Büchler MW. Darmpassagestörungen in der Intensivtherapie. Intensivmedizin up2date 2012; 8 (3): 181

Kuhlmann B. Was Sie schon immer über Thoraxdrainagen wissen wollten. Intensiv 2002; 4: 154

Müller-Wolff T, Hermes C, Rothaug O, Dubb R, Kaltwasser A. Behandlungsstandardisierung in der Intensivpflege – am Beispiel eines Algorithmus zur kontinuierlichen Stuhldrainage. Intensiv-News 2013; 2: 25–27

Piechota HJ et al. Katheterdrainage heute. Dtsch Arztebl 2000; 4: B-142

Schewior-Popp S, Sitzmann F, Ullrich L, Hrsg. Thiemes Pflege. 12. Aufl. Thieme; Stuttgart 2012

Sitzmann F. Hygiene in der Intensivpflege – sinnvolle und nicht sinnvolle Präventionsmaßnahmen katheterassoziierter Harnwegsinfektionen. Im Internet: www.klinik-hygiene.de; Stand: 13.10.2014

Sitzmann F. Verhütung nosokomialer Infektionen. intensiv 2010; 18: 4–10

Sitzmann F. Katheterisieren der Harnblase. In: Schewior-Popp S, Sitzmann F, Ullrich L, Hrsg. Thiemes Pflege. 11. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2009a

Sitzmann F. Unterstützung bei der Stuhlausscheidung. In: Schewior-Popp S, Sitzmann F, Ullrich L, Hrsg. Thiemes Pflege. 11. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2009b

Sitzmann F, Jochum S, Kuno E, Nies CS. ATL Ausscheiden. In: Schewior-Popp S, Sitzmann F, Ullrich L, Hrsg. Thiemes Pflege. 12. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2012

Sökeland J, Bruhl P, Hertle L, Piechota, HJ. Katheterdrainage der Harnblase heute. Dtsch Arztebl 2000; 97 (4): A-168

Extrakorporale Nierenersatzverfahren

Bläser D, Weiler N. Akutes Nierenversagen – Prävention, Risikostratifizierung und Biomarker. Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 2013; 48: 122–127

Geberth S, Nowack R. Dialyse auf der Intensivstation. In: Geberth S, Nowack R. Praxis der Dialyse. Berlin: Springer; 2014

Geberth S, Nowack R. Gefäßzugang zur Hämodialyse (HD). In: Geberth S, Nowack R. Praxis der Dialyse. Berlin; Springer; 2014

Grünewald M. Extrakorporale Nierenersatzverfahren. In: Ullrich L, Stolecki D, Grünewald M, Hrsg. Intensivpflege und Anästhesie. 2. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2010

Joannidis M, Oudemans-van Straaten H M. Clinical review: Patency of the circuit in continuous renal replacement therapy. Crit Care 2007; 11: 218–227

Jörres A. Akutes Nierenversagen – Evidenzbasierte Therapie mit Nierenersatzverfahren – intermittierend vs. CRRT. Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 2013; 48: 108–113

Jörres A. Extrakorporale Nierenersatztherapie: Optionen für die Antikoagulation. In: Jörres A, Hrsg. Akutes Nierenversagen bei Intensivpatienten – Praxis und Therapie. Köln: Deutscher Ärzte Verlag, 2010

Kahl A. Intermittierende Nierenersatztherapie: Hämodialyse. In: Jörres A, Hrsg. Akutes Nierenversagen bei Intensivpatienten – Praxis und Therapie. Köln: Deutscher Ärzte Verlag, 2010

Kielstein J T. Quasi kontinuierliche Verfahren: Extended Dialysis/Kolff-Dialyse. In: Jörres A, Hrsg. Akutes Nierenversagen bei Intensivpatienten – Praxis und Therapie. Köln: Deutscher Ärzte Verlag, 2010

Kindgen-Milles D, Pannen B. Akutes Nierenversagen – Recovery – Welcher Patient und warum? Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 2013; 48: 114–118

Kindgen-Milles D. Epidemiologie und prognostische Relevanz des akuten Nierenversagens. In: Jörres A, Hrsg. Akutes Nierenversagen bei Intensivpatienten – Praxis und Therapie. Köln: Deutscher Ärzte Verlag, 2010

Kirschnick O. Shunt (Training und Pflege). Kirschnick O. Pflegetechniken. 4. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2010

Lanckohr C, Hahnenkamp K, Boschin M. Continuous renal replacement therapy with regional citrate anticoagulation: do we really know the details? Curr Opin Anesthesiol 2013; 26: 428–437

Schindler R. Vaskulärer Zugang für die Nierenersatztherapie. In: Jörres A, Hrsg. Akutes Nierenversagen bei Intensivpatienten – Praxis und Therapie. Köln: Deutscher Ärzte Verlag, 2010

Schwenger V et al. Sustained low efficiency dialysis using a singlepass batch system in acute kidney injury – a randomized interventional trial: the REnal Replacement Therapy Study in Intensive Care Unit PatiEnts. Crit Care 2012; 16: R140

Slowinski T, Schneider M, Peters H. Fragen und Probleme bei Patienten mit akutem Nierenversagen im klinischen Alltag. Jörres A (Hrsg.). Akutes Nierenversagen bei Intensivpatienten – Praxis und Therapie. Köln: Deutscher Ärzte Verlag, 2010: 81–89

Trautmann M et al. Prävention Gefäßkatheter-assoziierter Infektionen – Empfehlungen der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut (RKI). Bundesgesundheitsblatt 2002; 45: 907–924

Zarbock A, John S, Jörres A, Kindgen-Milles D. Neue KDIGO-Leitlinien zur akuten Nierenschädigung – praktische Handlungsempfehlungen. Anaesthesist 2014; 63: 578–588

Kapitel 15

Prävention nosokomialer Infektionen

15.1 Einleitung *364*

15.2 Phänomene und Veränderungen wahrnehmen, einschätzen und beurteilen *364*

15.3 Pflegemaßnahmen auswählen und anwenden *366*

15.4 Leseservice *387*

15 Prävention nosokomialer Infektionen

Franz Sitzmann

15.1 Einleitung

Definition

Nosokomiale Infektionen (NI) sind im Krankenhaus erworbene Infektionen, die als Folge und in zeitlich engem Zusammenhang mit einer medizinischen Intervention entstehen.

Unter „medizinischer Intervention" ist jede Maßnahme pflegerischer, diagnostischer und therapeutischer Art zu verstehen. Der weiter gefasste Begriff „Health care associated Infections" (HCAI) schließt ausdrücklich den immer mehr an Bedeutung gewinnenden ambulanten Bereich mit ein. Hier werden gleichfalls invasive Maßnahmen sowie Intensivpflege im eigenen Lebensumfeld praktiziert.

► **Vermeidbare Infektionen.** Oft wird das Entstehen einer NI aus dem Vernachlässigen der Hygiene begründet. In der NI-Definition bedeutet „als Folge" jedoch nicht unweigerlich ein „Verschulden der Mitarbeiter". Selbst wenn wir uns mit allen krankenhaushygienischen Präventionsmaßnahmen um die Patienten bemühten, hat jeder einzelne Mensch sein Schicksal mit einer evtl. endogen hervorgerufenen Infektion. Die NI kann durch seine individuellen Risikofaktoren wie Schwere der Grundkrankheit, Eingriffsintensität, extrem junges oder hohes Alter u. a. bedingt sein.

Ob aus einem Kontakt mit einem potenziell pathogenen Mikroorganismus eine Infektion bei der exponierten Person folgt, ist primär von keim- und wirtsspezifischen Faktoren abhängig.

Merke

Die meisten relevanten Keime von Infektionen stammen aus der körpereigenen Flora des Patienten.

Für den Krankenhausbereich rechnen einige Hygieniker (Kappstein 2009) mit einer Vermeidensquote nosokomialer Infektionen von 16 %, andere (Gastmeier 2010) nach Ausschöpfen aller geeigneten Vorbeuge-, Datenerhebungs- und Kontrollprogrammen mit einem Vermeidenspotenzial von 20–30 %. Allein dieser Anteil kann auf Versäumnisse der Mitarbeiter zurückgeführt werden.

Zukünftig werden NI aufgrund der demografischen Entwicklung mit erhöhtem Durchschnittsalter und der damit einhergehenden Zunahme von Grunderkrankungen und Multimorbidität der Patienten vermehrt auftreten. Zudem haben Evolutionen in der Medizin sowie intensiv eingesetzte Techniken für die Patienten neben verbesserten Chancen auch neue Risiken in Form lebensbedrohender Infektionen zur Folge.

15.2 Phänomene und Veränderungen wahrnehmen, einschätzen und beurteilen

15.2.1 Häufigkeit nosokomialer Infektionen auf Intensivstationen

Häufigkeitsverteilung

Daten zur Häufigkeit nosokomialer Infektionen und zur Anzahl der Todesfälle durch NI in Deutschland liegen als Hochrechnungen vor. 1994 wurde die erste nationale Prävalenzstudie zu NI und zur Antibiotika-Anwendung in deutschen Krankenhäusern durchgeführt (Rüden 1996) und 2011 wiederholt (Behnke 2013). Während 1994 der Anteil von NI bei ca. 3,5 % lag, betrug die Prävalenz in 2011 3,8 %. Die Anwendung von Antibiotika betrug 1994 rund 18 % und stieg 2011 auf rund 26 %.

Entgegen bisher ermittelter Häufigkeiten nosokomialer Infektionen und ihrer Rangfolge ergaben die deutschen Daten in der ersten Europäischen Prävalenzstudie zum Vorkommen nosokomialer Infektionen (Behnke 2013) als häufigste Infektionen:

- postoperative Wundinfektionen (24,3 % Anteil),
- Harnweginfektionen (23,2 % Anteil, die zu 80 % mit Harnblasenkathetern assoziiert sind),
- untere Atemweginfektionen (21,7 % Anteil),
- primäre Sepsis (5,7 % Anteil).

Der größte Anstieg an Infektionen war bei dem durch Clostridium-difficile-Toxin ausgelösten Durchfall, also der antibiotika-assoziierten Diarrhö zu verzeichnen (6,4 %). Dem entspricht die Steigerungsrate des Anteils an Patienten, die mit Antibiotika behandelt wurden, um fast 45 %. Bei intensivmedizinischen Patienten sind in Verbindung mit den schweren Grundkrankheiten und den dadurch bedingten zahlreichen invasiven Aktivitäten Infektionen insgesamt häufiger als auf Allgemeinstationen (ca. 18,6 vs. 6,2 %).

Mit KISS, der Krankenhaus-Infektions-Surveilllance-System-Studie, werden Infektionen mit der Häufigkeit des Einsatzes medizinischer Prozeduren („devices"), z. B. Beatmung oder zentrale Venenkatheter (ZVK), in Beziehung gesetzt. Vom Nationalen Referenzzentrum für Surveillance von nosokomialen Infektionen (NRZ) werden ständig nach einheitlicher Methode Referenzdaten zu NI veröffentlicht. Mit Stand 8/2013 verteilte sich die Anzahl der Infektionen pro Anwendungstag auf 775 teilnehmenden Intensivstationen im Mittel wie folgt (Anonym 2014):

- invasive beatmungsassoziierte Atemweginfektionen: 7,13/1000 Beatmungstage
- nicht invasive beatmungsassoziierte Atemweginfektionen: 1,9/1000 Beatmungstage
- Harnwegskatheter assoziierte Harnwegsinfektionen: 1,14/1000 Harnwegskathetertage
- ZVK-assoziierte Sepsis: 1,46/1000 ZVK-Tage

Merke

Auf Intensivstationen zählen Atemwegsinfektionen zu den am häufigsten erworbenen Infektionen.

Risikofaktoren

Auf anästhesiologisch-operativen Intensivstationen, nach peripherer Blutstammzelltransplantation in der Onkologie oder in der Schwerverbrannteneinheit sind höhere Infektionsraten zu erwarten als auf internistischen Intensivstationen. Die Patienten sind gefährdet durch

- ihre eigentliche Erkrankung,
- ihr Alter,
- pflegerische, therapeutische sowie operative Eingriffe.

Die höhere Infektionsbereitschaft entsteht durch:

- Bewusstseinseintrübung
- gestörte Atmung
- Immobilisierung
- Gabe von Sedativa und Anästhetika
- Traumata mit hohem Blutverlust

► **Immunsuppression und Immunkompetenz.** Das Spektrum und die Inzidenz (Anzahl neu aufgetretener NI pro Anzahl

Tab. 15.1 Einteilung der Immundefekte nach ihrer Ursache (mod. n. Jacobi 2009).

Immundefekte	Ursache (Ätiologie)
physiologische Immundefekte	• Neugeborenenperiode (Unreife bei Immunglobulin-Produktion) • im Alter (Rückbildung der Thymus- und Zytokinproduktion)
primäre Immundefekte	• seltene angeborene Erkrankungen (z. B. Agammaglobulinämien)
sekundäre Immundefekte	• Lymphome • Leukämien • Virusinfekte (z. B. HIV), passager bei Maserninfekt • Unter-/Überernährung • Polytrauma, Verbrennungen • renale/enterale Eiweißverluste • exzessiver Stress • Malignome
iatrogene Immundefekte	• immunsuppressive Therapie, z. B. nach Organtransplantation • Chemotherapie („Zellgifte“) • Bestrahlung • Operationen, periphere Stammzelltransplantation

entlassener Patienten) infektiöser Komplikationen werden zudem durch das Ausmaß der Immunsuppression bestimmt. Faktoren, die zu einem Immundefekt führen können, zeigt ▶ Tab. 15.1.

Bei immunkompetenten Personen kolonisieren Unmengen Mikroben als Saprobionten, d. h. Organismen, die einen Wirt besiedeln, ohne ihn zu schädigen (z. B. Escherichia coli im Darm, Streptokokken im Mund, als Haut- und Vaginalflora). Sie rufen keine Infektionen hervor. Je stärker die Immunkompetenz der Patienten beeinträchtigt ist und je invasiver die eingesetzten Techniken zur Behandlung und Beobachtung sind, kommen Infektionen mit Keimen der physiologischen Flora deutlich häufiger vor. Das symbiotische Gleichgewicht der saprobiontischen Besiedelung ist gestört, die Keime werden pathogen und können zu schwer verlaufenden Infekten führen (▶ Abb. 15.1).

Abb. 15.1 Die Gefährdung kritisch Kranker durch Infektionen wird bestimmt durch das Ausmaß der Immunsuppression.

Kategorisierte Hygieneempfehlungen

Obwohl eine Prävention krankenhauserworbener Infektionen nur teilweise erreicht werden kann, muss es Aufgabe intensiver Hygienebemühungen sein, soweit wie möglich durch professionell und wissenschaftlich begründete Prävention auf mögliche Infektionen einzuwirken. Teils werden Empfehlungen des Robert Koch-Institutes seit 2000 evidenzbasiert ausgesprochen. Über die Internetseite des Robert Koch-Institutes (www.rki.de) sind sie für jeden zugänglich.

Merke

Mit Evidence based Hygiene ist wissenschaftlich hinreichend bewiesen, dass bei Wiederholung ein gleiches Ergebnis herauskommt.

Sinnvolle Infektionsprävention begründet sich jedoch auch auf (hausinterne) Traditionen, persönliche Ansichten und auf Empfehlungen der Industrie. Somit schließt evidenzbasierte Hygiene auch das Ergebnis

- pflegerischer und
- ärztlicher Erfahrung sowie
- kritischen Denkens ein.

Es ist wichtig, diese 3 Standbeine miteinander in Einklang zu bringen. Hygiene kann nicht nur Verfahren anwenden, die auf Studien basieren. Individuelles Denken und Handeln sowie Innovationen würden unnötig behindert.

Merke

Zur Prävention nosokomialer Infektionen bedarf es trotz allem des Einsatzes gesunden Menschenverstands; meist handelt es sich um eine Reihe banaler und leicht einsichtiger Aufgaben.

15.2.2 Mikrobenreservoire erkennen und einschätzen

Der Mensch ist an verschiedenen Körperregionen physiologisch mit Mikroorganismen besiedelt (z. B. in Hohlorganen), die Verbindung zur Außenwelt haben:

- Mund-Rachen-Raum
- obere Luftröhre
- Magen-Darm-Trakt
- äußere Harnröhrenmündung
- Vagina

Andere Hohlorgane sind steril, obwohl sie in offener Verbindung mit keimtragenden Organen stehen (▶ Tab. 15.2). Normalerweise wird die Keimbesiedlung dieser natürlich sterilen Hohlorgane durch Schutzschranken des Körpers (Schleimbarriere, Sphinktermuskulatur) verhindert.

NI können durch diese endogene Kolonisation provoziert werden, daneben spielen exogen eingebrachte Infektionskeime eine Rolle.

Tab. 15.2 Physiologische Keimbesiedlung einiger Körperregionen (mod. n. Paetz 2013).

Körperregion	physiologisch keimbesiedelt	physiologisch steril	Lokalisation der Keimbarriere	Infektion bei aufsteigender oder absteigender Keimverschleppung
Mundhöhle	Mund-Rachen-Raum	Mittelohr	Tuba Eustachii	Otitis media
Lunge	(obere) Trachea	Lungenalveolen	(kleine) Bronchien	Pneumonie
Gastrointestinaltrakt	Magen und Darm	Gallenwege und Pankreasgang	Sphincter Oddi (Papilla Vateri)	Cholangitis, Pankreatitis
Urogenital-Trakt	äußere Abschnitte der Harnröhre	Harnleiter, Harnblase	Harnröhre	Harnwegsinfekt
weibliche Geschlechtsorgane	Vagina	Adnexe, Uterus	Muttermund	Adnexitis, Endometritis

▶ **Endogene Infektionen.** Sie werden durch die körpereigene mikrobielle Flora des Patienten unterstützt, z. B. eine katheterbedingte Harnwegsinfektion durch Keime der Perinealregion oder eine Venenkatheter assoziierte Blutstrominfektion durch Hautkeime des Patienten. Da insbesondere im Krankenhaus häufig Antibiotika angewendet werden, existiert dort ein Selektionsdruck, bei dem empfindliche Keime vernichtet werden, resistente sich entwickeln und überleben. Endogene Mikroorganismen bewirken die meisten NI (▶ Tab. 15.3).

▶ **Exogene Infektionen.** Von den Mitarbeitern des Krankenhauses (z. B. kontaminierte Hände), der Umgebung (z. B. P. aeruginosa als typischer „Feuchtkeim") sowie von Mitpatienten (z. B. S. aureus durch Kreuzinfektion) stammen Mikroben, die als exogenes Keimreservoir eine Infektion auslösen. Beide Faktoren können durch geeignete Vorbeugemaßnahmen beeinflusst – aber nicht vollständig verhindert werden. Andere, wie z. B. technische Mängel, werden laut „Patientenrechtegesetz" (2013) als Behandlungsfehler gewertet, als „voll beherrschbares Risiko".

15.2.3 Mikrobiologische Diagnostik

Viele Untersuchungen zeigen, dass eine frühe und effektive Therapie von Infektionen bei Intensivpatienten einen deutlichen Vorteil bringt. Pflegenden kann es gelingen, durch ihre Nähe, Professionalität und geistige Präsenz frühzeitig die Chance zu nutzen, auf eine primär relativ harmlose und begrenzte Infektion angemessen zu reagieren und damit das Entstehen schwerer infektiöser Komplikationen oder Ausbrüche zu vermeiden.

Neben aufmerksamer Beobachtung der Patienten und evtl. klinischer Symptome, wie z. B. Fieber und Schmerz, ist es wichtig für die Diagnostik von Infektionen, die labordiagnostischen Entzündungszeichen wie Leukozytose, Akut-Phase-Proteine sowie einen mikrobiologischen Keimnachweis zu ermitteln (Sitzmann 2012a). Hierzu ist der evtl. mehrmals tägliche Transport und die Bearbeitung des Probenmaterials Voraussetzung.

Merke

Materialentnahmen müssen korrekt vorbereitet werden und so erfolgen, dass die Kontamination mit physiologischer Standort- oder Begleitflora möglichst vermieden wird. Vor Probenentnahme und Wahl des Transportsystems erfolgt das Abklären von Einzelheiten mit dem mikrobiologischen Labor.

15.3 Pflegemaßnahmen auswählen und anwenden

Die Häufigkeit nosokomialer Infektionen auf Intensivstationen unterliegt großen Schwankungen, je nach Art der Intensivstation und der Patienten. Es besteht ein beachtlicher pflegerischer Einfluss auf diese Infektionen.

15.3.1 Präventive Maßnahmen der Standardhygiene

Mikroben übertragen sich nicht selbst, sie werden übertragen. Außerdem ist der Infektionsstatus eines Patienten zunächst meist unbekannt. Da überzogene hygienische Forderungen lediglich bei Infektionskrankheiten und multiresistenten Erregern (MRE) wenig nutzbringend sind, sollte sich als bester Schutz eine gute alltägliche essenzielle Standardhygiene bei *allen* Patienten durchsetzen (Sitzmann 2013a).

Definition

Unter Standardhygiene werden Maßnahmen verstanden, die erforderlich, aber auch ausreichend sind für eine sichere hygienische Grundversorgung *aller* Patienten und die Sicherheit der Mitarbeiter gewährleisten (Syn. Basishygiene).

Tab. 15.3 Häufige nosokomiale Infektionen mit bevorzugten Mikroben nach typischen invasiv-therapeutischen Eingriffen (mod. n. Sitzmann 2012b).

Therapien/Eingriffe	iatrogene Infektionen	beteiligte Mikroben	Quellen
Antibiotikatherapie	pseudomembranöse Kolitis mit Diarrhö (CDAD)	Clostridium difficile	endogen, Kontakt (Hände), Umgebung
Blasenkatheter (transurethral)	Urethritis, Prostatitis, Epididymitis, Zystitis, Pyelonephritis, Bakteriämie, Urosepsis	Darmkeime, Enterokokken, Pseudomonas (P.) aeruginosa, Candida	endogen, Katheter
Intubation, Tracheotomie, Beatmung	Sinusitis, Tracheitis, Beatmungspneumonie, Septikämie	Staphylococcus (S.) aureus, P. aeruginosa, Darmkeime, Klebsiella, Candida, Acinetobacter	endogen, Beatmungssystem, Wasser
chirurgisch-operative Eingriffe	postoperative Infektionen im Operationsgebiet, Abszess, Osteomyelitis	überwiegend Bakterien (S. aureus, Enterokokken, E. coli, P. aeruginosa), Candida	endogen, Mitarbeiter, Operationstechnik, Leitungswasser, Instrumente, Verbände
periphere Verweilkanülen, intravasale Katheter	Phlebitis, Septikämie, Endokarditis	S. epidermidis, S. aureus, P. aeruginosa, Candida, Acinetobacter, Enterokokken	Hautflora des Patienten, Hände Mitarbeiter, Infusionen
Ernährung durch Magensonde, perkutan endoskopische Gastrostomie (PEG)	Gastroenteritis, Lebensmittelintoxikation durch Bakterientoxine, Peritonitis, peristomale Wundinfektion (bei PEG), Pneumonie	Darmkeime, P. aeruginosa, S. aureus, Salmonellen	endogen, Hände Mitarbeiter, Sondennahrung
endoskopische Eingriffe	Cholangitis, Pankreatitis, Bakteriämie	Staphylokokken, Enterokokken, (multiresistente) Klebsiella pneumoniae und P. aeruginosa	unzureichende Endoskop-Aufbereitung, Leitungswasser, Hände Mitarbeiter
neurochirurgischer Eingriff mit Shunt, Ventrikeldrainage	Meningitis	S. aureus, S. epidermidis, Enterokokken, P. aeruginosa, Enterobacteriaceae, Candida	Hautflora, Haare, Katheter

Wird von Mitarbeitern einer Institution eine gute Adhärenz, d. h. aktives Mitwirken und konsequentes Befolgen von Verabredungen zur Standardhygiene erreicht, sind Patienten, aber auch die Mitarbeiter vor Gefahren potenziell pathogener Keime weitgehend geschützt.

Zudem würde eine sorgfältige Beachtung der Standardhygiene die Übertragung pathogener Mikroorganismen erheblich einschränken, womit sich die meist sehr aufwendigen und arbeitserschwerenden Isolierungsmaßnahmen oft erübrigen würden. Standardhygienische Maßnahmen als praxisnahes Konzept werden in ▶ Abb. 15.2 aufgezählt. Der nachfolgende Katalog wird detailliert ergänzt:

- Händehygiene korrekt durchführen.
- Schutzhandschuhe nutzen.
- Schutzkleidung tragen.
- Kopfhaube, Mund-Nasen-Schutz verwenden.
- Mitarbeiter vor speziellen Infektionen schützen.
- Ausreichende Mitarbeiterzahl und -qualifikation gewährleisten.
- Zielgerechtes MRE-Screening und zweckdienliche Isolierungsmaßnahmen durchführen.
- Besuchern verständnisvoll und instruktiv begegnen.
- Angepasste Reinigung und Desinfektion gewährleisten.
- Prävention endoskopieassoziierter Infektionen beachten.

Keinesfalls müssen, außer der Händehygiene, alle der aufgeführten Maßnahmen bei jeder Tätigkeit der Patientenpflege unverzichtbar realisiert werden. Sie müssen situationsangemessen professionell ausgewählt werden. Spezielle infektionspräventive Maßnahmen sind den jeweiligen Infektionsarten zugeordnet.

Schutzschürze/Schutzkittel
- bei zu erwartender Kontamination der Kleidung mit potenziell infektiösem Material (bei der Körperpflege sowie Umgang z. B. mit Stuhl, Urin, Blut, Sekreten)
- Schutzkittel bei speziellen Isolierungsmaßnahmen (MRSA, Infektionskrankheiten)

→ vor dem Ausziehen: hygienische Händedesinfektion

Mund-Nasenschutz
(normal: chirurgischer Mundnasenschutz, ggf. FFP2 oder FFP 3-Halbmaske) mit **Schutzbrille**, wenn die Gefahr besteht, dass sich Tröpfchen/Aerosole bilden
- endotracheales Absaugen, Influenza – Mitarbeiterschutz
- bei Atemwegsinfektionen der Mitarbeiter – Patientenschutz
- im Rahmen spezieller Isolierungsmaßnahmen (z. B. aerogene Übertragung von TBC)

Hygienische Händedesinfektion
Eine hohle Hand voll (etwa 3 ml des Händedesinfektionsmittels) gründlich einreiben bis zur vollständigen Abtrocknung für mind. 30 Sek.
Indikationen (Auswahl):
- vor „invasiven" Tätigkeiten an Patienten, z. B. Legen von Venenkathetern oder Manipulationen daran, Injektionen (auch in Infusionssystem), Blutentnahmen
- Legen von Harnwegskathetern oder Manipulationen daran
- Absaugen, Manipulationen an Tubus und Beatmungsschläuchen
- Manipulationen an allen Arten von Drainagen (z. B. Liquor-, Wunddrainagen)
- vor dem Richten von Injektionen, Medikamenten, Infusionen
- immer, wenn eine Berührung mit potenziell infektiösem Material erfolgt ist (z. B. Stuhl, Urin, Blut, Sekrete)
- nach jedem direktem Kontakt mit Patienten bei speziellen Isolierungsmaßnahmen (z. B. Kontaktisolierung bei MRSA, Isolierung bei Übertragung durch Tröpfchen bei Influenza, Meningokokken)
- vor dem Anziehen und nach dem Ausziehen von Handschuhen und vor dem Ausziehen von Schutzkitteln

Schutzhandschuhe
- bei zu erwartendem Kontakt mit potenziell infektiösem Material (z. B. Stuhl, Urin, Sekrete) zum Mitarbeiterschutz
- vor Berühren von Schleimhäuten und nicht intakter Haut (zum Patientenschutz ggf. sterile Handschuhe)
- im Rahmen spezieller Isolierungsmaßnahmen
- begrenzt sind Schutzhandschuhe desinfektionsfähig!

→ nach dem Ausziehen: hygienische Händedesinfektion

Flächendesinfektion
- Desinfektion der **Arbeitsfläche** vor dem Aufziehen von i.v.-Medikamenten und Infusionen, vor Richten einer sterilen Arbeitsfläche
- Desinfektion **aller Flächen** bei Kontamination mit potenziell infektiösem Material (Blut, Sekret, Ausscheidungen), sichtbare Verschmutzungen sind vorher zu entfernen

→ 70 % Alkohol + Einmaltuch für kleine (1-2 qm) Flächen

Schutz vor Stichverletzungen
- beim Umgang mit spitzen oder scharfen Gegenständen, Abwurfgefäß patientennah nutzen
- Ordnung auf Spritzen- und Blutentnahmetablett

Abb. 15.2 Maßnahmen der Standardhygiene (Sitzmann 2012d).

Hygiene der Hände

Die korrekte Händehygiene gilt als die wirksamste Einzelmaßnahme zur Prävention nosokomialer Infektionen und spielt zudem beim Mitarbeiterschutz eine entscheidende Rolle (▶ Abb. 15.3). Aspekte professioneller Händehygiene zeigt ▶ Tab. 15.4.

Weitere Voraussetzungen korrekter Händehygiene

▶ **Verzicht auf Schmuck und Uhren.** Bedingung einer korrekten Händehygiene ist in Arbeitsbereichen mit Infektionsgefährdung der Verzicht auf Schmuck und Uhren an Händen und Handgelenken. Praxisbeobachtungen zeigen bei Händewaschungen und -desinfektionen eine Tendenz zur Schonung bei getragenem Unterarm- oder Fingerschmuck. Eine ef-

Abb. 15.3 Hygienische Händedesinfektion. (Th. Stephan)
a In eigenverantwortlicher Anwendungstechnik sollten die Hände vollständig mit dem Händedesinfektionsmittel benetzt und eingerieben werden.
b Bei unzureichender Benetzung mit dem Desinfektionsmittel lassen sich mit dem Fluorosept-Test Desinfektionslücken erkennen. Daraus resultiert der fortgesetzte Schulungsbedarf.

Tab. 15.4 Aspekte professioneller Händehygiene (mod. n. Sitzmann 2012d).

Aspekte	Dos and Don'ts der hygienischen Praxis
Beherrschen der Hände	• Arbeiten in Medizin und Pflege sind berührungsintensive Professionen, berufliche Handkontakte beachten vorbeugend eine Kontaminationsmöglichkeit durch die eigene Körperflora (u. a. Nase, Mund, Haare), durch den Gegenüber (potenziell pathogene Keime) und der Umgebung
Prinzip der Distanzierung	• gezielt Schutzhandschuhe benutzen • Non-Touch-Techniken praktizieren (z. B. sterile Instrumente wie Pinzette, Kornzange, Handschuhe verwenden)
korrektes Händewaschen mit Wasser, Seife und (Einmal-) Handtuch	• richtige Wassertemperatur (unbedingt < 40 °C) nutzen, wärmeres Wasser entfettet die Haut stärker • Flüssigseife aus Armhebel-Spender verwenden • Tensidreste gründlich abspülen • Wasserhahn rekontaminationsfrei abdrehen mit eigens dafür genutztem Papierhandtuch • die Kombination der Händewaschung und Händedesinfektion ist nur selten nötig und nicht empfehlenswert (Hautschutz); lediglich stark verschmutzte Hände zuerst waschen, dann desinfizieren; bei Kontakt mit Clostridium difficile (Sporenbildner) oder Verdacht erst desinfizieren (vegetative Keime), dann waschen (Sporenreduktion) • häufiges Waschen der Hände wirkt stärker schädigend auf die Haut als konsequent wiederholte Händedesinfektion **Indikationen** (Auswahl): • vor Arbeitsbeginn und nach Arbeitsende • bei sichtbarer Verschmutzung • vor Essenzubereitung und Essenverteilung • nach dem Naseputzen • vor und nach der Pflege bzw. Versorgung nicht infizierter Patienten • nach der Toilettenbenutzung
hygienische Händedesinfektion	**Korrekte Technik:** • ausreichend Händedesinfektionsmittel in die trockenen Hände geben, Hände ringsum benetzen, gründlich verreiben in eigenverantwortlicher Anwendungstechnik (▶ Abb. 15.3), bis die Hände trocken sind (30 s) **Indikationen** (entsprechend WHO 2005): • vor Patientenkontakt • vor aseptischen Tätigkeiten • nach Kontakt mit potenziell infektiösen Materialien und nach dem Ausziehen der Handschuhe • nach Patientenkontakt • nach Kontakt mit der unmittelbaren Patientenumgebung
Hautpflege	• um Hautschädigungen zu vermeiden, ausreichend Hautpflege mit Hautpflegemitteln entsprechend des individuellen Hauttyps durchführen, bevorzugt ◦ während der Arbeitszeit ◦ vor Pausen ◦ zum Arbeitsende und zu Hause
Schutzhandschuhe	• Gesichts-Haar-Kontakte vermeiden • Tragezeit möglichst begrenzen • der Beanspruchung gemäß Material auswählen • nur mit vollständig trockenen Händen anziehen • Kontaminationsmöglichkeit der Haut mit Handschuh-Außenseite durch falsche Ausziehtechnik vermeiden

fektive Händehygiene findet somit nicht oft genug statt.

▶ **Verzicht auf Nagellack und künstliche Nägel.** Mit der gleichen Begründung verbietet sich Fingernagellack. Die Qualität von Fingernägeln hat bei Mitarbeitern eine nicht zu unterschätzende Infektionsrelevanz. Zu lange, rissige oder nicht rund geschnittene Fingernägel

- erhöhen die Perforationsgefahr von Handschuhen und damit die Infektionsgefahr für den Patienten und den Mitarbeiter selbst,
- enthalten unter den Fingernägeln hohe Konzentrationen von Mikroorganismen.

Künstliche Fingernägel erhöhen ebenfalls die Perforationsgefahr von Handschuhen. Zudem zeigen sich in Spalten künstlicher Nägel Besiedlungen mit gramnegativen Keimen und Hefen, die bei der Händedesinfektion nicht erreicht werden.

Merke

Daraus begründet sich die Forderung nach kurzen, rund geschnittenen Fingernägeln ohne Nagellack und keinesfalls künstliche Fingernägel zu tragen.

▶ **Hände waschen.** Die Kombination einer Waschung mit Desinfektion der Hände ist meist nicht nötig und aus Gründen des Hautschutzes auch nicht empfehlenswert (▶ Tab. 15.4). Lediglich stark verschmutzte Hände werden aus ästhetischen und hygienischen Gründen zuerst gewaschen, dann desinfiziert. Die Hände sollen erst mit Seife gewaschen, gründlich abgetrocknet und dann desinfiziert werden.

Insbesondere vor der Zubereitung von Speisen/Sondenkost müssen nach Kontakt mit Clostridium difficile (Sporenbildner) oder Verdacht die Hände erst desinfiziert (Reduzieren vegetativer Keime), dann gewaschen (Sporenreduktion) werden.

▶ **Hautpflege.** Eine angepasste Hautpflege bei den häufigen Wasserkontakten empfiehlt sich insbesondere im Herbst und Winter, begründet sich aber auch durch das häufige Desinfizieren.

Nutzen von Schutzhandschuhen

Ist mit einer Kontamination der Hände zu rechnen, müssen zum Patienten- und Selbstschutz Schutzhandschuhe getragen

werden. Nach dem Ausziehen sollten die Hände, wenn Kontakt mit Mikroben stattgefunden haben kann bzw. bei deutlicher Verschmutzung der Handschuhe, immer desinfiziert werden (Mikroperforationen, Keimübertragung auf Hände beim Ausziehen). Bei einem Wechsel zwischen verschiedenen Patienten verhindern Handschuhe allein nicht die Transmission (Kreuzübertragung), sodass man unbedingt auf einen Wechsel zwischen verschiedenen Patienten achten sollte.

Gleichfalls ist ein Handschuhwechsel bei Arbeiten am Patienten an verschiedenen Körperstellen (z. B. Wechsel von der Waschung des Patienten zum Verbandwechsel) erforderlich.

Merke

Am häufigsten werden beim Nutzen von Schutzhandschuhen folgende **Mitarbeiterfehler** beobachtet:

- Handschuhe werden zu lange über die kontaminierende Aktivität hinaus getragen.
- Der Wechsel der Handschuhe erfolgt nicht prompt nach tatsächlicher oder möglicher Kontamination.
- Gesichts-Haar-Kontakte erfolgen mit kontaminierter, behandschuhter Hand.
- Nach dem Ausziehen der Handschuhe fehlt die Händedesinfektion.

Tragen von Schutzkleidung

Eine Keimübertragung über die eigentliche Arbeitskleidung (z. B. Kasack, Hose, Arztkittel) kann bei der Arbeit nicht ausgeschlossen werden. Daher sollten patientengebundene Schürzen oder Schutzkittel mit langen Ärmeln bei direktem Körperkontakt mit dem Patienten durch alle patientennahen Berufsgruppen getragen werden! Dies gilt insbesondere, wenn eine Kontamination der Kleidung durch potenziell infektiöses Material (Speichel, Bronchialsekret, Blut oder Stuhl) sowie bei besonders infektionsgefährdeten und infizierten Patienten möglich ist. Weiterhin sind sie angebracht bei der Pflege von Patienten, die mit multiresistenten Keimen (z. B. MRSA) besiedelt sind. Eine Plastikschürze empfiehlt sich wegen ihres feuchtigkeitsundurchlässigen Materials bei eventuellen Kontakten mit Körperflüssigkeiten bzw. im Umgang mit anderen Flüssigkeiten (z. B. Waschwasser), bei Schmutzarbeiten und direktem Patientenkontakt.

Schutzkittel oder Schürzen können beim selben Patienten mehrfach verwendet werden, wenn die Außenseite markiert ist. Nach Gebrauch können sie patientennah, nicht auf dem Flur vor dem Zimmer, mit der Außenseite nach außen an Haken aufgehängt werden. Patientenbezogene Baumwollkittel sollten auf Intensivstationen 3 × tgl. gegen neue ausgetauscht werden.

Gebrauch von Kopfhaube, Mund-Nasen-Schutz

▸ **Haare.** Haare der Mitarbeiter sollen keinen Patientenkontakt haben. Daher soll langes Haar zusammengehalten werden. Lediglich bei Tätigkeiten mit einer besonderen Gefährdung durch Haare als Keimquelle (z. B. Legen eines ZVK, große Wundversorgung) ist eine Kopfhaube mit vollständigem Einbinden der Haare zu tragen.

▸ **Mund-Nasen-Schutz.** Mund-Nasen-Schutz in Form der üblichen chirurgischen Masken sollten zum Eigenschutz (z. B. bei möglichem Verspritzen von Blut und infektiösem Material) getragen werden. Indiziert ist ein Mund-Nasen-Schutz zudem bei Atemwegsinfektionen des Mitarbeiters mit der Gefahr der Verbreitung infektiöser Tröpfchen. Zum Schutz der Patienten müssen sie z. B. bei der Versorgung großflächiger Wunden verwendet werden.

Bei nicht sachgemäßem Benutzen (Herunterhängen am Hals mit erneutem Hochziehen) kann es durch das Berühren der Finger mit dem Mund-Nasen-Schutz eher zu einer Keimübertragung (aus dem Mund-Nasen-Rachen-Raum des Mitarbeiters) kommen als ohne Mund-Nasen-Schutz.

▸ **Atemschutzmaske.** Bei der Pflege von Patienten mit offener Lungentuberkulose sollten sog. partikelfiltrierende Halbmasken („Feinstaubmasken" Schutzstufe FFP2) getragen werden, die Partikel filtern und somit auch infektiöse Tröpfchenkerne (< 5 µm) zurückhalten können. Dem Patienten, der sein Zimmer verlassen muss, darf nur ein Mund-Nasen-Schutz umgelegt werden. Unter einer Atemschutzmaske wäre seine Atmung zu stark behindert.

Mitarbeiterschutz vor speziellen Infektionen

Die wichtigsten berufsbedingten Infektionen im Krankenhaus sind Hepatitis B und C, Lungentuberkulose und Infektionen durch HIV. Sofern berufsübliche Standardhygiene (insbesondere Sicherheitskanülen, das patientennahe Eingeben benutzter Kanülen in durchstichsichere Abwurfgefäße, Verzicht auf das sog. Recapping, das Tragen von Schutzhandschuhen und Schutzbrillen, z. B. beim endotrachealen Absaugen, hygienisch einwandfreie Arbeitstechniken) beachtet wird, ist das berufliche Risiko gering.

Zum Mitarbeiterschutz und Schutz der Patientenumgebung müssen alle Patienten isoliert werden, bei denen entweder eine aerogene Übertragung ihrer Erkrankung möglich ist (z. B. einer offenen Lungentuberkulose, Masern- oder Varizellenpneumonie, evtl. auch bei Influenza) oder bei denen sonst eine Übertragung auf Mitpatienten, z. B. durch massive Umgebungskontamination (ausgedehnte Wundinfektionen) oder bei Durchfallerkrankungen (z. B. Rota- oder Norovirusinfektionen, Salmonellose u. a.) nicht sicher verhindert werden kann.

Eine mögliche Gefährdung bei virusbedingten gastrointestinalen Infektionen lässt sich durch sorgfältige Händehygiene und Umsicht beim Erbrechen des Patienten reduzieren. Hier werden zudem ethanolhaltige Händedesinfektionsmittel empfohlen, die auch unbehüllte Viren angreifen (z. B. Desderman pure).

Standardhygiene gehemmt durch hohe Arbeitslast und Mitarbeitermangel

Das Konzept der Standardhygiene ist nicht zu realisieren, wenn die Qualifikation und die Anzahl der Mitarbeiter der Arbeitsbelastung nicht angemessen sind.

Ausreichende Mitarbeiterqualifikation und -zahl, verbunden mit Schulungsmaßnahmen zum frühzeitigen Erkennen von Gefahren, spielen insbesondere in der Intensivpflege eine wichtige Rolle. Die Beziehung zwischen ausgeübter Hygienepraxis, Anzahl sowie Qualifikation der Mitarbeiter ist durch internationale Studien bewiesen. Sie zeigen die wissenschaftliche Evidenz zwischen Mitarbeiterzahl/-qualifikation im Pflegedienst und einer professionellen und engagierten Krankenhaushygiene zur Prävention nosokomialer Infektionen (Leistner 2014; Sitzmann 2014b). Ein hoher Anteil von examinierten Pflegekräften gilt als Gütesiegel und verbessert die Ergebnisqualität, während diese leidet, wenn ein zu hoher Anteil von Hilfskräften, angelernten Mitarbeitern oder Aushilfskräften auf einer Station eingesetzt werden.

Mitarbeitermangel bei Pflegenden erhöht beim Patienten das Risiko von Verletzungen, Infektionen, anderen Erkrankungen und Tod. Wenn pro Pflegefachperson zu viele Patienten zu betreuen sind, leiden die Patienten vermehrt an Decubiti, Pneumonien und Harnwegsinfektionen. Bei zu geringer Mitarbeiterzahl treten zudem unerwünschte Ereignisse wie bspw. Stürze der Patienten mit nachfolgenden Frakturen, nosokomialen Infektionen oder

Fehler bei der parenteralen Infusionstherapie und Medikamentengabe signifikant häufiger auf als bei zahlenmäßig ausreichender Mitarbeiterzahl (Sitzmann 2009b).

Merke

Fakten, die auf Patientenschäden durch Sozialabbau hinweisen, existieren, sind bekannt und werden bislang politisch ignoriert.

Prävention der Übertragung von MRE

Am augenfälligsten erfolgt die Übertragung von multiresistenten Erregern (MRE) durch Kontakt. Somit ist die Keimübertragung durch die Hände der Mitarbeiter entscheidend und kann wirkungsvoll beeinflusst werden.

Merke

Fundament der Prävention einer MRE-Übertragung ist das beharrliche Praktizieren von Standardhygiene mit konsequenter Händehygiene: häufige Händedesinfektion und rationaler Umgang mit Schutzhandschuhen.

Zwei Vorbeugeprinzipien

Über die adäquate Prävention von MRE-Übertragungen in der Klinik gibt es unterschiedliche Ansichten. Die Befürworter einer strikten räumlichen Isolierung sind der Auffassung, dass die Klinikmitarbeiter aus unterschiedlichen Gründen (z. B. Überlastung aufgrund zu geringer Stellenbesetzung, mangelnder Motivation) nicht zu einer wirkungsvollen Standardhygiene bei allen Patienten in der Lage sind. Daher empfehlen sie, diese Defizite durch den Zwang umfangreicher Barrieremaßnahmen allein bei MRSA-Patienten u. a. Multiresistenzen im Rahmen einer strikten räumlichen Isolierung zu kompensieren.

Anderer Ansicht sind die Vertreter einer zuverlässigen Standardhygiene bei allen Patienten (Kappstein 2006, Schulze-Röbbecke 2009): Zurzeit gibt es keine hinreichende Evidenz, dass Maßnahmen der Patientenisolierung den Maßnahmen der Standardhygiene überlegen wären. Es existiert die Überzeugung, dass eine sorgfältige Beachtung der Standardhygienemaßnahmen Übertragungen potenziell pathogener Keime bei der Patientenversorgung erheblich einschränken würde. Damit erübrigten sich meist spezielle Isolierungsmaßnahmen. Durch eine verbesserte hygienische Praxis könnte sich die Isolierung im Einzelzimmer auf wenige Patienten beschränken, wie z. B. Verbrennungspatienten, großflächig mit MRSA oder multiresistenten, Carbapenemasen bildende gramnegative Stäbchen (3MRGN, 4MRGN) besiedelte oder infizierte Patienten.

Erst, wenn sich das Grundverständnis und die Praxis in den Krankenhäusern zu fördernden Bedingungen einer Resistenzentwicklung ändern, reduziert sich der Resistenzdruck auf die Mikroben.

Merke

Standardhygiene ist die Basis jeder Infektionsprävention!

Solange jedoch aus unterschiedlichen Gründen die Standardhygiene eklatant vernachlässigt wird, reagieren wir lediglich auf MRE-kontaminierte oder -infizierte Patienten in der Klinik und isolieren sie gewissermaßen in „Einzelhaft". Nachstehend werden einige landläufige Praktiken zum Hygienemanagement MRSA beschrieben.

MRSA-Aufnahme-Screening

Aufgrund der hohen Durchseuchung einzelner regionaler Zentren (Intensivstationen, einzelne Pflegeheime) empfiehlt es sich, hausintern Absprachen zu treffen, bei welchen Patienten bei Aufnahme ein Screening u. a. auf MRSA mit Abstrich zumindest aus beiden Nasenvorhofbereichen und dem Rachen erfolgen soll. Daher existiert z. B. die Absprache zum Aufnahmescreening folgender Risikogruppen (www.klinik-hygiene.de):

- Patienten mit bekannter MRSA-Anamnese
- Patienten, die aus einer benachbarten Rehaklinik oder fremden Intensivstationen verlegt wurden
- Patienten, die länger als 24 h Kontakt mit zunächst unerkannten MRSA-Trägern hatten (z. B. Mitpatienten aus dem gleichen Zimmer)
- Patienten mit der Diagnose fortgeschrittene COPD aufgrund der häufigeren Antibiotikatherapie
- weitere Patienten mit den Risikofaktoren: chronische Pflegebedürftigkeit, Harnwegskatheter (SPK, transurethral), PEG, Tracheostoma, Hautulkus/Gangrän/chronische Wunden/tiefe Weichteilinfektionen, Dialysepflichtigkeit

Neben dem Abstrich aus dem Rachen und der vorderen Nasenhöhle sollen auch evtl. vorhandene chronische Wunden bzw. Hautläsionen in das Screening einbezogen werden.

Während der kurzen Laboruntersuchungszeit erfolgt entweder eine Patientenisolierung möglichst im Einzelzimmer oder eine Kontaktisolierung im Mehrbettzimmer. Das bedeutet eine konsequente Standardhygiene bei der Pflege im Mehrbettzimmer mit patientenbezogenem Schutzkittel oder Schürze, Schutzhandschuhen bei direktem Patientenkontakt, bis das MRSA-negative Ergebnis vom Labor mitgeteilt wird.

Isolierungsmaßnahmen

Gilt die Absprache, Patienten zu isolieren, die mit multiresistenten Mikroben oder CDAD (Clostridium difficile assoziierte Diarrhö) entweder kontaminiert oder infiziert sind, kann der Umfang der Maßnahmen entsprechend eines Epidemiologie-Protokolls (▶ Abb. 15.4) abgestimmt werden.

Zu weiteren Fragen des pflegerisch-therapeutischen Umgehens mit multiresistenten Keimen, insbesondere der Sanierung und Keimeliminierung (Eradikation) des MRSA, wird auf leicht zugängliche Literatur verwiesen (Robert Koch-Institut 2014).

▶ **Isolierung unabhängig von MRSA.** Auch Patienten mit multiresistenten gramnegativen Bakterien (z. B. Acinetobacter baumannii 4 MRGN) werden evtl. isoliert. Beim Nachweis Methicillin-resistenter Staphylococcus epidermidis (MRSE) müssen wegen der weiten Verbreitung dieses Keimes beim Menschen und seiner Umgebung außer einer sorgfältigen Standardhygiene keine speziellen Maßnahmen ergriffen werden.

Es müssen alle Patienten isoliert werden, bei denen entweder eine aerogene Übertragung ihrer Erkrankung möglich ist (z. B. einer offenen Lungentuberkulose, Masern- oder Varizellenpneumonie, evtl. auch bei Influenza) oder bei denen sonst eine Übertragung auf Mitpatienten, z. B. durch massive Umgebungskontamination (ausgedehnte Wundinfektionen) oder bei Durchfallerkrankungen (z. B. Rota- oder Norovirusinfektionen, Salmonellose u. a.) möglich ist.

Instruktiver Umgang mit Besuchern

Besucher sollten bei Betreten und Verlassen der Intensivstation eine Händedesinfektion durchführen, in die korrekte Technik müssen sie eingewiesen werden. Das Risiko einer Infektion durch Straßenkleidung, einschließlich der Schuhe, ist zu vernachlässigen, sodass weder Schutzkittel (außer bei Isolierungspatienten) noch Überschuhe notwendig sind. Besucher mit akuten Atemwegsinfektionen, Hautinfek-

Epidemiologie-Protokoll

Adressete des aufgenommenen Patienten mit Symptomen / Verdacht auf Infektionserkrankung nach IfSG

(Hierdurch wird nicht die Meldepflicht nach IfSG erledigt, die den Arzt betrifft!)

▶ Meldung bitte an Beauftragten der Klinikhygiene, Rufgerät .....

Diagnose/Verdachtssymptome: .....

Mikrobe/Infektiöses Material: .....
Empfohlene Schutzmaßnahmen entsprechend Literatur[1]

- ☐ **Einzelzimmer** (Zimmer kennzeichnen, Besucher müssen sich bei Pflegenden anmelden, bitte einweisen)
- ☐ **Mehrbettzimmer** ist möglich ☐ **Mehrbettzimmer** ist nicht möglich
- ☐ **Händedesinfektion** vor und nach dem Patientenkontakt bzw. Betreten des Zimmers
- ☐ **Patienten in die hygienische Händedesinfektion** einweisen (z.B. nach WC-Benutzung)
- ☐ **Eigenes WC** oder Nachtstuhl zuweisen, täglich ist desinfizierende Reinigung erforderlich
- ☐ **Schutzkittel** tragen und täglich/pro Dienstschicht erneuern
  - ☐ bei Betreten des Patientenzimmers
  - ☐ bei Verlassen des Patientenzimmers z.B. durch die Begleiteltern
  - ☐ bei Kontakt mit Körperflüssigkeiten/Ausscheidungen/Sekreten/Betten des
  - ☐ Patienten/Kontakt mit kontaminierten Körperarealen
- ☐ **Schutzkittel** im Patientenzimmer (Außenseite außen)
- ☐ außerhalb Patientenzimmer aufhängen
- ☐ **Einmalhandschuhe** (bei Kontakt mit Körperflüssigkeiten/Ausscheidungen/Sekreten/ bei Kontakt mit kontaminierten Körperarealen)
- ☐ **Mund-Nasenschutz** erforderlich ☐ **Atemmaske** FFP2/FFP3 erforderlich
- ☐ **Wäscheabwurf** im Zimmer in Textilsack für Infektionswäsche mit äußerem Klarsicht-Plastiksack
- ☐ **Müllabwurf** in Sack/ Behälter für Infektionsmüll
- ☐ **Speisereste** mit **Essgeschirr** zurück in die Spülküche
- ☐ **Flächen** (von Fußböden, Möbel, Leisten, Nachtschränke, Bettgestelle u.a.) und
- ☐ **Gegenstände** (Bücher, Spielzeug u.a.) werden gereinigt
- ☐ **Sichtbare Verunreinigungen** (Kontaminationen durch Ausscheidungen/Sekreten/ Blut) müssen sofort desinfizierend gereinigt werden
- ☐ **Desinfektion** nach Benutzung der Pflege-/ Behandlungs- und Untersuchungsmaterialien (Steckbecken, Urinflaschen, Thermometer, Nagelschere, Haarbürste)
- ☐ **Tägliche Desinfektion der Flächen** (Fußboden, patientennahe Flächen)
- ☐ **Schlussdesinfektion als Wischdesinfektion** durchführen

- ☐ **Stuhlprobe** bei allen direkten Kontaktpersonen (Namensliste zum Betriebsarzt geben)
- ☐ Stuhlprobe nur von Kontaktpersonen mit Symptomatik (z.B. Durchfall/Erbrechen)
- ☐ Stuhlkontrollen bei allen direkten Kontaktpersonen (auch ohne klinische Symptomatik) 4 ½ Wochen nach Exposition (dann erst Erregerausscheidung im Stuhl)

- ☐ **Aufhebung der Isolierungsmaßnahmen:**
  - ☐ 3 negative Stuhlproben im Abstand von je 48 Stunden
  - ☐ 5 negative Stuhlproben im Abstand von je 48 Stunden

Alle Flächendesinfektionsarbeiten mit ..... in ..... %-Lösung = 1 Std.
Wert und ausreichend dichten Schutzhandschuhen ausführen.
Beachten Sie auch bitte die folgenden **Anlagen**: .....

Datum: ..... Unterschrift: ....
Klinikhygiene Mitarbeiter Pflege

Kopie: Patientenakte/Akte Hygienekommission

[1] RKI-Empfehlungen; Kappstein I., Nosokomiale Infektionen, 4. Aufl. Thieme, Stuttgart 2009; Sitzmann F., Hygiene, Springer Berlin 1999; Sitzmann, F., Hygiene Kompakt, Huber Bern 2012d

Abb. 15.4 Krankheitsspezifisches und individuell dem Patienten angepasstes Epidemiologie-Protokoll.

tionen oder infektiösen Darmerkrankungen sollten jedoch keinen direkten Kontakt mit Intensivpatienten aufnehmen. Gesunde Kinder stellen aus hygienischer Sicht kein Problem dar und können besuchsweise mitgenommen werden.

Reinigung und Desinfektion auf Intensivstationen

Eine Infektionsübertragung über Fußböden und Wände ist als nachrangig anzusehen. Am wichtigsten für den Klinikalltag sind Hände-, Haut-, Schleimhaut- sowie fachgerechte Instrumenten- und patientennahe Flächendesinfektion. Abhängig von einer Risikobewertung (RKI 2004) kann der Fußboden der Intensivstation mit dem hausüblichen Reinigungssystem ohne Zusatz eines Desinfektionsmittels gereinigt werden.

Treffen Untersuchungen zu (Fleming 2010), dürfte nicht nur der falsche Einsatz von Antibiotika an der Entwicklung von Multiresistenzen von Mikroben schuld sein, sondern auch der Gebrauch von Desinfektionsmitteln, wie der gängige Wirkstoff Benzalkoniumchlorid bei P. aeruginosa. Im Experiment entwickelten an das Desinfektionsmittel in nicht bakteriziden Konzentrationen gewöhnte Bakterien Resistenzen gegen das Antibiotikum Ciprofloxacin, obwohl sie zuvor nie mit dem Antibiotikum in Kontakt gekommen waren.

Folgerichtig sollte die Reinigung von korrekt geschulten und nicht ständig wechselnden Mitarbeitern durchgeführt werden. Beim Vorliegen von MRE, Enteritis durch Rota- und Noroviren sind täglich Flächendesinfektionsmaßnahmen notwendig.

Sinnvoll ist es, patientennahe Flächen, insbesondere diejenigen, die häufigem Händekontakt ausgesetzt sind wie Nachttisch, Versorgungsleiste, Monitor, Medikamentenwagen, Verbandwagen, Beistelltisch mind. 1 × tgl., die Bedienungsoberflächen des Beatmungsgeräts, Inkubatoren und der Monitore mind. in jeder Dienstschicht desinfizierend zu reinigen (▶ Tab. 15.5). Bei sichtbarer Kontamination von Flächen (z. B. mit Blut, Eiter, Sputum, Stuhl) muss sofort eine gezielte Desinfektion erfolgen.

Merke

Unsinnig ist es, bei sichtbarer Kontamination auf den täglichen Reinigungsdienst zu warten, denn bereits winzige Spuren HBV wirken noch nach 7 Tagen in kleinen Hautwunden infektiös!

Tab. 15.5 Notwendige gezielte Flächendesinfektionsmaßnahmen (Sitzmann 2012d).

hygienisch notwendige, gezielte Maßnahmen	häufige Fehler in der hygienischen Praxis
sichtbare Kontamination mit Blut, Stuhl, Eiter usw.: • Kontamination mit desinfektionsmittelgetränktem Einmaltuch aufnehmen	• bei sichtbarer Kontamination auf den täglichen Reinigungsdienst warten • lediglich Aufwischen mit Zellstoff (winzige Spuren HBV wirken z. B. noch nach 7 d infektiös)
Patienten- und Besucher-WC: • schriftlich auf eigenaktives alkoholisches Desinfizieren der WC-Brille mit Papierhandtuch hinweisen	• Sprühen von Desinfektionsmittel (Teile des Wirkstoffs werden unvermeidlich inhaliert, wesentlich ist der Wischeffekt)
patientennahe Flächen, die häufig mit den Händen berührt werden, z. B. Display Spritzenpumpe, Monitore, Handkontaktflächen an Beatmungsgerät, am Inkubator: • Flächen 3 × tgl. desinfizieren	• 1 × tgl. Desinfektion durch Reinigungsdienst reicht nicht aus • Warten auf Flächendesinfektion durch Reinigungsdienst grotesk: hygienischer Zustand des „Arbeitswerkzeugs“ ist Aufgabe der Fachfrau/des Fachmanns, d. h. der Pflegenden, Ärzte, Physiotherapeuten
Arbeitsflächen für das aseptische Vorbereiten von Injektionen, Infusionen, Verbandwechsel, Punktionen: • Flächen mit Einmaltuch und Alkohol 70 % oder desinfektionsmittelgetränkten Einmaltüchern korrekt vorbereiten	• mit Wasser angefeuchteter Zellstoff ist inadäquat

Bewährt hat sich für kleine Flächen Alkohol 70 %, wobei standardmäßig heute die Wischdesinfektion angebracht ist. Das Versprühen von Desinfektionsmitteln darf nur auf das Notwendigste beschränkt werden. Die chemischen Substanzen gelangen sonst beim Sprühen nicht nur auf den Gegenstand, sondern auch in die Atemwege von Mitarbeitern und Patienten. Raumdesinfektion durch Verdampfen von Formaldehyd wird heute auch bei offener Lungentuberkulose nicht mehr angewendet. Hohe Anforderungen sind an die sachgemäße desinfizierende Aufbereitung von Medizinprodukten zu stellen (s. u.).

Standardhygiene oder CHG als Allheilmittel?

Gehäuft werden in den letzten Jahren Konzepte einer Chlorhexidin-(CHG-) Ganzkörperwaschung oder mit CHG imprägnierten Produkten (u. a. ZVK, Harnwegskatheter, Verbände) zur Dekolonisation des Menschen veröffentlicht. Mit CHG soll erreicht werden, u. a. postoperative Wundinfektionen, MRSA, Sepsis und beatmungsassoziierte Pneumonien zu reduzieren.

▶ **Wirkung.** CHG wirkt dosisabhängig bakteriostatisch oder bakterizid. In wässriger Lösung wachsen jedoch Pseudomonaden (Kramer 2008), MRSA war signifikant schlechter abzutöten als der sensible S. aureus, Vancomycin-resistente Enterokokken (VRE) sind gegen CHG resistent. Eigens betont wird der länger anhaltende antiseptische Effekt dieser Substanz, wobei die uns bekannten Substanzen PVP Iod und Octenidin ebenso über diese desinfizierende Nachwirkung (remanente Wirkung) verfügen. Zudem übertreffen Benzalkoniumchlorid, PVP-Iod und Octenidin das Chlorhexidin deutlich an Wirksamkeit.

▶ **Nebenwirkungen.** Meist werden in diesen Studien CHG-bedingte, unerwünschte Nebenwirkungen als mild beschrieben. Andererseits spricht die Literatur neben der sensibilisierenden auch von der „neurotoxischen Potenz von Chlorhexidin“ (Kramer 2008).

▶ **Resistenzen.** Die dauerhafte Anwendung von CHG-Lösung kann die Entwicklung weiterer Resistenzen fördern. Resistenzen gegen MRSA und verschiedene gramnegative Bakterien sind nachgewiesen (Kramer 2008), zusätzlich Kreuzresistenzen mit Antibiotika.

▶ **Studienkritik.** Festzustellen ist, dass viele Studien den sog. Hawthorne-Effekt zeigen, d. h., die Teilnehmer der Studie ändern ihr übliches Verhalten, weil sie wissen, dass sie an einer Studie teilnehmen und beobachtet werden.

Weiter handelt es sich häufig um Erfolge bei einem primär erhöhten Ausgangsniveau von Kolonisationen/Infektionen.

Wie steht es mit der „Bündel-Treue“? Generell muss gegenüber diesem Hype, der aus US-amerikanischen CHG-Studien Empfehlungen zur Ganzkörperwaschung der Patienten begründet, kritisiert werden, dass bei den Begeisterung auslösenden Ergebnissen lediglich ***eine*** einzelne Maßnahme aus einer notwendigen größeren Zahl von Präventionsmaßnahmen („Bündel“) herausgegriffen wird. Keine Aussagen werden zur Realisierung der Standardhygiene in den Studien-Kliniken gemacht. Die Frage ist zudem, ob die übrigen Empfehlungen zur Prävention einer ZVK-assoziierten Sepsis sehr viel korrekter als in deutschen Studienergebnissen ausgeführt werden? Hansen (2013) stellte fest, dass selbst 12 Jahre nach Erscheinen der Empfehlungen des Robert Koch-Instituts zur Prävention ZVK-assoziierter Sepsis (RKI 2002) die wesentlichen zentralen Elemente zur Vorbeugung in den Kliniken nicht umgesetzt werden.

15.3.2 Prävention endoskopieassoziierter Infektionen

Auf Intensivstationen werden zunehmend endoskopische Eingriffe (z. B. Bronchoskopien) ohne Assistenz der fachbezogenen Mitarbeiter durchgeführt. Infektionsrisiken bestehen so für Mitarbeiter und Patienten.

Infektionsrisiken für Mitarbeiter

Da der Status des Patienten als Keimträger meist unbekannt ist, muss jeder Patient bei einer Endoskopie als potenziell infektiös angesehen werden. Die Mitarbeiterhygiene (▶ Tab. 15.6) muss sich darauf einrichten.

Infektionsrisiken für die Patienten

Auch während Endoskopien lassen sich die Infektionsrisiken des Patienten nach endogenen und exogenen Risiken unterscheiden:

- **endogene Mikrobenreservoire:**
  - Transfer von Mikroben aus besiedelten Körperarealen in keimarme bis keimfreie Regionen des Körpers, z. B. bei ERCP, Bronchoskopie
  - Bakteriämien mit nachfolgenden schweren systemischen Infektionen durch Schleimhautmanipulationen, z. B. Enterokokkenendokarditis nach Sigmoidoskopie
- **exogene Keimreservoire:**
  - Keimübertragung von Patient zu Patient, z. B. Salmonellen, P. aeruginosa, Acinetobacter, Mycobacterium tuberculosis, Helicobacter pylori, HBV, HCV aus nicht ordnungsgemäß aufbereiteten Endoskopen oder Zubehör
  - Übertragung aus der Umgebung, z. B. Aeromonas sobria (Wasserkeim) in Blutkultur bei Sepsis nach Gastroduodenoskopie, Pseudomonas aeruginosa, atypische Mykobakterien aus dem Leitungswasser

Tab. 15.6 Vorbeugen endoskopiespezifischer Infektionen (mod. n. Sitzmann 2012d).

endoskopiespezifische Infektionsrouten	persönliche Schutzbeispiele	Dos and Don´ts der hygienischen Praxis
Inhalation (Einatmung), z. B. TBC	partikelfiltrierende Halbmasken (FFP2-Maske bei Verdacht auf offene Lungen-TBC)	FFP2-Atemschutzmasken können mitarbeiterindividuell und patientenbezogen mehrmals getragen werden: die Generationszeit des Mycobakterium tuberculosis beträgt 20 h ggf. 20 min bei den meisten anderen Keimen
	insbesondere nach endoskopischen Lungenuntersuchungen	sorgfältiges Lüften des Raumes nach Untersuchungen ist angebracht
Aspiration (einatmungsbedingtes Verschlucken), z. B. von Körpersekreten mit Helicobacter-pylori-Infektionen (erhöhtes Arbeitsplatzrisiko)	Mund-Nasen-Schutz, ggf. mit zusätzlichem Augenschutz (oder Gesichtsschild) bei Gefahr der Aerosolbildung und des Verspritzens von Blut oder Körpersekreten	Mund-Nasen-Schutz nicht zum Hals herunterziehen (Kontamination der Hände)
Ingestion (perorales Verschlucken)	korrekte Händehygiene	Praktizieren • bewusster Hand-Haar-Gesichtskontakte • hoher Compliance bei Händedesinfektion
	Sauberkeit der Umgebung und des Untersuchungsplatzes	Aufgrund der Fähigkeit von Clostridium difficile, sehr umweltresistente Sporen als Dauerformen mit einer Persistenzfähigkeit über Monate zu bilden, sind Besonderheiten bei der Händehygiene und Flächendesinfektion zu beachten: • korrekte Händehygiene: potenziell mit Clostridium difficile kontaminierte Hände sollen zur Einwirkung auf die vegetativen Keime zuerst desinfiziert und ausnahmsweise zusätzlich zum Abspülen der Sporenformen gründlich gewaschen werden • Flächendekontamination ist nur mit Sauerstoffabspalter sinnvoll, z. B. Perform
Injektion oder Inokulation (Einimpfung), z. B. Blut mit HB-Viren, HC-Viren, HI-Viren	Schutzhandschuhe	• rechtzeitiger Wechsel von Schutzhandschuhen (nach Verschmutzung mit Blut) • bei einzelnem Patienten mehrmaliges Desinfizieren mit Händedesinfektionsmittel möglich
	Kenntnisse	• Sofortmaßnahmen nach Verletzungen mit möglicherweise infiziertem Material
Penetration der Haut oder/und Schleimhaut	Schutzkleidung, freie desinfizierbare Unterarme oder sterile Kleidung	• zuerst Händewaschung bei grober Verschmutzung, nach sorgfältigem Abtrocknen Händedesinfektion
professionelle Arbeitstechniken, sorgfältige Planung der Arbeitsschritte	Arbeitsplatz- und Materialvorbereitung	• sterile von sauberen Arbeitsflächen trennen • Vorbereiten der Flächen durch Desinfektion mit 70 % Alkohol u. frischen Einmaltüchern vorbereiten
Transport und Aufbereiten benutzter Instrumente	persönliches Übertragungsrisiko	• Ablage benutzter Endoskope in Transportwanne mit Abdeckfolie • Endoskop nicht frei (tropfend) zur Aufbereitung transportieren • Infektionsrisiko nicht erhöht beim Praktizieren von Standardhygiene

Der beste Schutz des Patienten vor „Healthcare associated Infections“ nach Endoskopie wird durch ein hohes Niveau professioneller Standardhygiene sowie wirkungsvoller Geräteaufbereitung durch Mitarbeiter mit spezieller Weiterqualifikation erreicht (High-level Disinfection). Endoskope, welche durch speziell geschulte Mitarbeiter (RKI 2013) korrekt vorbereitet und anschließend vollautomatisch wiederaufbereitet wurden, sind seltener kontaminiert als halbautomatisch bzw. manuell wiederaufbereitete Geräte. In klinischen Endoskopieabteilungen haben sich die Verhältnisse während der Arbeitszeit von Mitarbeitern mit besonderer Sachkenntnis erheblich verbessert. Dessen ungeachtet muss auch für die auf Intensivstation genutzten Geräte die mikrobielle Belastung der Endoskope nach der Aufbereitung als Qualitätsindikator dienen. Die Beschreibung einer Reihe von Infektionsausbrüchen auf Intensivstationen mit Carbapenem-resistenten Klebsiella pneumoniae bei Aufbereitung außerhalb der Regelarbeitszeit weisen auf mangelnde Qualität hin, die behoben werden müssen. Daher sollten entweder alle auf der Intensivstation genutzten Geräte speziell vorgereinigt und zu einem späteren Zeitpunkt durch Mitarbeiter mit spezieller Weiterqualifikation in einem Reinigungs-Desinfektionsgerät für Endoskope (RDG-E) aufbereitet werden oder auf anderem Weg eine durchgehend hohe Aufbereitungsqualität sichergestellt werden. Weitere infektionspräventive Maßnahmen sind z. B.

- Sterilisation des (Zusatz-)Instrumentariums nach desinfizierender Aufbereitung,
- Sicherstellen, dass nur hygienisch einwandfreies Wasser verwendet wird, z. B. ausschließlich steriles Aqua destillata zur Befüllung der Optikspülflasche oder bei Benutzung des Endo washers,
- hygienebezogene Geräte- und bauliche Ausstattung, z. B. ausreichende Abluft, geordnete Aufbewahrung aufbereiteter Geräte (Bauermann 2009).

Merke

Endoskope sind hochkomplexe Instrumente, die zum Infektionsschutz immer optimal von Mitarbeitern mit spezieller Weiterbildungsqualifikation aufbereitet werden müssen. Das heißt: Für jede Intensivstation müssen hausbezogen schriftliche Verabredungen für standardisierte Verfahren zur Vorbereitung der Wiederaufbereitung von Endoskopen existieren und praktiziert werden.

15.3.3 Prävention von Atemwegsinfektionen (AWI)

Grundlagen

Formen

Grundsätzlich werden verschiedene Formen der Pneumonie (S. 473) differenziert, die sich hinsichtlich der beteiligten Mikroorganismen (▶ Tab. 15.3), der Prognose und in ihrem Verlauf unterscheiden:

- ambulant erworbene Pneumonie (Community-acquired Pneumonia, CAP)
- nosokomiale Pneumonie mit der Sonderform der beatmungsassoziierten Pneumonie (Ventilator-associated Pneumonia, VAP)
- Pneumonie bei Immunsupprimierten

Definition

Jede außerhalb des Krankenhauses oder während der ersten 48 h nach Aufnahme ins Krankenhaus erworbene Pneumonie wird als **CAP** bezeichnet. Mehr als 48 h nach Krankenhausaufnahme und in den ersten Tagen (bis zu 4 Wochen) nach Krankenhausentlassung erworbenen Infektionen werden als **nosokomiale Pneumonien** bezeichnet.

Eine AWI stellt immer eine wichtige Komplikation dar, welche nicht selten in eine Sepsis übergeht und mit nachfolgendem Multiorganversagen nicht mehr beherrschbar wird.

Diagnosekriterien

Nosokomiale, mit Beatmung assoziierte Pneumonien orientieren sich u. a. an folgenden Kriterien:

- Rasselgeräusche bei Auskultation oder Dämpfung bei Perkussionsuntersuchung des Thorax
- Verschlechterung des Gasaustausches (z. B. erhöhter Sauerstoffbedarf, neue Beatmungsnotwendigkeit)
- Fieber > 38 °C ohne andere Ursache
- Verwirrtheit ohne andere Ursache bei Patienten > 70 Jahren
- neues Auftreten von eitrigem Sputum oder Veränderung der Charakteristika des Sputums
- aus Blutkultur isolierte Mikroorganismen
- Krankheitskeim aus bronchoalveolärer Lavage, Bronchialabstrich, transtrachealem Aspirat oder aus Biopsieprobe isoliert
- Röntgenbefunde

Pflegebezogene Prävention einer Pneumonie	
Maßnahme	**Empfehlung**
Verhindern der mikrobiellen Übertragung zwischen Beteiligten (Patient – Mitarbeiter)	
Hände-desinfektion	• vor und nach jedem Kontakt mit Trachealtubus, Tracheostoma, Beatmungszubehör • nach jedem Kontakt mit kontaminierten Körperstellen und nachfolgendem Kontakt mit dem Atemtrakt oder dem Beatmungsequipment • nach Kontakt mit Schleimhäuten oder respiratorischem Sekret oder mit respiratorischem Sekret kontaminierten Gegenständen • unabhängig davon, ob Handschuhe getragen wurden oder nicht!
Schutz-handschuhe	• zu tragen im Sinne des hygienischen Distanzierungsprinzips vor dem Kontakt mit Schleimhäuten, respiratorischem Sekret (Absaugen) oder Gegenständen, die mit sekretorischem Sekret kontaminiert sind • keinesfalls außerhalb des Patientenbereiches Handschuhe fortgesetzt tragen • sterile Handschuhe bei Kontakt mit Beatmungsmaterial sind sinnvoll
Vorbeugen der Übertragung von Mikroorganismen durch Medizinprodukte	
Beatmungs-equipment	• Beatmungsschläuche wechseln, wenn sie sichtbar verschmutzt sind bzw. ihre Funktionsfähigkeit nicht mehr gewährleistet ist, gemäß RKI spät. nach 7 d • Schläuche für Beatmungsgeräte mit aktiver Befeuchtung nicht routinemäßig nach bestimmter Nutzungszeit wechseln • genauso verfahren mit Beatmungsschläuchen, die mit HME verbunden sind • Aufbereitung der Beatmungsschläuche vor dem Einsatz am nächsten Patienten: sorgfältige desinfizierende Reinigung (z.B. in einer RDG), Sterilisation ist nicht notwendig • Kondensflüssigkeit in den Beatmungsschläuchen regelmäßig entfernen, Flüssigkeit darf weder in Richtung des Patienten drainiert werden, noch die Umgebung oder Mitarbeiter kontaminieren • heizbare Schläuche nicht obligat • bei Kontamination von Gegenständen oder Flächen sofort desinfizierend reinigen (Alkohol 70 % und Einmaltuch), kein Warten auf die Tatkraft des morgendlichen Reinigungsdienstes
Beatmungsbeutel	• Beatmungsbeutel desinfizierend wiederaufbereiten, bevor sie für den nächsten Patienten benutzt werden, keine Sterilisation erforderlich
hygienische Befeuchtung der Beatmungsluft	
HME	• soweit es die Beatmungssituation erlaubt, empfiehlt sich die passive Befeuchtung (einfacher durchzuführen, kostengünstiger) • HME nicht häufiger als alle 48 h wechseln (außer bei Verschmutzung)
„in-line"-Vernebler	• Kondensflüssigkeit aus Beatmungsschläuchen vor dem Befüllen des Vernebelers entfernen • Befüllung des Reservoirs nur unter aseptischen Bedingungen • nur sterile Medikamente zur Verneblung nutzen, keine mehrfach angestochenen Mehrdosisflaschen, sondern Einzelampullen nutzen: Inhalt kann versehentlich mikrobiell kontaminiert werden • Ausbruchsituationen sind möglich, wenn die Mehrdosisflaschen bei mehreren Patienten genutzt werden • zwischen Behandlungen desinfizierend reinigen
Intubation, Tracheotomie, endotracheales Absaugen	
Intubation	• endotracheale Intubation wenn immer möglich vermeiden, möglichst nichtinvasive Beatmungsformen einsetzen • vor und nach Intubation Hände desinfizieren • keimarme Schutzhandschuhe tragen • Tubus unter aseptischen Bedingungen anreichen • wenn möglich, keine nasale Intubation • Implementieren von Strategien zum Vermeiden akzidentieller ungeplanter Extubationen
Extubation	• vor Extubation Sekret im Oropharynx absaugen: vor dem Entblocken des Cuffs bei Extubation kein Sekret in Trachea dringen lassen
Tracheotomie	• Tracheotomie sowie Trachealkanülenwechsel unter aseptischen Bedingungen durchführen • desinfizierte oder sterile Trachealkanülen verwenden • die lokale Anwendung von Antiseptika zur Infektionsprophylaxe am Tracheostoma wird nicht empfohlen

Abb. 15.5 Pflegebezogene Maßnahmen zur Pneumonieprävention. (mod. n. Sitzmann 2012d, Suger-Wiedeck 2013)

Pflegebezogene Prävention einer Pneumonie (Fortsetzung)	
Maßnahme	**Empfehlung**
Intubation, Tracheotomie, endotracheales Absaugen (Fortsetzung)	
Absaugung	• Vorteile geschlossener Absaugung: geringere Gefahr von Umgebungskontamination, z.B. zum Absaugen von Patienten mit multiresistenten Erregern oder TBC • keine Präferenz für offene oder geschlossene Absaugung bzgl. Pneumonierisiko, keine Empfehlung für optimales Wechselintervall geschlossener Systeme bei Verwendung offener Systeme: • sterile Einmalkatheter verwenden, Kontamination des Absaugkatheters vor dem Einführen vermeiden • Absaugsystem nach Gebrauch mit Leitungswasser durchspülen • wenn innerhalb eines Absaugvorgangs der Absaugkatheter wiederholt in den Tubus eingeführt werden soll, muss die Spülung des Katheters mit steriler Flüssigkeit erfolgen • Ansatzstück des Absaugsystems in senkrechter Position aufhängen • Absaugschlauch und Sekretauffangbehälter täglich thermisch desinfizieren • Sekretauffangbehälter patientenbezogen verwenden • zum Anspülen zähen Sekretes nur sterile Flüssigkeiten verwenden
oft unterschätzte pflegerische Interventionen	
Schulung der Mitarbeiter	• Schulungen von Mitarbeitern zur Prävention nosokomialer Pneumonien führen zur deutlichen Reduktion dieser Pneumonien. Mitarbeiter müssen in die Einführung neuer Präventionsmaßnahmen aktiv eingebunden werden.
Ernährung	• frühzeitige enterale Ernährung anstreben • korrekte Lage der Ernährungssonde vor jeder Nahrungszufuhr als Aspirationsprophylaxe prüfen • Nahrungszufuhr an Darmtätigkeit anpassen • Ernährungssonde sobald als möglich entfernen • keine Empfehlung über kontinuierliche vs. diskontinuierliche enterale Ernährung • für die Platzierung der Ernährungssonde distal des Pylorus existieren keine Daten
Lagerung	• zur Aspirationsprophylaxe Oberkörper um 30–45° hochlagern (falls keine Kontraindikation) • routinemäßiger Einsatz kinetischer Betten ist nicht erforderlich, er kann aber bei schwerstkranken oder polytraumatisierten Patienten sinnvoll sein
Pneumonieprophylaxe	• bereits präoperativ mit Atemtraining und Hilfestellung bei postoperativen Husten beginnen • tiefes Atmen, Husten, körperliche Bewegung (z.B. durch schmerzlindernde Maßnahmen) so weit als möglich fördern • spirometrisches Atemtraining • frühzeitige Mobilisierung des Patienten fördern • bei atemabhängigen Schmerzen sollte eine adäquate Schmerztherapie, möglichst ohne sedierende Verfahren, erfolgen • bei Patienten mit chronischen Atemwegserkrankungen ist eine effektive medikamentöse und physikalische Therapie erforderlich
korrekte Mundpflege	• Stellenwert wird aus hygienischer Sicht meist unterschätzt • pflegerisch hat sie ihre Bedeutung bewiesen und ist vielfach beschrieben • Mundspüllösung aus Teedrogen nur mit kochendem Wasser zubereiten • Kontamination der Mundspüllösungen vermeiden • mind. tgl. Set (thermisch) aufbereiten

Abb. 15.5 Fortsetzung.

Disponierende Faktoren

Obwohl eine Inhalation von Mikroorganismen und Aspiration von oropharyngealem Material auch bei Gesunden besteht, sind die Atemwege distal des Larynx normalerweise steril oder weisen wegen verschiedener Schutzfunktionen eine nur spärliche Mikroflora auf. Der wichtigste isolierte Risikofaktor für die Entstehung einer nosokomialen Pneumonie ist der Tubus, die nicht invasive Beatmung (NIV) ist daher mit einer geringeren Pneumonierate verbunden. Weitere Risikofaktoren sind:

- chronisch obstruktive Lungenerkrankung
- Notfalloperationen
- Vorbehandlung mit Steroiden und Antibiotika
- Erkrankungen des ZNS
- kardiale Vorerkrankungen
- Trauma
- hohes Alter

Pflegebezogene Prävention

Da Atemwegsinfektionen die häufigsten nosokomialen Infektionen auf Intensivstationen sind, ist es sinnvoll, strukturiert wirksame evidenzbasierte Präventionsmaßnahmen (▶ Abb. 15.5) anzuwenden.

Dabei hat sich bewährt, Bündel von 3–6 effizienten Maßnahmen unter Berücksichtigung der hausbezogenen Gegebenheiten zu definieren, einzuführen, die Umsetzung durch Surveillance (Infektionserfassung) sicherzustellen und die Effektivität zu evaluieren.

Zur Unterstützung einer stabilen, weitgehend ungestörten Besiedlung und eines Gleichgewichts von Saprobionten (d. h. Organismen, die einen Wirt besiedeln, ohne ihn zu schädigen) und antibakteriellen Prozessen im Mundraum ist die besondere Bedeutung der Mundpflege mit phytotherapeutischen und probiotischen Substanzen hervorzuheben. ▶ Tab. 15.7 zeigt eine Übersicht der verschiedenen Mundpflegemittel.

15.3.4 Prävention von Harnwegsinfektionen (HWI)

Grundlagen

Formen

Zu unterscheiden ist die asymptomatische Bakteriurie, bei der lediglich eine Kontamination des Urins vorliegt, und die symptomatische bzw. katheterassoziierte Harnwegsinfektion mit klinischen Zeichen.

Diagnosekriterien

Bei der HWI treten Symptome wie Leukozyturie, Fieber, suprapubischer Druckschmerz u. a. auf.

Nach Anlage eines transurethralen Katheters kommt es in 3–7 % der Fälle pro Kathetertag zu einer Bakteriurie, sodass nach 30 Tagen bei fast allen Patienten eine Bakteriurie nachzuweisen ist (Lewalter 2013). 4 % der Patienten mit einer Bakteriurie entwickeln eine Urosepsis, die eine hohe Letalität aufweist.

Disponierende Faktoren

HWI lassen sich auch bei korrekter Technik des Katheterisierens, Nutzen eines geschlossenen Urinableitungssystems und sorgfältiger pflegerischer Versorgung des Patienten längerfristig nicht vermeiden (▶ Abb. 15.6). Dabei gilt die Dauer der Katheterisierung als wichtigster Risikofaktor für eine nosokomiale HWI, das Vermeiden unnötiger Kathetertage stellt daher den zentralen Faktor zur Infektionsprävention dar.

Tab. 15.7 Übersicht verschiedener Mundpflegemittel bei oral intubierten Patienten (Schulz-Stübner, Sitzmann u. Kniehl 2010; Suger-Wiedeck 2013).

Pflegemittel/ Therapeutika	Inhaltsstoffe	Wirkung/Anwendungsgebiet	Art der Anwendung	Besonderheiten
Bepanthen-Lösung	Dexpanthenol	• fördert die Epithelisierung bei Schleimhautdefekten • entzündungshemmend • erhält die Geschmeidigkeit der Lippen • Borken können aufgeweicht und abgelöst werden	• Aufsprühen, -tragen, zum Pinseln, Spüllösung	• teuer im Vergleich zu Wasser und Tees
-Salbe			• Auftragen auf Borken und Lippen	
Calendula-Essenz 20 % (Ringelblumenblüte)	Chamazulen, Bisabolol, reizmildernde Schleimstoffe, Carotinoide	• wundheilungsfördernd, entzündungshemmend, antimikrobiell (Bakterien und Pilze)	• 2 ml Essenz u. 100 ml Wasser als Spüllösung oder mit Peanklemme und Tupfer auftragen	• bei kritisch Kranken sowie immunsupprimierten Patienten mit sterilem Wasser ansetzen, tgl. Lösung und Set wechseln
Chlorhexidin-Lösung zur Anwendung in der Mundhöhle 0,2 %	Chlorhexidindigluconat	• antiseptisch • präoperative Mundhöhlenantiseptik • zur Verhütung einer VAP fragliche Wirkung (spez. in der Herzchirurgie) • kein Nachweis auf Senkung der Letalität oder Sepsisrate	• unverdünnt als Therapeutikum • als antiseptisches und antimykotisches Medikament nur kurzfristig mit strenger Indikation verwenden	• keinesfalls zur Mund-„pflege“ nutzen • Wirkungslücken gegen verschiedene Bakterien, z. B. Pseudomonaden, VRE und Gefahr mikrobieller Dysbiose • Bedenken einer Erregerverschiebung in gramnegativen Bereich • Beeinträchtigung des Geschmackssinns möglich • bräunliche Verfärbung der Zähne
Hexetidin (z. B. Hexoral)	Hexetidin	• antiseptische Wirkung in Mundhöhle erreicht fast die von Chlorhexidin	• unverdünnt als Therapeutikum	• Wirkungslücken gegen verschiedene Bakterien • Gefahr mikrobieller Dysbiose • Beeinträchtigung des Geschmackssinns möglich • gelb-bräunliche Verfärbung der Zähne
Kamille	Schleim, Flavonoide, Bitterstoffe, ätherische Öle	• zur Beruhigung der Schleimhaut, da entzündungshemmend • schmerzstillend • wundheilungsfördernd • antibakteriell	• zur Spülung, zum Gurgeln, als Tinktur zum Pinseln, zur Mundpflege	• Nebenwirkung: austrocknend • Zubereitungsrezept beachten (Teedroge sprudelnd kochend übergießen)
Kamistad-Gel	Lidocain (Lokalanaesthetikum), Kamille	• schmerzlindernd • antiphlogistisch • heilungsfördernd	• auf Fokus erbsengroßes Stück auftragen	
Listerine	Thymol, Menthol und Eukalyptol	• Mundhöhlenantiseptikum • plaque- und entzündungshemmend	• als Spüllösung zur Ergänzung der täglichen Mundhygiene	• geeignet für längerfristige Anwendung; dagegen sind triclosan- und chlorhexidinhaltige Mundhöhlenantiseptika wegen ihrer im Vergleich höheren Zytotoxizität und weiterer Risiken als ungeeignet anzusehen
Lokalanästhetika (z. B. Xylocain viscös)	Lidocain	• schmerzlindernd, bei starken Schmerzen (Mukositis)	• vor der Mundspülung aufbringen	
Mundbalsam (Wala) flüssig	Echinacea pallida (Sonnenhut), Rosenöl, Zitronenöl, Ingweröl, Nelkenöl	• akut- und chronisch-entzündliche Schleimhautbeschwerden im Mundbereich wie Stomatitis, Aphthen, Druckstellen durch Prothesen	• auf betroffene Stellen mit Watteträger 3 x tgl. massierend auftragen • bei großflächigen Entzündungen und Geschwüren zum Spülen 1 Pipettenfüllung auf 50 ml Wasser	

Tab. 15.7 Fortsetzung

Pflegemittel/ Therapeutika	Inhaltsstoffe	Wirkung/Anwendungsgebiet	Art der Anwendung	Besonderheiten
Myrrhentinktur	Harz des Baumes Commiphora myrrha	• Myrrhe haftet gut auf Schleimhaut (Remanenz) • antiseptisch • adstringierend • antimykotisch (Pilze und Hefen, z. B. Candida-Arten, Schimmelpilze) • antiphlogistische und granulationsfördernde Eigenschaften, evtl. kombiniert mit Melisse	• Schleimhautareale vorsichtig bepinseln (unverdünnt), als Spüllösung 1:50 verdünnt	
Octenidin	Octenidin	• antiseptisch	• 15 ml Mundspüllösung mit Tupfer auftragen oder für 30 s spülen	
Salbei	Thujon, Campher, Cineol, Eucalyptol	• sowohl das ätherische Öl als auch das Heißwasserextrakt (Tee) zeigen antibakterielle und antivirale Wirkung • reinigende, entschleimende, entzündungshemmende Eigenschaften	• als Tee: zum Gurgeln, als Mundspülung • lokal: unverdünnt	• Zubereitungsrezept beachten (Teedroge sprudelnd kochend übergießen)
Salviathymol N	Salbeiöl, Eucalyptusöl, Pfefferminzöl, Zimtöl, Nelkenöl, Fenchelöl, Anisöl, Thymol u. a.	• Mund- und Rachentherapeutikum auf pflanzlicher Basis • bei Zahnfleischentzündungen und Mundgeruch mit antiseptischer Wirkung	• bis zu 3 x tgl. 20 Trpf. (entsprechend 1 g) Flüssigkeit in einem Glas (ca. 100 ml) lauwarmen Wassers verdünnt spülen	• empfiehlt sich zur Mund-Rachenspülung bei MRSA-Dekontamination
synthetischer Speichel aromatisiert oder neutral	u. a. Carboxymethylcellulose	• anfeuchtend bei Mundtrockenheit, z. B. bei Anwendung von Psychopharmaka	• unverdünnt Mund- und Rachenschleimhaut besprühen	• teuer im Vergleich zu Wasser und Tees
Teebaumöl	Monoterpene, Sesquiterpene	• antibakteriell, antimykotisch (wirksam bei Soor), analgetisch • wirksam bei Mund- und Zahnfleischentzündungen	• 10 ml Bepanthen-Lösung mit 5 Trpf. Teebaumöl	
Tees (Früchte- oder Kräutertees)		• schleimhautanfeuchtend, geschmacksbereichernd • bei trockener Mundschleimhaut, Foetor ex ore	• Geschmacksrichtung des Patienten kann berücksichtigt werden • unverdünnt anwenden	• Zubereitungsrezept beachten (Teedroge sprudelnd kochend übergießen)
Thymiantee	Thymol, Carvacrol, Terpine, Thymolmethylether u. a.	• plaque- und entzündungshemmend • antiseptisch (starke Wirkung gegen Bakterien, Pilze und Viren)	• zum Spülen, Gurgeln, Mundpflege	• Zubereitungsrezept beachten (Teedroge sprudelnd kochend übergießen)
Tormentill adstringens, NRF-Lösung (Blutwurz und Myrrhe)	Gerbstoffe, Saponine, Tannin, Stärke	• adstringierend, analgesierend, granulationsfördernd, bakterizid, entzündungshemmend, antiseptisch • bei Zahnfleischbluten, wunde Mundschleimhaut, Aphten	• 10–20 Trpf. auf 150 ml Wasser oder unverdünnt	• wirkt austrocknend
Zitronensäurestäbchen		• trockene Mundschleimhaut, fader Geschmack zur Erfrischung	• auf Zunge streichen	• enthalten oft Glyzerin, das Mundtrockenheit auslöst • nur kurzfristig anwenden

Wichtig zu beachten:
Die Mundspüllösung (Tee) darf nicht länger als 24 h verwendet werden.
Alle Teedrogen sprudelnd kochend übergießen, um Keimwachstum zu reduzieren.

Bei katheterassoziierten Harnwegsinfektionen sind Bakterien beteiligt, die eine spezifische Affinität zur Katheteroberfläche haben. Sie bilden einen Biofilm, der gegenüber Antibiotika nur wenig empfindlich ist. Bei jedem Wechsel ist der Katheter auf Anlagerungen am Katheterauge zu beobachten. Fehlen sie, kann bei weiterer Indikationsüberprüfung und sorgfältiger Urinbeobachtung das Wechselintervall verlängert werden. Bei der gegenwärtigen Studienlage kann nicht abschließend beurteilt werden, ob die Anlage einer suprapubischen Drainage bei Patienten, die dauerhaft eine Harnableitung benötigen, infektionspräventiv wirkt.

Weiterhin wird die Infektionsgefahr durch folgende Faktoren beeinflusst:

- **Vom Patienten ausgehende Faktoren:** Hierzu zählen u. a. Alter > 50 Jahre, weibliches Geschlecht, Stuhlinkontinenz, Grunderkrankungen wie Diabetes mellitus, Niereninsuffizienz. Infektionsquellen sind die keimbesiedelte Perianalregion, der Genitalbereich und die Hände des Patienten.

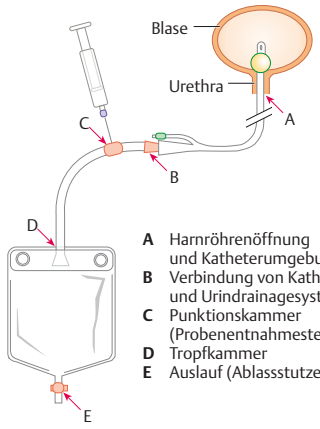


Abb. 15.6 Eintrittsmöglichkeiten für pathogene Mikroben in die Harnblase. Durch die Katheterisierung gelangen Keime aus der Harnröhre in die Harnblase. Sie steigen entweder innerhalb des Katheterlumens über die Konnektionsstelle von Katheter und Drainageschlauch oder retrograd aus dem Drainagebeutel auf. Extraluminal aszendieren die Keime in dem Spalt zwischen Urethraschleimhaut und Katheteroberfläche.

- **Von den Mitarbeitern ausgehende Faktoren:** Die Qualität des Katheterisierens spielt bei der aseptischen Einlagetechnik eine wichtige Rolle, auch hier wirkt eine regelmäßige Schulung in korrekter Technik und Verhütung von Komplikationen infektionspräventiv. Klinisch bewährt hat sich evidenzebasierte Prävention mit Bündelmaßnahmen.
- Kathetermaterial und Harnableitungssystem.

Pflegebezogene Prävention

Zur pflegerischen Prävention existieren seit Langem Anleitungen (Sitzmann 1999, 2000, 2012c, 2012d) sowie aktualisierte Empfehlungen (Gould 2009), s. ▶ Abb. 15.7.

Zum korrekten Verhalten bei der Aufnahme eines Patienten mit chronischem Harnverhalt (Ischurie, Harnsperre) und übervoller Blase ist Folgendes zu beachten:

Die Blase kann hier mehrere Liter (!) Urin enthalten. Das Blasendach ist dann bis unter dem Nabel tastbar. Notwendig ist eine schnellstmögliche Entlastung durch Katheterismus, um Schäden der inneren und äußeren Blasenmuskulatur (Detrusorschäden) zu vermeiden. Im Notfall erfolgt dies i. d. R. transurethral, bei Nichtgelingen der Katheterpassage und unauffälligem Gerinnungsstatus suprapubisch.

Pflegebezogene Prävention eines Harnwegsinfekts

Maßnahme	Empfehlung
Verhindern der mikrobiellen Übertragung zwischen Beteiligten (Patient – Mitarbeiter)	
Hände-desinfektion	• vor und nach jeder Manipulation am Katheter selbst bzw. am System
Schutz-handschuhe	• vor jeder Gefahr der Kontamination der Hände mit potenziell infektiösem Material
Vorbeugen der Übertragung von Mikroorganismen durch Medizinprodukte	
Katheter-material	• vorzugsweise Silikon, silikon- oder teflonbeschichtetes Latex, hydrogelbeschichtetes Latex; keine Empfehlung für antimikrobiell beschichtete Katheter
kleiner Durchmesser	• bei Frauen Größen von Ch 14–18, bei Männern Ch 16–18 verwenden, dünnere Katheter können in männlicher Urethra wegen geringer Achsenstabilität abknicken und dickere behindern den urethralen Sekretausfluss
Liegedauer Katheter (Abhängigkeit)	• Grundsatz: individualisierte Intervalle, abhängig von Diurese, Infektion, daraus resultierender Inkrustationsneigung und innerer Verschmutzung des Urinbeutels • Katheterwechsel ist indiziert bei Katheterobstruktion bzw. Austritt von Urin neben dem Katheter
	abhängig vom Material: – einmaliger Katheterismus: Einfachkatheter aus PVC – atraumatisches wiederholtes Katheterisieren über lange Zeiträume: Katheter mit atraumatischer Spitze, abgerundete Katheteraugen ohne scharfe Kanten und einer Oberfläche mit optimaler Gleitfähigkeit – Verweilkatheter: Silikon zur Langzeitdrainage > 5 d bis Monate
	• Verweildauer reduzieren
Indikation für Blasenkatheter	• Legen nur nach strenger Indikation, sie ist täglich neu zu prüfen (Erinnerungssysteme oder Stopp-Anordnungen); Alternativen nutzen (Urinalkondome, intermittierender Einmalkatheterismus)
Nutzungsdauer Urinbeutel	• ausschließlich geschlossene Drainagesysteme mit Rückflussventil verwenden • beim Katheterwechsel erneuern sowie bei unbeabsichtigter Diskonnektion, dazu Katheterpavillon mit alkoholischen Spray desinfizieren
Vorbeugen von Harnstauung	
Urinfluss	• freien Urinfluss gewährleisten • Abknicken von Katheter oder Drainagesystemen vermeiden • Auffangbeutel nur mit sicherer Klemme gesichert über Blasenniveau anheben
Blasenspülung	• Spülen mit antimikrobiellen Substanzen (Antibiotika, Antimykotika), Antiseptika wie z.B. Chlorhexidin, H_2O_2 ist nicht sinnvoll
oft unterschätzte pflegerische Interventionen	
Prävention durch Intimpflege	• Inkrustierungen am Übergang vom Katheter zur Urethra vermeiden durch mehrmals tägliches Waschen mit Wasser und Seife, sorgfältig mit reinem Wasser nachwaschen • Antiseptika nur bei fäkaler Verschmutzung nutzen • Richtung der Reinigung beachten: immer vom Harnröhreneingang weg • nicht indiziert sind als Meatuspflege das routinemäßige Anwenden antimikrobieller Salben, z.B. PVP Iod, Octenidin
Leeren des Urinbeutels	• rechtzeitig leeren, bevor Harn mit Rückflussventil in Kontakt kommt • Schutzhandschuhe nutzen • Diskonnektion vermeiden
komplementäre Therapie-unterstützung	• verstärkte Flüssigkeitszufuhr, z.B. Equisetum-, Brennessel-, spezielle Fertigmischungen von Blasen- und Nierentees führt zur Reduktion von Mikroben in Blase und Katheter • Eukalyptusöl-Blasenkompresse, Wärmeschutz durch Tragen von Schlüpfer bei Verweilkatheter im Bett und beim Aufstehen; Kamillendampf-Sitzbäder anwenden

Abb. 15.7 Pflegebezogene Prävention eines Harnwegsinfekts. (mod. n. Sitzmann 2012d)

Merke

Handeln Sie bei Harnsperre auf ärztliche Anordnung, da bisher keine evidenzbasierte Empfehlung zur Art der Blasenentleerung existiert.

15.3.5 Prävention gefäßkatheterassoziierter Infektionen

Grundlagen

Formen

Dem Risiko gefäßkatheterassoziierter Infektionen sind kritisch Kranke bei der Anwendung von Gefäßkathetern und der Durchführung von Injektionen und Infusionen ausgesetzt. Sie sind als primäre Bakteriämien definiert.

Sekundäre Bakteriämien, d. h. eine von einem bestehenden Infektionsherd ausgehende Besiedlung des Blutes mit Bakterien oder anderen Mikroorganismen (Virämie, Fungiämie) werden hervorgerufen durch:

- Harnwegsinfektionen
- Pneumonien
- Hautinfektionen

Während inhaltlich die Begriffe Bakteriämie, Fungiämie oder Virämie eindeutig sind – sie beschreiben als mikrobiologischen Befund die Anwesenheit von Bakterien, Pilzen oder Viren im Blut – beschreibt Sepsis ein klinisches Bild, z. B. mit Fieber, Blutdruckabfall, Oligurie. Dieser Oberbegriff wird in der aktuellen deutschen Leitlinie von 2010 (AWMF-Leitlinien-Register Nr. 079/001) um den Begriff **„SIRS“** (systemisch inflammatorisches Reaktionssyndrom) ergänzt. Dabei handelt es sich um eine generalisierte entzündliche Reaktion verschiedener Ursachen (z. B. Infektion, Verbrennung, Trauma). Für das Vorliegen einer SIRS müssen mindestens 2 der folgenden Kriterien erfüllt sein:

- Fieber (mind. 38 °C) oder Hypothermie (36 °C oder weniger)
- Tachykardie: Herzfrequenz mind. 90/min
- Tachypnoe (Frequenz mind. 20/min) oder Hyperventilation ($PaCO_2$ 4,3 kPa oder 33 mmHg oder weniger)
- Leukozytose (mind. 12 000/mm ^{3}) oder Leukopenie (4 000/mm ^{3} oder weniger) oder mind. 10 % unreife Neutrophile im Differentialblutbild.

Bakteriämien kommen vergleichsweise selten vor, die Auswirkungen dieser Streuung von Mikroorganismen sind jedoch erheblich. Bakteriämien stehen unter den auf der Intensivstation erworbenen Infektionen an dritter Stelle. Die wichtigste Eintrittspforte stellen (meist zentrale) vaskuläre Zugänge dar.

Disponierende Faktoren

Meist tritt die nosokomiale Bakteriämie bei Patienten mit einem disponierenden Grundleiden auf, d. h. es muss berücksichtigt werden, dass invasive Maßnahmen als exogene Faktoren zum erheblichen Teil durch die Grundkrankheit bedingt sind. Bei der Bakteriämie werden intestinale Bakterien über das Darmepithel in die Blutbahn (Translokation) aufgenommen. Dies kann durch geringe Mengen enteral zugeführter Nahrung reduziert werden. Weitere Risikofaktoren sind:

- **endogene Risikofaktoren:**
  - schwere Grundkrankheit (Diabetes mellitus, Tumorpatienten, Kortisonmedikation)
  - sehr niedriges Alter (< 1 Jahr)
  - hohes Alter (> 60 Jahre)
  - nicht intakte Haut (chronische Hauterkrankung, Verbrennungen)
- **exogene Risikofaktoren:**
  - mangelnde Beobachtung und Behandlung sekundärer Bakteriämien (z. B. als Folge postoperativer Wundveränderungen, Abszessen)
  - invasive Maßnahmen (z. B. Intubation und Beatmung, Blasenkatheter, Operationen)
  - zentrale intravasale Katheter und Anzahl der Lumina
  - ungünstige Relation der Anzahl der Patienten und Pflegenden und damit verbundene Hygienemängel (Sitzmann 2013a)

Eintrittspforten, Erregerreservoire

Die wichtigste Übertragung erfolgt über die Hände. Eine katheterassoziierte Sepsis beginnt mit einer Kolonisation des intravasalen Kathetersegments, da die Katheteintrittsstelle eine Läsion der physiologischen Hautbarriere darstellt. Nach erfolgter Adhäsion und Proliferation der Keime am Fremdkörper werden sie durch die Abwehrschwäche des Patienten nicht mehr abgetötet. Zudem besitzen diese Keime oft, insbesondere die zur Biofilmbildung fähigen koagulasenegativen Staphylokokken, eine erhöhte Resistenz gegenüber antibakteriell wirkenden Substanzen (▶ Abb. 15.8).

Mikroorganismen können Katheter entlang der äußeren Oberfläche (residente oder transiente Hautflora des Patienten, Hände der Mitarbeiter, kontaminierte Hautantiseptika) besiedeln und schließlich in Gefäße eindringen oder auf endoluminalem Weg, z. B. über kontaminierte Katheteransatzstücke (engl.: Hub), Infusionslösungen oder Blutprodukte (Kontamination beim Zubereiten von Mischinfusionen und Aufziehen von Injektionslösungen) in den menschlichen Organismus gelangen. Es besteht auch die Möglichkeit, dass sich Keime durch hämatogene Streuung oder durch Verlagerung aus der Schleimhaut oder der Darmflora im Organismus verbreiten können (extraluminale Kolonisierung).

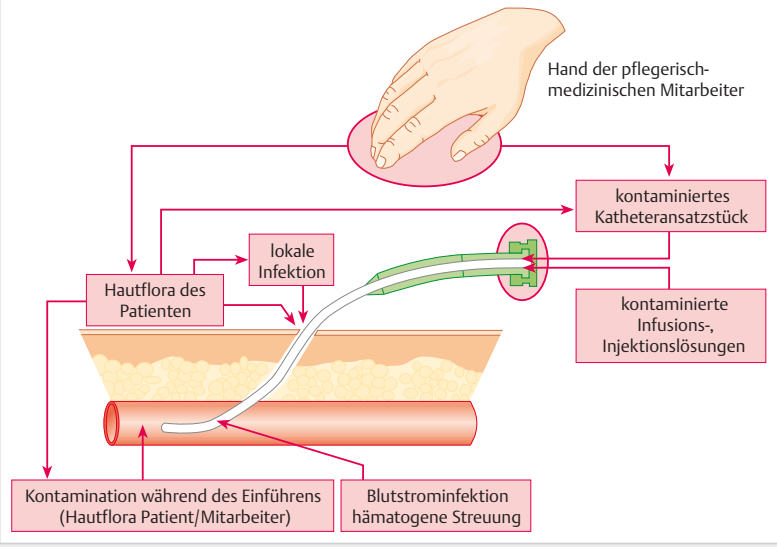


Abb. 15.8 Katheterassoziierte Infektionsquellen. Bestätigte hygienische Schwachstellen wie Handkontakte, De- und Rekonnektionen verkettet mit endogenen Risiken bilden die Hauptinfektionsquellen.

Pflegebezogene Prävention

Den nachfolgenden Empfehlungen zur Infektionsprävention katheterassoziierter Infektionen liegt im Wesentlichen die Veröffentlichung des RKI (Trautmann 2002) zugrunde. ▸ Abb. 15.9 zeigt eine Auswahl pflegerisch präventiver Maßnahmen.

▸ **Arterielle Katheter und Pulmonalarterienkatheter.** Arterielle Kathetersysteme der A. femoralis und axillaris sind mit einem höheren Risiko katheterassoziierter Infektionen verbunden als Katheter der A. brachialis, radialis oder dorsalis pedis. Das hygienische Vorgehen beim Legen des Katheters in die A. femoralis und axillaris einschließlich Pulmonalarterienkatheter entspricht dem des ZVK. Kurze peripherarterielle Katheter werden unter Verwendung eines sterilen Lochtuchs, sterilen Handschuhen sowie von Haube und Mundschutz als Mindestanforderung gelegt (Schwaiger 2012).

Pflegebezogene Prävention einer Bakteriämie

Maßnahme	Empfehlung
Blutentnahmen	
	• vorbereitend hygienische Händedesinfektion • Hautantiseptik bevorzugt mit alkoholischem Präparat und sauberen Tupfern
Venenverweilkanüle	
Legen	• hygienische Händedesinfektion • Einstichstelle mit Alkohol in Kombination mit • Octenidin (Einwirkzeit nach Herstellerangaben) desinfizieren (sterile Tupfer empfohlen)
Pflege Einstichstelle (Verband)	• hygienische Händedesinfektion vor und nach Verbandwechsel • Punktionsstelle steril abdecken, d.h. steriles Pflaster • Verband täglich inspizieren • bei Gazeverbänden die Einstichstelle auf Druckschmerz prüfen • Verbandwechsel in Non-Touch-Technik oder mit sterilen Handschuhen • Insertionsstelle mit sterilem NaCl 0,9% und sterilen Tupfern reinigen • keine antibakteriellen Cremes oder Salben aufbringen • Anwendung antiseptischer Lösungen auf Einstichstelle wird nicht empfohlen, Phlebitisentstehung ist in erster Linie physikochemischer Faktor
Liegedauer	• „So kurz wie möglich, so lange wie nötig“: sofort entfernen bei lokalen Entzündungszeichen • kein routinemäßiger Wechsel, bei Liegedauer > 96 h steigt das Risiko der Phlebitis
Venenkatheter	
Anlage	Verpflichtende Standards aseptischer Technik: • mit 2 Mitarbeitern und Abbruch der Katheteranlage, sobald Standards nicht eingehalten werden (Ausnahme: Notfall) • hygienische Händedesinfektion • Arzt nutzt Mund-Nasenschutz, Haube, langärmeligen sterilen Kittel, sterile Handschuhe, steriles großes Lochtuch • Hautantiseptik mit octenidinhaltiger alkoholischer Lösung über 1 min
Katheter-einstichstelle	• entweder mit steriler Gaze oder transparenten semipermeablen Folienverband abdecken • zur täglichen Inspektion ist Folienverband von Vorteil
Verband-wechsel	• in Non-Touch-Technik oder mit sterilen Handschuhen nach Händedesinfektion • Gaze alle 2 Tage, Folie alle 7 Tage wechseln • routinemäßiges Abtupfen oder Einsprühen der Kathetereinstichstelle mit octenidinhaltigem alkoholischem Hautantiseptikum ist indiziert • alle 7 d, bei Verschmutzung oder Durchfeuchtung sofort
chlorhexidin-haltige Gel-Polster	chlorhexidinhaltige Verbandauflagen über der Einstichstelle sollten nur in Situationen eingesetzt werden, in denen anhaltend hohe Raten ZVK-assoziierter Infektionen trotz konsequenter Umsetzung aller übrigen infektionspräventiver Maßnahmen bestehen
Indikation	über die Notwendigkeit muss täglich neu entschieden werden und nicht mehr benötigte Zugänge müssen entfernt werden
Schulung	regelmäßige Schulungen und Prüfung der Adhärenz
Infusionstherapie	
Vorbereiten	Infusionen max. 1 h vor Applikation mit Infusionssystem vorbereiten
Medikamenten-zubereitung	aseptische Zubereitung in Neonatologie sowie für totalparenterale Ernährung in Arbeitsraum mit LAF-Werkbank (Laminar-air-flow)
Herstellung Mischinfusion	• Händehygiene mit hygienischer Händedesinfektion • ausreichend bemessene Arbeitsfläche mit 70% Alkohol und Einmaltuch vorbereiten • ruhige Arbeitsumgebung (keine Ablenkung!) • aseptische Arbeitstechnik • dokumentierte Unterweisung der Mitarbeiter • Entlüftung und blasenfreies Befüllen des Infusionssystems erst unmittelbar vor Infusion

Abb. 15.9 Pflegebezogene Prävention einer Bakteriämie. (mod. n. O'Grady 2011; Schwaiger 2012, Sitzmann 2012d, 2013b)

15.3.6 Prävention früher postoperativer Wundinfektionen (WI)

Grundlagen

Formen

Im Bereich der Intensivtherapie gehört die postoperative Wundinfektion (WI) zur vierthäufigsten nosokomialen Infektionsart. Insbesondere bei einem längeren präoperativen stationären Aufenthalt kommt es zur Besiedlung des Patienten mit potenziell pathogenen, krankenhausspezifischen Bakterien (z. B. des Nasen-Rachen-Raumes und der Haut), die dann postoperativ als Mikroben in einer WI gefunden werden können.

Wundinfektionen können je nach Ort und Ausmaß der Infektion in 3 Gruppen eingeteilt werden:

- oberflächlich
- tief
- organbezogen

Diagnosekriterien

Die frühe postoperative Wundinfektion tritt innerhalb der ersten 2 Wochen auf, eine verzögerte Wundinfektion nach den ersten 2 Wochen und als späte WI wird ein nach den ersten 10 Wochen auftretender Infekt bezeichnet. Typisch für eine lokale Infektion sind die klassischen Entzündungszeichen, die bereits vor 2000 Jahren von Celsius beschrieben wurden:

- Rubor (Rötung)
- Calor (Wärme)
- Dolor (Schmerzen)
- Tumor (Schwellung)
- Functio laesa (eingeschränkte Funktion)

Pflegebezogene Prävention einer Bakteriämie	
Maßnahme	**Empfehlung**
Infusionstherapie (Fortsetzung)	
Mehrdosis-Infusionsbehälter	• nach Möglichkeit Einzeldosisbehälter verwenden • vor Punktion Stopfen mit alkoholischen Desinfektionsmittel ansprühen, mit sauberen Tupfer abwischen, Stopfen trocknen lassen (Einwirkzeit Herstellerangabe) • Minispike und jeweils neue Spritze verwenden
Laufzeit von Infusionslösungen	• reine Lipidlösungen 12 h • TPN-Lösungen 24 h • Perfusorlaufzeiten bis 72 h (bei pharmakologischer Medikamentenstabilität)
In-line-Filter	• zur Infektionsprophylaxe nicht empfohlen
Systemwechsel inkl. 3-Wegehähne und Hahnenbank	• kristalloide Lösungen alle 72 h (RKI), CDC alle 96 h • TPN-Lösungen alle 72 h • Lipidlösungen nach jeder Infusion, spätestens nach 24 h • Propofol-Perfusorspritze mit Zuleitung alle 6–12 h • Blut und Blutprodukte nach Transfusionsabschluss, spätestens nach 6 h • vor Konnektionen/Diskonnektionen hygienische Händedesinfektion • bei Kurzinfusionen (z.B. Antibiotika) oder häufiger Diskonnektion (z.B. Beförderung des Patienten zu Untersuchungen) Infusionssystem mit steriler Kappe verschließen und bis zur nächsten Gabe bzw. bis zum Wiederanschließen am Infusionsständer hängen lassen; in diesem Fall ist es angebracht, das Infusionssystem alle 24 h zu wechseln (erhöhtes Kontaminationsrisiko!)
Katheterhub (Zuspritzstelle)	• Erwachsene: Empfehlung Desinfektion von Katheteransatzstück (Materialverträglichkeit?) • Neonatologie: Empfehlung: – Schutz vor Kontamination in steriler Kompresse – alkoholische Desinfektion des Katheteransatzstückes (Materialverträglichkeit?) – Diskonnektion (nach Desinfektion) nur mit sterilen Handschuhen • Blut oder Reste parenteraler Ernährungslösung mit sterilem Alkoholtuch/Tupfer entfernen • nach jeder Diskonnektion neuen sterilen Verschlussstopfen verwenden • Luer-Ansatz und Lumen des Katheters mit steriler 0,9% NaCl-Lösung spülen • nach Medikamentenapplikation immer mit neuem sterilen Stöpsel verschließen
geschlossene Druckmesssysteme	alle 96 h wechseln

Abb. 15.9 Fortsetzung.

Sie gelten als Kardinalzeichen der Entzündung, hervorgerufen durch Mikroben und der Freisetzung von Entzündungsmediatoren. Daneben sind Sekretion, Druck- oder Klopfschmerzhaftigkeit und tastbare Fluktuation Anzeichen für eine lokale Infektion. Wunddehiszenz oder Ausbildung einer Fistel können weitere Hinweise sein, speziell bei Gelenken auch das Vorhandensein eines Gelenkergusses und einer Schwellung. Daneben werden noch unspezifische Laborparameter wie CRP, BSG sowie die Leukozytenzahl zur Infektdiagnostik herangezogen.

Disponierende Faktoren

Die Infektion ist Folge eines intraoperativen oder verletzungsbedingten Eintrags pathogener Mikroorganismen. Sie vermehren sich zunächst lokal und wirken zerstörend auf das Gewebe. Als weiterer Infektionsweg kommt die hämatogene Streuung über einen wundfernen Infektionsort, wie etwa nach einer Zahnbehandlung oder Eingriffen am Gastrointestinaltrakt in Frage.

Neben Virulenz und Zahl der mitverursachenden Mikroorganismen sind der Immunstatus des Patienten und evtl. implantierte Fremdmaterialien für die Art und das Ausmaß der Wundinfektion entscheidend.

Eine Reihe weiterer prädisponierender Faktoren können das Risiko einer WI erhöhen, z. B.:

- bereits beim Eingriff bestehende Infektionen
- Diabetes mellitus
- Rauchen
- systemische Steroidtherapie
- niedriges oder hohes Lebensalter
- Unterernährung oder Übergewicht

Merke

Ursache einer Infektion ist nie ein Keimeintrag alleine, sondern sie zeigt immer das Abbild der Balance zwischen Mikroben einerseits sowie der Abwehrfähigkeiten des Menschen andererseits.

Pflegebezogene Prävention

Die hier ausgeführten Präventionsempfehlungen beschränken sich auf den Einfluss von Pflegenden auf Intensivstationen und in der Anästhesie.

Prä- und intraoperative Phase

Nach wie vor hat die korrekte Handhygiene oberste Priorität bei der Vermeidung nosokomialer Infektionen: „Die kontaminierte Hand des Chirurgen“ (Kalbitz 2009) ist nach wie vor ein wichtiger Risikofaktor für die Entstehung postoperativer Wundinfektionen. Das gilt zugleich für Pflegende. Zu weiteren pflegerisch beeinflussbaren Risikofaktoren zählen

- nicht sachgerechte präoperative Haarentfernung,
- nicht sachgerechte Hautreinigung,
- mangelnde intraoperative Disziplin,
- postoperative Hypothermie des Patienten.

► **Haarentfernung.** Die präoperative Haarentfernung und die Art ihrer Durchführung haben großen Einfluss auf die Häufigkeit von Wundinfektionen. Sie sollte nur dann erfolgen, wenn es operationstechnisch notwendig ist. Wenn eine Haarentfernung erforderlich ist, sollte diese unmittelbar vor der Operation bevorzugt mit einer elektrischen Haarschneidemaschine erfolgen. Die Benutzung von Enthaarungscremes geht mit dem niedrigsten Infektionsrisiko einher, eine allergische Hautreaktion muss vorher durch Testung ausgeschlossen werden.

Bereits 1971 wurden von Seropian in einer Studie die Wundinfektionsraten, beeinflusst durch die Methode der Haarentfernung, aufgezeigt:

- präoperativ rasiert: 5,6 %
- Verwendung von Enthaarungscremes oder keine Haarentfernung: 0,6 %
- Rasur unmittelbar vor dem Eingriff: 3,1 %
- Rasur innerhalb von 24 h vor der Operation: 7,1 %

Obwohl die 4 Jahrzehnte zurückliegenden Untersuchungsergebnisse bekannt sind, werden weiterhin gegen besseres Wissen Patienten mit Einmalrasierern porentief rasiert. Dies ist für den Patienten schmerzhaft (Hautreizung) und erhöht massiv das postoperative Infektionsrisiko im Wundgebiet.

Praxistipp

Ist eine Rasur ausdrücklich ärztlich angeordnet, nehmen Sie diese nur unmittelbar vor dem Eingriff vor, wenn möglich kürzen Sie die Haare oder verwenden Sie einen elektrischen Rasierer. Die auswechselbaren Scherköpfe können durch kurzfristiges Einlegen in Alkohol 70 % desinfiziert werden.

▸ **Körperreinigung.** Patienten sollten spätestens am Abend vor der Operation baden oder duschen. Ob durch den Zusatz antimikrobieller Substanzen eine Reduktion von WI verbunden ist, konnte bisher nicht gezeigt werden. Trotzdem weist diese Empfehlung auf die Notwendigkeit einer gründlichen Körperreinigung, auch ohne Baden oder Duschen, hin. Auf die sorgfältige Reinigung bestimmter Körperregionen muss geachtet werden, wie z. B.:

- **Finger- und Fußnägel:** Farbiger Nagellack, bei handchirurgischen Eingriffen auch farbloser muss zur intraoperativen Beobachtung entfernt werden.
- **Bauchnabel:** Langfristiger Schmutz kann steinartig verhärtet sein. Eine Reinigung ist z. B. besonders wichtig bei laparoskopischen Eingriffen. Hier ist das Einlegen eines PVP-Iod-Tupfers in die Nabelgrube am Morgen des OP-Tages sinnvoll. Piercing ist zu entfernen.
- **Intimbereich:** Die sorgfältige Reinigung des Intimbereiches bei Männern und Frauen reduziert erheblich die körpereigene Bakterienbesiedlung.

▸ **Intraoperative Disziplin.** In einer Studie (Beldi 2009) stellte sich heraus, dass eine intraoperative Erweiterung von Hygienemaßnahmen keinen Effekt auf die Wundinfektionsrate hatte, dafür aber der Mangel an Disziplin zur Erhöhung des postoperativen Wundinfektionsrisikos führt. Zur Intensivierung der Hygiene wurden u. a. doppelte OP-Handschuhe, phasenbezogener Wechsel der Handschuhe, Inzisionsfolien angewendet. Einen signifikanten Einfluss auf die Rate der Wundinfektionen hatte jedoch der Mangel an Disziplin im OP-Saal während der Eingriffe.

▸ **Postoperative Hypothermie.** Das Absinken der Körperkerntemperatur unter 35 °C während der Anästhesie wirkt sich auf diverse Organsysteme aus, u. a. mit den Folgen einer Atemdepression, schlechter Steuerbarkeit von Narkosemedikamenten, erhöhten Gefahr von Druckulzera. Sie gilt als Risikofaktor für postoperative Wundinfektionen.

Postoperative Phase

▸ **Verband und Drainage.** Die meisten Operationswunden werden postoperativ primär verschlossen und mit einem sterilen Verband für 24–48 h geschützt. Die Wundauflage und der Wundverband sollen die Wunde vor mechanischen Belastungen schützen, sie fixieren, Verunreinigungen und Mikroorganismen fernhalten, Sekret aufsaugen und die Blutstillung unterstützen.

Merke

Der Verband ist sofort zu wechseln, wenn klinische Zeichen einer Infektion oder anderer Komplikationen auftreten bzw. eine Durchfeuchtung, Verschmutzung oder Lageverschiebung beobachtet werden.

Ob bei primär heilenden Wunden ein Verband über 48 h nach OP hinaus notwendig ist, hängt von dem angestrebten mechanischen Schutz ab. Aus hygienischen Gründen ist er nicht erforderlich.

Bei jedem Kontakt mit der Wunde wird eine Händedesinfektion davor und danach empfohlen, bei einem notwendigen Verbandwechsel sind sterile Handschuhe und sterile Instrumente (Non-Touch-Technik) einzusetzen (▸ Abb. 15.10).

Merke

Zum postoperativen Schutz ist eine primär verschlossene Wunde durch einen sterilen Verband für 24–48 h abzudecken. Das Entfernen des Verbandes, des Nahtmaterials sowie der Drainagen und jeder Verbandwechsel erfolgen mit aseptischer Technik, d. h. unter Verwendung steriler Handschuhe oder der Non-Touch-Technik mit sterilen Pinzetten.

▸ **Sachgerechte postoperative Wundversorgung.** An die fachkundige postoperative Wundkontrolle und -pflege auf Intensivstation sind höchste Ansprüche zu stellen.

Um bei sezernierenden Wunden den relevanten Keim nachweisen zu können, ist es wichtig, vor der Probenentnahme mit einem sterilen, trockenen Tupfer oberflächliches Sekret, fibrinöse und nekrotische Beläge abzuheben, um anschließend vom Wundrand und am Übergang von infiziertem zu gesundem Gewebe Material zu gewinnen, in dem noch vitale Mikroorganismen zu erwarten sind.

▸ **Reihenfolge der Wundenversorgung.** Obwohl bei jeder Wundversorgung Kreuzkontaminationen vermieden werden sollen, empfiehlt sich folgende Reihenfolge bei den Patienten:

1. Die aseptischen Wunden versorgen.
2. Die kontaminierten/infizierten Wunden versorgen.
3. Die Wunden von Patienten mit MRSA zu versorgen und weiteren Keimen mit besonderen Resistenzen.

Durchführung des Verbandwechsels

Vorbereitung

Zur Vorbereitung des postoperativen Verbandwechsels gehören folgende Schritte:

- Hygienische Händedesinfektion durchführen.
- Arbeitsfläche bereitstellen und desinfizieren (z. B. 70 % Alkohol).
- Je nach Verband geeignete Materialien (▸ Tab. 15.8) steril oder unsteril auf einem desinfizierten Tablett bereitstellen.

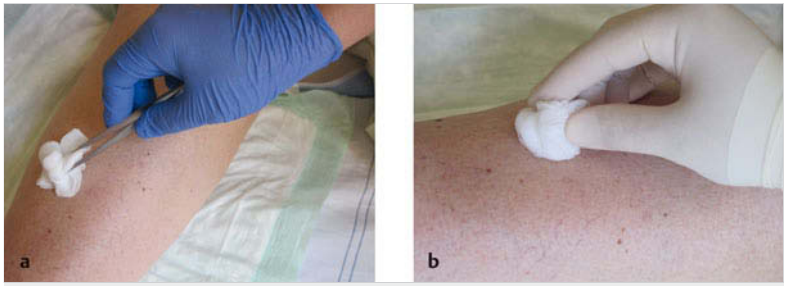


Abb. 15.10 Varianten der Non-Touch-Technik. (F. Sitzmann)
a Mithilfe einer sterilen Pinzette wird das sterile Verbandmaterial angefasst, wobei der Schutzhandschuh keimarm ist.
b Durch das Tragen eines sterilen Untersuchungshandschuhs kann das Verbandmaterial ohne Hilfsmittel steril angewendet werden.

Tab. 15.8 Beispiel für erforderliches Material für Verbandwechsel (mod. n. Sitzmann 2012d).

steril	unsteril
Einmalhandschuhe	patientenbezogene Schürze/Schutzkittel
evtl. Abdecktuch	Händedesinfektionsmittel
anatomische und chirurgische Pinzetten zur Verbandabnahme, zum Débridement und zur Wundreinigung	Einmalhandschuhe
evtl. scharfer Löffel oder Skalpell zum Débridement und zur Wundrandauffrischung	Abwurfbeutel
evtl. Wundantiseptikum (z. B. Lavanid auf nicht mehr als 40 °C angewärmt)	desinfiziertes Tablett zum patientenindividuellen Transport der Materialien
Spritzen mit geeigneter Spüllösung (z. B. Ringerlösung auf nicht mehr als 40 °C angewärmt)	Mund-Nasen- und Haarschutz bei großflächigen Wunden bzw. besonderer Infektiosität
evtl. Knopfkanüle und Sonden zum Sondieren der Wundtiefe und zum Spülen	Fixiermaterial wie Pflaster, Vliese, Binden, Netz- oder Schlauchverbände
Tupfer, Kompressen, evtl. salbenhaltige Gaze	Verbandschere
Schere	
Klemme einzeln verpackt	

Unreine Phase

Zur unreinen Phase gehören folgende Schritte:

- Bei Bedarf (großflächige bzw. Verbrennungswunden) Schutzkleidung (Kittel, Maske, Haube), sonst immer Schutzschürze tragen.
- Hygienische Händedesinfektion durchführen.
- Verband mit Einmalhandschuhen entfernen und kontaminationsfrei entsorgen.
- Handschuhe ausziehen, Händedesinfektion durchführen.

Wundinspektion

Ist die Wunde beim ersten Verbandwechsel trocken und reizlos, sind keine weiteren Maßnahmen erforderlich. Ist weiterhin eine Wundabdeckung erforderlich:

Reine Phase

Zur reinen Phase gehören folgende Schritte:

- Hygienische Händedesinfektion durchführen.
- Neuen Verband je nach Größe der Wunde mit sterilen Instrumenten oder sterilen Handschuhen anlegen.
- Instrumente nach Gebrauch kontaminationsfrei versorgen.
- Abschließende Händedesinfektion durchführen.
- Wunddokumentation erstellen.

► **Wundantiseptik.** Eine antiseptische Behandlung, d. h. das Bestreichen der Wunde mit Wundantiseptika, ist nur bei infizierten Wunden angebracht.

► **Vermeiden von Kreuzkontaminationen.** Um Kreuzinfektionen zu vermeiden, sollen Patienten mit septischen oder fraglich kontaminierten Wunden von Patienten mit aseptischen postoperativen Wunden in getrennten Zimmern liegen. Eine Behandlung auf gesonderter „septischer Station" ist hygienisch nicht sinnvoll, organisatorische Gründe können bestimmend sein. Da Verbände i. d. R. nur von einer Person versorgt werden, sollte ein Verbandwagen nicht mit in das Patientenzimmer genommen werden. Das Material wird vom Verbandwagen auf ein desinfiziertes Tablett gerichtet.

► **Drainagen.** Sofern eine Drainage erforderlich ist, sollten nur geschlossene Drainagen benutzt werden.

Merke

Keinen routinemäßigen Wechsel der Auffanggefäße vornehmen, da jede Manipulation die Kontamination fördert. Die Drainage sollte so bald wie möglich unter aseptischen Bedingungen wieder entfernt werden (Sitzmann 2014a).

15.3.7 Infektionsprävention bei Immunsuppression

Grundlagen

Formen

Bei immunkompromittierten Personen kommt eine Vielzahl von Infektionen (z. B. Pneumonie) deutlich häufiger vor. Derartige Infektionen weisen einen höheren Krankheitsschweregrad auf mit einer schlechteren Prognose als bei Personen mit normalen Abwehrmechanismen. Sie umfassen das Keimspektrum der üblichen nosokomialen Infektionskeime, darüber hinaus aber auch eine Reihe von Mikroorganismen von geringer Virulenz oder Umweltpilze (z. B. Aspergillus), die fast ausschließlich bei abwehrgeschwächten Patienten Infektionen verursachen.

Disponierende Faktoren

Das Infektionsrisiko ist abhängig von einer Reihe von Faktoren, dazu zählen

- Art der Immunsuppression,
- technische oder anatomische Gegebenheiten der evtl. Transplantation,
- Einsatz von Devices, wie Katheter oder implantierte Fremdmaterialien,
- Exposition gegenüber Mikroorganismen,
- Störungen der patienteneigenen Normalflora durch Kolonisation von Oberflächen mit opportunistischen, teils antibiotikaresistenten Keimen.

Weitere Bedingungen mit (möglicher) Beeinträchtigung der körperlichen Abwehrfunktionen sind (mod. n. Kappstein 2009):

- Änderungen von Zahl und Funktion der Granulozyten bei:
  - akuter Leukämie
  - aplastischer Anämie
  - Chemotherapie bei malignen Erkrankungen
  - angeborenen Granulozytenfunktionsstörungen
  - chronischem Alkoholismus
- Störungen der zellulären Immunität bei:
  - M. Hodgkin
  - Steroidtherapie
  - Cyclosporintherapie
  - 3. Trimenon der Schwangerschaft
  - chronischem Alkoholismus
- Störungen der humoralen Immunität bei:
  - chronisch lymphatischer Leukämie
  - multiplem Myelom
  - erworbener Hypogammaglobulinämie

- Hautschäden bei:
  - ausgedehnten Operationen
  - Verbrennungen
  - Polytraumen
  - schweren Hautkrankheiten
  - chronischen Ulzera
- Schleimhautschäden bei:
  - Mukositis aufgrund von Chemotherapie, Bestrahlung
  - Verletzungen im Kopf-Hals-Bereich
  - Inhalationstraumen
  - endotrachealer Intubation
- Obstruktion natürlicher Körperpassagen bei:
  - großen Tumoren
  - Mukoviszidose
- physiologische Immundefekte in der Neugeborenenperiode und im hohen Alter
- schwere Verletzungen
- Unter-/Übernährung
- immunmodulierende Infektionen, wie z. B. HIV, EBV
- Leberinsuffizienz
- iatrogene Immunsuppression bei Organ- oder Stammzelltransplantation

Die Mehrzahl der Infektionen ist endogenen Ursprungs. Sie sind damit eine nur wenig beeinflussbare Wirkung der Grunderkrankung bzw. ihrer intensiven Therapie.

Merke

Auch Infektionen bei immunkompromittierten Patienten kann nicht vollständig vorgebeugt werden, weil ein großer Teil dieser Infektionen durch potenziell pathogene Mikroben aus der körpereigenen Flora verursacht wird. Hier besteht mit den üblichen hygienischen Vorbeugemaßnahmen nur ein bedingter Einfluss (RKI 2010).

Granulozytopenie

Infektionen bei Immunschwäche sind mit ihrem Risiko am besten charakterisiert durch

- das Ausmaß und
- die Dauer der Granulozytopenie (engl.: Neutropenie).

Einvernehmen besteht darüber, dass Patienten mit einer Granulozytenzahl < 500 Granulozyten/µl ein erhöhtes Risiko haben, an Infektionen durch Bakterien und Pilze zu erkranken. Dabei spielt auch die Dauer der Granulozytopenie eine wichtige Rolle: Patienten mit einer reduzierten Granulozytenzahl von 6–10 Tagen gelten als gefährdet, bei weniger Tagen besteht nur ein gering erhöhtes Risiko. Als Hochrisikopatienten gelten dagegen Patienten mit einer Granulozytopeniedauer > 10 Tage.

Pflegebezogene Prävention

Insbesondere immunsupprimierte Patienten sind in erheblichem Maße physisch und psychisch belastet. Aufgabe aller am therapeutischen Prozess Beteiligten ist es, jede vermeidbare zusätzliche Belastung durch unbewiesene überkommene Hygienemaßnahmen zu unterlassen. Daher sollten Maßnahmen der beabsichtigten Infektionsprävention immer wieder kritisch hinterfragt werden.

Mit dieser Absicht erfolgte eine Erhebung bei Pflegenden an 44 Transplantationszentren (Anonym 2007). Die Auswertung der angewendeten präventiven Maßnahmen wie Isolation, Körper- und Mundpflege sowie oraler Ernährung ergab eine erhebliche Spannbreite zwischen dem Ergreifen oder dem Unterlassen von Maßnahmen zur Infektionsprophylaxe. Ein fundiertes evidenzbasiertes Vorgehen war nicht zu erkennen.

Spezielle nicht medikamentöse Infektionsschutzmaßnahmen sollten sich bei dieser nicht homogenen Patientengruppe an den Auswirkungen der medikamentösen oder strahleninduzierten Immunsuppression orientieren und nicht lediglich an Tradition und Erfahrung des Zentrums.

Merke

Im Vordergrund steht auch bei Patienten mit schwerster Abwehrschwäche primär die sehr sorgfältige Berücksichtigung der Standardhygiene (S. 366).

Reduktion körpereigener Keimbesiedlung

Die pflegerischen Vorgehensweisen zur Reduktion körpereigener Keimbesiedlung werden im Folgenden dargestellt.

► **Bettwäsche.** Je nach Schutzstufe Bettwäsche täglich wechseln, ein routinemäßiger täglicher Wechsel wäre übertrieben.

► **Handtücher.** Handtücher und weitere Waschutensilien nach 1-maliger Nutzung wechseln, um Aufkeimung von Feuchtkeimen zu vermeiden.

► **Körperpflege.** Hier ist zu beachten:

- Zur guten Hauthygiene sollte möglichst täglich mit milder Seife geduscht werden (die Erfordernis einer antiseptischen Seife ist unklar; hier sind Hautschädigungen und Störungen des ökologischen Gleichgewichts der Haut möglich).
- Beim Duschen Wasserkontakt mit Mund und Nase vermeiden, um einer Aspiration in tiefere Atemwege vorzubeugen.
- Duschvorhänge meiden, sie sind ein Reservoir für Schimmelpilze und biofilmbildende Bakterien.
- Sorgfältig abtrocknen, denn Hautfalten stellen „feuchte Kammern“ mit Keimvermehrung dar, effektive Hautpflege mit Körperlotion durchführen.
- Patienten sollen mehrmals am Tag Hände waschen, v. a. nach der WC-Benutzung oder einem Aufenthalt außerhalb des Zimmers.
- Nach dem Stuhlgang Intimpflege mit Schutzhandschuhen durchführen (selbstständige Patienten tragen sie selbst, ansonsten die Pflegenden bei Unterstützung).
- Die Erfordernis, patienteneigene Gegenstände täglich zu desinfizieren, ist nicht gesichert, ist aber bei hoher Patientengefährdung angebracht.
- Nassrasur vermeiden.

► **Mundpflege.** Die Mundpflege sollte 4–6 × tgl. mit sterilem/abgekochtem oder steril filtriertem Wasser, sterilem NaCl 0,9 % durchgeführt werden, um eine Kontamination mit Wasserkeimen zu vermeiden, insbesondere bei schwer Abwehrgeschwächten. Außerdem:

- Mundspüllösung alle 8 h wechseln.
- Zahnpflege mit weicher Zahnbürste durchführen, um Verletzungen zu vermeiden. Ein kurzfristiger Wechsel ist bei luftigem Trocknen (Bürstenteil nach oben) nicht erforderlich.
- Mundpflegeset bettlägeriger Patienten 1 x tgl. aufbereiten, um eine Kontamination der Lösung und des Set zu vermeiden.
- Zwischendurch Klemme, Gläser und Becher nach jeder Anwendung mit Alkohol 70 % ab- oder auswischen.

► **Finger- und Fußnägel.** Patienten sollen sie vor Beginn der stationären Behandlung kürzen, um vermeidbare Hautverletzungen zu umgehen.

► **i. v.-Zugänge.** Nur notfallmäßig angelegte Zugänge möglichst innerhalb von 24 h wechseln, denn ein routinemäßiger täglicher Wechsel reduziert nicht die Infektionsrate. Am ZVK sollte das System nicht häufiger als alle 72 h gewechselt werden, um unnötige Diskonnektionen zu vermeiden. Nach Infusion von Fetten sowie Blut/Blutprodukten muss täglich gewechselt werden, da hier die Kontaminationsdichte höher ist.

Reduktion der Umgebungskeime

Allgegenwärtige Umweltkeime (ubiquitär) können durch orale und inhalative Aufnahme Infektionen bei Abwehrgeschwächten fördern. Daraus und durch direkten Kontakt mit kontaminierten Oberflächen können lebensbedrohliche Infektionen entstehen.

Patienten werden nach Möglichkeit im Einzelzimmer mit oder ohne RLT- (raumlufttechnische) Anlage und Vorraum gepflegt. Zur Verhütung von Expositionen des Patienten mit Bakterien, Pilzen und Viren aus seiner Umgebung sind weitere schützende Reaktionen erforderlich. Diese sind im Folgenden dargestellt.

► **Isolierzimmer.** Hier gelten folgende Dos and Don´ts der hygienischen Praxis:

- Einzelzimmer verwenden, nicht infektiöse Patienten zumindest nicht gemeinsam mit infektiösen Patienten zusammen legen. Dies gilt v. a. bei Knochenmarkdepressionen.
- Keinen Staub saugen auf Stationen mit neutropenischen Patienten, neben anderen Keimen soll es nicht zur aerogenen Verbreitung von Mycobacterium tuberculosis kommen.
- Nach Stammzelltransplantation Patienten in Einzelzimmer legen, um Kreuzkontaminationen zu vermeiden.
- Nach allogenen Transplantationen sollen Zimmer mit > 12-maligem Luftwechsel/h genutzt werden.

► **Wasser.** Leitungswasser soll u. a. frei von Legionellen und P. aeruginosa sein:

- Bei Keimnachweis sind Sterilfilter an Wasserhahn und Duschköpfen erforderlich.
- Bei Pneumonieverdacht sind differenzialdiagnostische Überlegungen anzustellen (es existieren keine sicheren Daten zu vertretbaren Konzentrationen; Legionellen sind bei Pneumonie oft unerkannte Pathogene).
- Weitere Feuchtkeime sind Stenotrophomonas, Enterobacter.
- Der Leitungswasserstrahl darf nicht direkt in den Siphon gerichtet sein.

► **Essen.** Keimreiche Lebensmittel sind zu vermeiden:

- keine rohen Nahrungsmittel (rohes Fleisch, Fisch oder Eier)
- kein nicht schälbares Obst
- kein Schnittkäse, Schimmelkäse oder Rohmilch(-produkte), z. B. Rohmilchkäse
- kein nicht erhitztes Getreide, z. B. Müsli
- Verzicht auf „Fast food“ inkl. Pizzaservice
- kein Pfeffer oder andere Gewürze aus Großpackungen
- Die Nahrung soll keimarm sein, erlaubt sind aber:
- alle gekochten Speisen, Sauerkonserven, Obstkonserven und schälbares Obst (sie enthalten keine Keime)
- Fleisch im Kern weiß oder braun gebraten
- pasteurisierte Eiprodukte, mind. 8 min gekocht
- Milch/Quark/Käse pasteurisiert oder ultrahocherhitzt
- sorgfältig gewaschener und zubereiteter frischer Salat, Sprossen
- Gewürze vor dem Kochen oder Braten zugeben

Zur Lagerung und Verabreichung von Sondenkost über Magensonde, Jejunalsonde, PEG ist ein schriftlicher Hygienestandard erforderlich.

► **Trinken.** Nicht erlaubt sind nicht ausreichend gekochte Tees oder kaltgestellte Tees. Die keimhaltigen Teedrogen müssen mit sprudelnd kochendem Wasser (1 min) gebrüht werden.

Kohlensäurefreies Mineralwasser ist problematisch wegen der höheren Verkeimung. Daher Mineralwasser in Flaschen (mikrobiologisch geprüft) anbieten. Es darf auch kein ungefiltertes Leitungswasser oder nicht sprudelnd gekochtes Trinkwasser verwendet werden. Ebenso sind angebrochene pasteurisierte Getränke nach 24 h zu entsorgen, denn hier beginnt die Aufkeimung schon nach wenigen Stunden.

► **Baustellen.** Hier ist die Planung und Praxis sicherer Staubschutzbarrieren existenziell, um einer Aspergillose vorbeugen zu können (die minimale Infektionsdosis für Infektionen mit Aspergillen ist nicht bekannt); sie stellt eine Erkrankung mit hoher Letalität als Risiko dar. Neutropenische Patienten sind auf weit entfernter Station zu pflegen.

► **Direkte Patientenumgebung.** Hier gelten folgende Maßstäbe:

- Die Sterilisation von Zeitungen ist unnötig, denn Druckpapier hat eine niedrige Keimbelastung.
- Eine reinigende Flächendesinfektion ist mind. 1 × tgl. durchzuführen, hierbei ist besonderen Wert auf eine feuchte Staubentfernung zu legen.
- Sauberkeit und täglicher Wechsel der Putzutensilien gewährleisten.
- Zusätzliche gezielte Schulungen der Mitarbeiter umsetzen (z. B. keine Gegenstände in Patientenzimmern auf Fußboden ablegen, außer solche mit „Füßen und Rollen“).

► **Besucher.** Infektiöse Besucher sind v. a. in der neutropenischen Phase auszuschließen (u. a. Erkrankungen der oberen Atemwege, floriden Herpes zoster und labialis, Windpocken). Schriftliche verständliche Empfehlungen und Befragungsprotokolle sind angebracht, insbesondere zum Verhalten bei möglichen Infektionserkrankungen.

Eine Altersgrenze ist nicht erforderlich, alle Besucher müssen jedoch die schriftlichen und mündlichen Anweisungen verstehen und auch gegenüber dem Patienten befolgen (können). Die Beschränkung der Anzahl ergibt sich aus dem direktem Mitarbeiter- und Besucherkontakt mit Überwachung der Händehygiene.

Merke

Von allen Besuchern muss ein Infektionsstatus erhoben werden (Screening) und das Befolgen der Händehygiene ist zu überwachen. Eventuell können Hinweise an der Zimmertür platziert werden (z. B. Mundschutz, Schutzkittel sind zu tragen).

Reduktion der mitarbeiterbezogenen Keimbelastung

Die Kreuzinfektion durch kontaminierte Hände der Mitarbeiter ist eine der wichtigsten Ursachen nosokomialer Infektionen. ► Tab. 15.9 zeigt weitere Risiken mitarbeiterbezogener Keimbelastung für den Patienten auf.

► **Infektionsrisiken.** Mitarbeiter mit ansteckungsfähigen Infektionskrankheiten (► Tab. 15.10) sind von der Pflege Immunsupprimierter auszuschließen. Das trifft auch für Besucher zu (anamnestische Abklärung und risikoangepasste Besucherregelung ist angebracht).

Zu bedenken ist zudem die mögliche Reaktivierung latenter Infektionen bei Patienten mit hochgradiger Immunschwäche unter immunsuppressiver Therapie.

Abb. 15.11 Bei der Pflege von Patienten mit offener Lungen-Tbc soll ein höherwertiger Mund-Nasen-Schutz (Partikelmaske der Schutzstufe FFP 2) getragen werden. (F. Sitzmann)

Tab. 15.9 Reduktion der mitarbeiterbezogenen Keimbelastung für den Patienten (mod. n. Sitzmann 2012d).

Aspekte	Dos and Don´ts der hygienischen Praxis	Begründungen
Händehygiene	• alle Mitarbeiter praktizieren Händehygiene und instruieren die Besucher über die Notwendigkeit der Händedesinfektion vor und nach dem Kontakt mit Patienten, beim Betreten und Verlassen des Patientenzimmers	• wichtigste Maßnahme zur Verhütung von bakteriellen Krankenhausinfektionen, in der Pädiatrie v. a. Virusinfektionen der Atemwege und des Magen-Darm-Traktes • Maßnahme mit deutlichster Reduktion der Infektionsrate bei den geringsten Kosten
	• vor und nach Schleimhautkontakt, Palpation Einstichstelle Katheteranlage über Verband, Manipulationen am ZVK	
Asepsis bei ZVK und Blasenkatheter	• Anlage ZVK: sterile Kittel und Handschuhe, Kopfhaube, Mund-Nasen-Schutz, großflächiges steriles Abdecktuch • Blasenkatheter: sterile Handschuhe, Schürze, steriles Lochtuch	• signifikante Senkung der Septikämierate durch maximale Asepsis beim Legen von Venen- und Blasendauerkathetern (kein Unterschied zu immunkompetenten Patienten)
i. v.-Zugänge	• nur notfallmäßig angelegte Zugänge möglichst < 24 h wechseln	• routinemäßiger täglicher Wechsel reduziert nicht die Infektionsrate
	• Systemwechsel am ZVK nicht häufiger als 72 h	• Vermeiden unnötiger Diskonnektionen
	• kurzfristiger Wechsel nach Infusion von Fetten (nach jeder Infusion) sowie Blut/Blutprodukten (spätestens nach 6 h)	• höhere Kontaminationsdichte
	• Pflege ZVK/getunnelter/voll implantierter Venenkatheter	• kein Unterschied zu immunkompetenten Patienten
Blasenkatheterpflege	• Umgang mit Harnwegskathetern sollte evidenzgesichert sein	
Schutzkleidung	• patientenbezogene undurchlässige Schutzkittel bei Diarrhö, produktivem Husten, ausgedehnten Hautläsionen oder Dekubiti, OP-Wunden, viralen Infektionen, ausgedehnter Soordermatitis	• insbes. bei ausgeprägter Mukositis (Magendarmtrakt mit blutig schleimiger Diarrhö, Atemwege mit Abhusten von Schleimmengen); Wechsel nach Verschmutzung, mind. 1 x tgl.
	• Mund-Nasen-Schutz/Brille bei Kontaminationsmöglichkeit des Mitarbeiters durch Sekrete	• Arbeitsschutz
	• Mund-Nasen-Schutz schützt nur vor Tröpfcheninfektion, sinnvoll zum Arbeitsschutz bei gefährdenden Tätigkeiten (Schleimhautkontamination von Mund, Nase mit Sekreten, Blut); bei Betreten des Zimmers keine Erfordernis	• da der größte Teil der Atemluft „vorbei geatmet“ wird, bietet er keinen Schutz vor aerogen übertragbaren Infekten (Windpocken, Masern, Aspergillose, TBC)
	• FFP2-Atemmaske bei offener Lungen-TBC (▶ Abb. 15.11)	• Verhinderung aerogener Übertragung
	• Schutzhandschuhe beim Umgang mit potenziell kontaminiertem Material; grundsätzlich beim Wechsel zwischen Patienten	• Unterstützung der Händehygiene in Verbindung mit Händedesinfektion
	• Standardhygiene (S. 366) bei Kontakt mit Körperflüssigkeiten einhalten	• ausreichend Arbeitskleidung muss zur Verfügung stehen, damit Kleidung täglich wegen des intensiven pflegerischen Aufwands gewechselt werden kann
	• keine Überschuhe	• Kontaminationsgefahr der Hände, evtl. raumbezogene Schuhe für Mitarbeiter

Tab. 15.10 Mögliche lebensbedrohende Infektionen transplantierter Patienten.

Mikroorganismus	Krankheitsbilder	Übertragung durch
Adenovirus	Infektionen der Augen und des Respirations-, Magen-Darm- und Urogenitaltraktes	Spenderorgan, Kreuzinfektionen zwischen Patienten
Epstein-Barr-Virus (EBV)	infektiöse Mononukleose	Transfusionsblut, Spenderorgan
Hepatitis B (HBV)	Hepatitis hoher Anteil chronischer Verläufe mit Zirrhose	Transfusionsblut, perkutane Kontaktinfektion über Hautdefekte, Spenderorgan (hohe Viruslast!)
Humanes Herpes-Virus 8 (HHV-8)	Kaposi-Sarkom	Übertragung ist nicht eindeutig klar: u. a. bei immunsupprimierten Transplantierten
Masern-Virus	lebensbedrohlich für Transplantatempfänger	Tröpfcheninfektion (Nasen-Rachen- und Tränen-Sekret)
Cytomegalo-Virus (CMV)	ähnlich der infektiösen Mononukleose	Transfusionsblut, Spenderorgan
Varicella-Zoster-Virus (HHV-3)	Windpocken, Gürtelrose	direkter Kontakt Wundsekret, aerogen mit Hautschuppen, Speichel

Dadurch entsteht ein erhöhtes Infektionsrisiko für Mitpatienten sowie Mitarbeiter, z. B. die Reaktivierung einer Hepatitis-B- oder Hepatitis-C-Infektion mit hoher Viruslast, einer latenten Lungen-TBC oder Herpes-zoster-Infektion. Auch aus diesen Kenntnissen begründet sich der Wert der Standardhygiene.

15.4 Leseservice

15.4.1 Literatur

[Anonym]. Handhabung der Infektionsprophylaxe nach Organtransplantation. Dialyse aktuell 2007; 11: 12–13

[Anonym]. Nationales Referenzzentrum für Surveillance von nosokomialen Infektionen. 2014 Im Internet: www.nrz-hygiene.de; Stand: 08.5.2014

AWMF Leitlinien-Register Nr. 079/001. Prävention, Diagnose, Therapie und Nachsorge der Sepsis. 1. Revision der S-2k Leitlinien der Deutschen Sepsis-Gesellschaft e. V. (DSG) und der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI). Im Internet: www.awmf.org; Stand: 20.05.2014

Bauermann C. Prävention nosokomialer Infektionen. In: Gottschalk U. et al. Thiemes Endoskopieassistenz. Stuttgart: Thieme; 2009

Behnke M et al. Nosocomial infection and antibiotic use – a second national prevalence study in Germany. Dtsch Arztebl Int 2013; 110 (38): 627–33

Beldi G et al. Impact of intraoperative behavior on surgical site infections. Am J Surg. 2009; 2:157–162

Fleming G et al. Effect of subinhibitory concentrations of benzalkonium chloride on the competitiveness of Pseudomonas aeruginosa grown in continuous culture. Microbiology 2010; 156: 30–38

Gastmeier P et al. Wie viele nosokomiale Infektionen sind vermeidbar? Dtsch med Wochenschr 2010; 135: 91–93

Gould CV et al. Guideline for Prevention of Catheter-associated Urinary Tract Infections 2009. Im Internet: www.cdc.gov; Stand: 08.05.2014

Hansen S. et al. Umsetzung nationaler Empfehlungen zur Prävention zentraler Gefäßkatheter-assoziierter Infektionen auf deutschen Intensivstationen. Dtsch Med Wochenschr 2013; 138: 1706–1710

Jacobi V. et al. Pneumonien bei Immunsuppression. Radiologie up2date 2009; 4: 359–384

Kalbitz M, von Baum H. Frühe postoperative Wundinfektionen. Orthopädie und Unfallchirurgie up2date 2009; 1: 49–62

Kappstein I. Prävention von MRSA-Übertragungen. Krankenhaushygiene up2date 2006; 1: 9–20

Kappstein I. Nosokomiale Infektionen. 4. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2009

Kramer A. et al Guanidine und Biguanide. In: Kramer A, Assadian O. Wallhäußers Praxis der Sterilisation, Desinfektion, Antiseptik und Konservierung. Stuttgart: Thieme; 2008

Leistner R. Personalmangel in Krankenhäusern. Krankenhaushygiene up2date 2014; 1: 53–64

Lewalter K. et al. Beatmungsassoziierte Pneumonie. Krankenhaushygiene up2date 2012; 4: 275–289

Lewalter K. et al. Die katheterassoziierte Harnwegsinfektion – was gibt es Neues? Krankenhaushygiene up2date 2013; 1: 25–36

O'Grady NP et al. Guidelines for the Prevention of Intravascular Catheter-Related Infections 2011. Im Internet: www.cdc.gov; Stand: 08.05.2014

Paetz B. Chirurgie für Pflegeberufe. 22. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2013

Robert Koch-Institut (RKI), Hrsg. Empfehlungen der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut beim RKI. Prävention Gefäßkatheter-assoziierter Infektionen. Bundesgesundheitsbl 2002; 45: 907–924

ders. Anforderungen an die Hygiene bei der Reinigung und Desinfektion von Flächen (RKI-Empfehlung). Bundesgesundheitsbl 2004; 47: 51

ders. Anforderungen an die Hygiene bei der medizinischen Versorgung von immunsupprimierten Patienten (RKI-Empfehlung). Bundesgesundheitsbl 2010; 53: 357–388. Im Internet: www.rki.de; Stand: 08.05.2014

Robert Koch-Institut, Hrsg. Kommentar der KRINKO und des BfArM zu Hygieneanforderungen bei der Aufbereitung flexibler Endoskope. Epidemiologisches Bulletin 15. Juli 2013; 28: 254–258

Robert Koch-Institut. Infektions- und Krankenhaushygiene. 2014. Im Internet: www.rki.de; Stand 20.05.2014

Rüden H. et al. Nosokomiale Infektionen in Deutschland: Epidemiologie in den alten und neuen Bundesländern. Dtsch Med Wschr 1996; 121: 1281–7

Schulze-Röbbecke R. Standardmaßnahmen zur Prävention der Übertragung nosokomialer Infektionen – Standardhygiene, Basishygiene. Krankenhaushygiene up2date 2009; 4: 193–207

Schulz-Stübner S, Sitzmann F, Kniehl E. Die Rolle der Mundpflege bei der Prävention beatmungsassoziierter Pneumonien. Krankenhaushygiene up2date 2010; 3: 177–192

Schwaiger K et al. Vermeidung katheterassoziierter Infektionen. Der Internist 2012; 6: 705–715

Seropian R. et al. Wound infections after preoperative depilatory versus razor preparation. Am J Surg 1971; 121: 251–254

Sitzmann F. Hygiene. Berlin: Springer; 1999

Sitzmann F. Hygiene in der Intensivpflege – Sinnvolle und nicht sinnvolle Präventionsmaßnahmen katheterassoziierter Harnwegsinfektionen. intensiv 2000; 8: 234

Sitzmann F. Patientensicherheit auf ICU „Wir brauchen eine offene Lern- und Fehlerkultur". PflegenIntensiv 2009b; 4: 1–5

Sitzmann F. Mikrobiologische Diagnostik. In: Schewior-Popp S, Sitzmann F, Ullrich L, Hrsg. Thiemes Pflege, 12. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2012a

Sitzmann F. Infektionsschutz. In: Schewior-Popp S, Sitzmann F, Ullrich L, Hrsg. Thiemes Pflege, 12. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2012b

Sitzmann F. Katheterisieren der Harnblase. In: Schewior-Popp S, Sitzmann F, Ullrich L, Hrsg. Thiemes Pflege, 12. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2012c

Sitzmann F. Hygiene Kompakt. Bern: Huber; 2012d

Sitzmann F. Von Worten und Tatenlosigkeit – bei der unbeliebten Standardhygiene. Der Mikrobiologe 2013a; 4: 207–215

Sitzmann F. Saubere Sache. ZVK und Hygiene. intensiv 2013b; 2: 72–76

Sitzmann F. Im Fokus: Wunddrainagen – Risiken kennen, kompetent handeln. CNE.fortbildung 2014a; 1: 2–6

Sitzmann, F. Keime im Keim ersticken. Intensiv 2014b; 22 (3): 123–129

Suger-Wiedeck, H. et al. Prävention der nosokomialen beatmungsassoziierten Pneumonie. Bundesgesundheitsbl 2013; 56:1578–1590

Trautmann M et al. Empfehlung Prävention Gefäßkatheter-assoziierter Infektionen. Bundesgesundheitsbl 2002; 45: 907

15.4.2 Internetadressen

http://www.rki.de (Aktuelle Empfehlungen der KRINKO des RKI)

http://www.cdc.gov/hicpac/index.html (Empfehlungen des CDC, der US-amerikanischen Gesundheitsbehörde)

http://www.klinik-hygiene.de (Ergebnisse der krankenhaushygienischen Beratung des Autors)

Kapitel 16

Regulation der Körpertemperatur

16.1 Grundlagen *390*

16.2 Einschätzung von Wärmeregulation und Körpertemperatur *391*

16.3 Veränderungen der Körpertemperatur *394*

16.4 Pflegemaßnahmen auswählen und anwenden *399*

16.5 Leseservice *403*

16 Regulation der Körpertemperatur

Susanne Herzog

16.1 Grundlagen

Zur Kontrolle lebenswichtiger Körperfunktionen gehört auch die Messung der Körpertemperatur. Abweichungen von der normalen Körpertemperatur können für die Diagnostik von Erkrankungen und die Einschätzung von Krankheitsverläufen aufschlussreiche Indikatoren sein.

Der Mensch benötigt ausreichend Wärme, um seine Gesundheit zu erhalten oder wiederzuerlangen und um sich wohlzufühlen. Die relativ konstante Körperkerntemperatur von ca. 37 °Celsius ist eine lebenswichtige Voraussetzung, um Funktionen von Organen und Systemen aufrecht zu erhalten. Man unterscheidet:

- Körperkerntemperatur (betrifft Innere des Rumpfes und Kopf)
- Körperschalentemperatur (betrifft Extremitäten, Haut und Unterhaut)

Die Temperatur der Körperschale kann erheblich variieren, sie ist relativ anpassungsfähig an die Umgebung (▶ Abb. 16.1).

Merke

Für die Thermoregulation ist diese Anpassungsfähigkeit sehr wichtig. Weichen Körperkern- und Körperschalentemperatur weit auseinander, geht das mit Unwohlsein und Anspannung einher. Dieser Aspekt ist v. a. auch in der pflegerischen Versorgung von Menschen zu beachten, die aufgrund ihrer Erkrankung oder körperlich/psychisch bedingten Stress häufig kalte Extremitäten aufweisen.

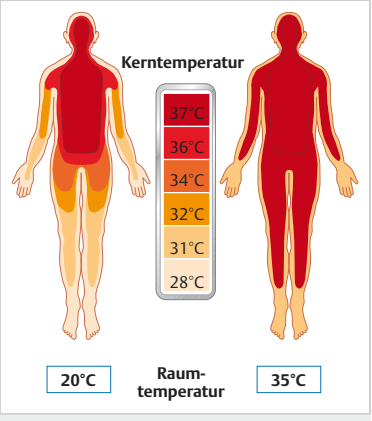


Abb. 16.1 Temperaturzonen eines unbekleideten Menschen bei unterschiedlicher Raumtemperatur. (nach Aschoff)

16.1.1 Wärmehaushalt

Die Körperkerntemperatur wird durch das Zusammenspiel von Wärmebildung, Wärmeaufnahme und Wärmeabgabe konstant gehalten.

Die energieproduzierenden Stoffwechselprozesse führen zur Wärmebildung. Im Ruhezustand erfolgt diese zu 56 % durch innere Organe und zu 18 % durch Muskulatur und Haut. Bei Muskelaktivitäten, wie z. B. Bewegung, körperliche Arbeit oder Kältezittern (Shivering), nimmt die Wärmebildung um ein Vielfaches zu und der Anteil der Wärmebildung durch die Muskulatur kann auf ca. 90 % ansteigen (Silbernagl u. Despopoulos 2012).

▶ **Innerer Wärmestrom.** Die im Körper gebildete Wärme wird vom Blutstrom aufgenommen und zur Körperoberfläche transportiert. Dies ist nur möglich, wenn die Temperatur der Haut geringer ist als die des Körperkerns. Für diesen Wärmetransport ist die Hautdurchblutung entscheidend (ebenda 2012).

▶ **Äußerer Wärmestrom.** Bei der Wärmeabgabe (äußerer Wärmestrom) wirken unterschiedliche physikalische Prinzipien (▶ Abb. 16.2), die auch gezielt zur therapeutischen Unterstützung der Wärmeregulation genutzt werden:

- Radiation (Wärmestrahlung)
- Konduktion (Wärmeleitung)
- Konvektion (Wärmeströmung)
- Evaporation (Verdunstung)

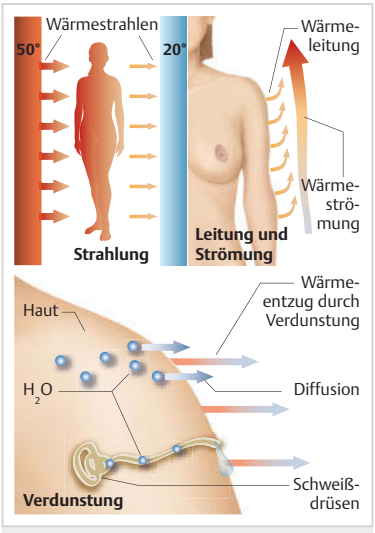


Abb. 16.2 Mechanismen der Wärmeabgabe. (Schewior-Popp, Sitzmann, Ulrich. Thiemes Pflege. 12. Aufl. 2012)

Im Wesentlichen beziehen sich diese Mechanismen auf die Wärmeabgabe, jedoch kann über Wärmeleitung, Wärmestrahlung und Wärmeströmung auch Wärme aufgenommen werden. Siehe hierzu auch Kap. Möglichkeiten zur Wärmetherapie (S. 712).

▶ **Radiation.** Die durch Strahlung abgegebene Wärmemenge ist von der Temperatur des Strahlers und dessen Umgebung abhängig. Ist ein Gegenstand/Strahler der Umgebung wärmer als die Haut, nimmt der Körper von dort die Strahlungswärme auf (z. B. bei starker Sonneneinstrahlung). Ist der Gegenstand kälter, kann die Haut in diese Richtung Strahlungswärme abgeben (z. B. an kalte Wand im OP).

▶ **Konduktion.** Die mit dem Blut zur Körperoberfläche transportierte Wärme wird an das unmittelbar umgebende Medium (z. B. kalte, nasse Kleidung, Wadenwickel) geleitet. Umgekehrt kann auch Wärme/Kälte vom Medium an die Körperoberfläche geleitet werden, z. B. durch Wärmeauflagen.

▶ **Konvektion.** Wärmeströmung wird erzeugt, indem Wärme auf ein umgebendes Medium übertragen und dann abtransportiert wird. Die natürliche Wärmeströmung erfolgt durch den Blutstrom vom Körperkern zur Körperschale sowie von der Haut an die umgebende Luft. Stark gefördert wird die Konvektion, wenn die jeweils erwärmte Luftschicht von der Haut wegbewegt wird (z. B. Ventilator, Wind).

▶ **Evaporation.** Bei hohen Außentemperaturen, starker körperlicher Arbeit oder bei Erkrankungen kann die Körpertemperatur so stark ansteigen, dass Wärme zusätzlich durch Verdunstung von Wasser abgegeben wird. Dieser kühlende Verdunstungseffekt wird auch therapeutisch zur Körpertemperatursenkung genutzt (z. B. durch Auflegen von feuchten Tüchern). Der Körper verdunstet Wasser auf 2 Arten:

1. **Perspiratio sensibilis:** Der größte Teil des benötigten Wassers gelangt durch die Schweißdrüsen (neuronal aktivierbar) an die Hautoberfläche, die Menge ist individuell unterschiedlich und auch vom Verhalten oder der Erkrankung abhängig.
2. **Perspiratio insensibilis:** In Ruhe werden unmerklich ca. 20–50 ml/h über die Atemwege und die Haut abgegeben (Gekle u. Singer 2010).

Pro Liter **verdunsteter** Flüssigkeit werden dem Körper 2428 kJ an Wärme entzogen (Silbernagl u. Despopoulos 2012).

16.1.2 Thermoregulation

► **Sollwert.** Der Sollwert der Körperkerntemperatur unterliegt individuellen Schwankungen zwischen 36 °C und 37,5 °C mit tageszeitlichen Schwankungen von 0,5–1 °C (zirkadianer Rhythmus). Am niedrigsten ist die Temperatur um ca. 3.00 Uhr, am höchsten um ca. 18.00 Uhr. Durch hormonelle Veränderungen oder Fieber kann es zu einer längerfristigen Sollwertverschiebung kommen (Silbernagl u. Despopoulos 2012). Außerdem kann das Alter einen Einfluss auf die Sollwertverschiebung haben: Kinder zeigen häufiger eine höhere Körpertemperatur (aktiverer Stoffwechsel) als Erwachsene. Alte Menschen können aufgrund mehrerer physiologischer Faktoren eine niedrigere reguläre Körpertemperatur aufweisen (Sund-Levander 2013).

► **Istwert.** Der Hypothalamus ist das Zentrum der Thermoregulation, hier wird die aktuelle Körpertemperatur (der Istwert) mit dem Sollwert verglichen. Registriert wird der Istwert durch zentrale Thermorezeptoren in der präoptischen Region des Hypothalamus und durch periphere Thermorezeptoren in der Haut und im Zentralnervensystem. Die Thermorezeptoren werden unterschieden in Kaltrezeptoren (unter 36 °C) und Warmrezeptoren (über 36 °C). Gesicht, Hände und Füße weisen die höchste Dichte, der Rücken die geringste Dichte der peripheren Thermorezeptoren auf.

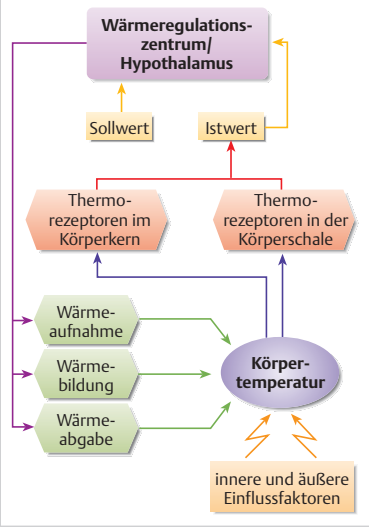


Abb. 16.3 Funktionsweise der Thermoregulation. (Schewior-Popp, Sitzmann, Ullrich. Thiemes Pflege. 12. Aufl. 2012)

Bei Differenzen zwischen Ist- und Sollwert werden die Mechanismen der Wärmebildung oder Wärmeabgabe aktiviert, um Abweichungen der Kerntemperatur zu begrenzen (► Abb. 16.3).

Steuerung der autonomen thermoregulatorischen Mechanismen

Das somatomotorische System steuert das Kältezittern, das sympathische Nervensystem steuert zitterfreie Thermogenese, Hautdurchblutung und Schwitzen (Simon 1995).

► **Kältezittern.** Dieses wird ebenso wie die ihm vorausgehende Tonussteigerung der Skelettmuskulatur durch das somatomotorische Nervensystem ausgelöst und unterhalten.

► **Zitterfreie Thermogenese.** Diese erfolgt im braunen Fettgewebe, das durch das sympathische Nervensystem über β-Rezeptoren aktiviert wird (beim Säugling).

► **Hautdurchblutung.** Da die Wärme größtenteils mit dem Blutstrom weitergeleitet wird, kann durch eine Änderung der peripheren Durchblutung der Wärmetransport vom Körperkern zur Körperschale in verhältnismäßig weitem Umfang geregelt werden. Größtenteils erfolgt die thermoregulatorische Steuerung durch noradrenerge sympathische Nerven über β-Rezeptoren. Eine Zunahme der sympathischen Aktivität bewirkt Vasokonstriktion, eine Aktivitätsabnahme führt zur Vasodilatation. Außerdem wird angenommen, dass die cholinerg aktivierten Schweißdrüsen ebenso wie lokale Hitzeeinwirkung zu einer Vasodilatation führen können.

► **Schwitzen.** Die Steuerung des thermoregulatorischen Schwitzens erfolgt durch cholinerge sympathische Nervenfasern.

Willkürliche Thermoregulationsmechanismen

Neben den autonomen, unwillkürlichen Thermoregulationsmechanismen versucht der menschliche Organismus durch willkürliche Verhaltensanpassungen (z. B. Bewegung und Bekleidung), seine Körpertemperatur zu regulieren.

Extreme Wärme und Kälte werden auch über thermospezifische Schmerzrezeptoren als Schmerz wahrgenommen.

Merke

Die thermoneutrale Zone liegt für einen gesunden unbekleideten Erwachsenen im Ruhezustand bei 28–30 °C, für Neugeborene bei 32–33 °C (Gekle u. Singer 2010). In diesem Bereich wird die Umgebungstemperatur weder als kalt noch als warm empfunden und die Regulationsmechanismen weisen nur eine geringe Aktivität auf.

16.2 Einschätzung von Wärmeregulation und Körpertemperatur

In der Intensivpflege werden häufig Patienten betreut, deren Wärmeregulierung gestört ist oder die nicht in der Lage sind, ihr Wärmeempfinden mitzuteilen und/oder selbstständig wärmeregulierende Verhaltensweisen durchzuführen. Pflegende können Informationen zum Wärme-/Kälteempfinden und zur individuellen Regulierung der Körpertemperatur eines Patienten gewinnen durch:

- Pflegeanamnese
- Messen der Körpertemperatur
- weitere Einschätzungs- und Bewertungskriterien

16.2.1 Pflegeanamnese

Wichtige Informationsquellen sind das Gespräch mit dem Patienten, das Betrachten des Patienten und das Befühlen der Haut.

► **Gespräch mit dem Patienten/dessen Angehörigen.** Das Gespräch gibt Aufschluss über das individuelle Wärmebedürfnis und das Temperaturempfinden/-verhalten:

- Wie hoch ist normalerweise die reguläre Körpertemperatur des Patienten?
- Wie hat der Patient bisher auf Temperaturprobleme reagiert?
- Wie sind die regulierenden Maßnahmen zu bewerten?

► **Betrachten des Patienten.** Der Patient selbst (Gesamteindruck, Teilaspekte, z. B. einzelne Hautpartien), sein Verhalten und seine unmittelbare Umgebung liefern weitere Informationen:

- Hautfarbe und Hautdurchblutung (rosig, blass, rot, marmoriert, livide usw.)
- Hautkonsistenz (trocken, schweißig, halbseitig schweißig usw.)
- Hautturgor („Gänsehaut", exsikkiert, ödematös usw.)

- Verhaltens- und Reaktionsweisen (aktiv, passiv, angespannt, entspannt, agitiert, somnolent, zitternd usw.)
- Umgebung (zugedeckt, nicht zugedeckt, Bettzeug nass geschwitzt oder trocken usw.)

► **Befühlen der Haut des Patienten.** Das Befühlen der Haut (z. B. Gesicht, Schultern, Hände, Beine, Füße) kann informieren über:
- Wärmeverteilung (Wärme-/Kältezonen der Haut)
- Hautturgor (angespannt, Muskelzittern usw.)
- Hautfeuchtigkeit (trocken, warm-schweißig, kaltschweißig usw.)

Merke

Informationen, die über die Wärmeverteilung gewonnen werden, lassen nur subjektive Wahrnehmungen der Pflegenden zu, da sie diese Art der Einschätzung nur im Abgleich mit ihrer eigenen Körperwärme vornehmen können.

16.2.2 Messen der Körpertemperatur

Genaue Temperaturmessverfahren und die Berücksichtigung beeinflussender Faktoren sind unerlässlich, um die Körpertemperatur korrekt zu beurteilen. Die Körpertemperatur unterliegt individuellen, tageszeitlichen und hormonellen Schwankungen, daher ist ein einmaliger Messwert wenig aussagekräftig.

► **Temperaturdifferenzen.** Pflegewissenschaftliche Studien zeigen (Holtzclaw 1998, Sund-Levander u. Grodzinsky 2009), dass jede Körperregion ihre eigene Temperatur hat, sodass es keinen „idealen" Messort gibt. Kritisch kranke Menschen weisen häufig keine „normale" Wärmeverteilung auf, da Wärmeregulationsmechanismen, wie z. B. die periphere Gefäßregulation durch Alter, Flüssigkeitsbilanz, kreislaufwirksame Medikamente, Erkrankung usw. beeinflusst werden.

► **Simultane Messungen.** Mit dem Vergleich von simultan erhobenen Werten an verschiedenen Messorten können klinisch relevante Beobachtungen gemacht werden. So kann z. B. das Ausmaß des Temperaturgradienten zwischen Körperkern und peripherer Haut Hinweise auf die Ausprägung von Kältezittern sowie die Veränderung von Durchblutung und Wärmeverteilung geben (Sund-Levander u. Wahren 2000).

Messorte und Messverfahren

In ► Tab. 16.1 sind die unterschiedlichen Messorte und Messverfahren zur Ermittlung der Körpertemperatur aufgeführt. Siehe hierzu auch Kap. Temperaturmessungen (S. 716).

Die Entscheidung für einen bestimmten Messort und für ein bestimmtes Messverfahren ist abhängig vom Einverständnis des Patienten, seiner Situation, Nutzen und Risiken sowie den anvisierten Zielen.

► **Ermittlung der Körperkerntemperatur.** Als Indikator für die Körperkerntemperatur gilt die Temperatur im gemischtvenösen Blut der Arteria pulmonalis. Diese kann jedoch nur invasiv mit einem Pulmonaliskatheter gemessen werden. Die

Tab. 16.1 Messorte der Körpertemperatur.

Messart und -dauer	Vorteile	Nachteile	nicht bzw. nur sehr eingeschränkt anwenden bei
Rektum (rektal)			
Digitalthermometer: ca. 2 min rektale Messsonde: kontinuierliche Messung per Monitor	• kurze Messdauer im Vergleich zur axillaren/oralen Messung	• unangenehm für den Patienten, da diese Messart einen Eingriff in seine Intimsphäre darstellt • je nach Messtiefe Temperaturunterschiede bis zu 1 °C • mögliche Keimverschleppung • Gefahr von Dekubitus und Schleimhautverletzung, insb. bei längerer Verweildauer (rektale Messsonde) • reagiert verzögert auf aktuelle Veränderungen der Körperkerntemperatur	• Ablehnung durch Patienten • Operationen/Untersuchungen und therapeutischen Maßnahmen (z. B. bei digitaler Stimulation zum Abführen) im rektalen Bereich • Beschwerden/Erkrankungen (Rhagaden, Analprolaps, Diarrhö, ausgeprägte Hämorrhoiden)
Achsel/Leiste (axillar/inguinal)			
Digitalthermometer: ca. 3 min	• angenehme Messmethode • einfache Platzierung • leichte Durchführung	• lange Messzeit • ungenaues Messergebnis, da lediglich Hauttemperatur gemessen wird und viele Fehlerquellen möglich sind (z. B. Dislokation, Schweiß)	• kachektischen, unruhigen Patienten • Zentralisation des Kreislaufs, da nur Körperschalentemperatur ermittelt wird
Mundhöhle (oral/sublingual)			
Digitalthermometer: ca. 2 min	• einfache Platzierung • leichte Durchführung	• Messwert ist beeinflussbar durch unmittelbar vorherige Aufnahme von kalten/heißen Getränken • je nach Messtiefe und Messort (oral/sublingual) Temperaturunterschiede	• Patienten mit Dyspnoe, Mundatmung, Fazialisparese, Muskelspasmen, Mundverletzungen • Patienten mit Unruhe, Bewusstseinstrübung
Tympanon (tympanal)			
Infrarotthermometer: Einzelmessungen 1–2 s non invasive Tympanonmesssonde	• angenehme Messmethode • einfache Platzierung • sehr kurze Messdauer	• falsche Messwerte durch fehlerhafte Anwendung (Messung der Wärmeabstrahlung des äußeren statt des inneren Gehörgangs und Trommelfells)	• Patienten mit Verletzungen, Erkrankungen im Bereich des Ohres

Tab. 16.1 Fortsetzung

Messart und -dauer	Vorteile	Nachteile	nicht bzw. nur sehr eingeschränkt anwenden bei
Nasopharynx (nasopharyngeal)			
Messsonde: Messung per Monitor	• kontinuierliche Messung • möglich bei Indikation zur Rückenlage, z. B. OP	• unangenehmes und z. T. schmerzhaftes Messverfahren • Gefahr von Dekubitus und Schleimhautverletzungen	• wachen Patienten • Patienten mit Blutungsneigung, Verletzungen/Erkrankungen im Nasen-/Rachen-Bereich
Ösophagus (ösophageal)			
Messsonde, nasal oder oral eingeführt auf Herzniveau platziert (auch als Kombination mit Ösophagusstethoskop): Messung per Monitor	• kontinuierliche Messung	• Würgereiz und Vagusreiz auslösbar • exakte Platzierung schwierig • unangenehmes und z. T. schmerzhaftes Messverfahren • Gefahr von Dekubitus und Schleimhautverletzungen	• wachen Patienten • Patienten mit Blutungsneigung, Verletzungen/Erkrankungen im Ösophagus und Nasen-/Rachenbereich
Harnblase (vesikal)			
suprapubischer/transurethraler Blasenkatheter mit integriertem Thermosensor: Messung per Monitor	• kontinuierliche Messung • integrierte Messmethode	• hohe Materialkosten • nur bei bestehender Blasenkatheterindikation	• Kernspintomogramm im Bereich des Unterbauches
Arteria pulmonalis			
Thermistor (befindet sich vor dem distalen Ende des Pulmonaliskatheters): Messung per Monitor/HZV-Computer	• kontinuierliche Messung • integrierte Messmethode	• nur bei bestehender PA-Katheterindikation	• Kernspintomogramm
Haut (kutan)			
Klebeband oder Gelelektrode: Messung per Monitor	• einfache Platzierung • diagnostisches Verfahren zur Differenzberechnung zwischen Körperkern- und Körperschalen-temperatur • Hauttemperatur korreliert mit Hautdurchblutung, deshalb zur Überwachung der Hautperfusion geeignet	• misst nur Hautschalentemperatur	• zur Ermittlung der Kerntemperatur

Tympanontemperatur gilt ebenso als ein relativ valides Messverfahren, da die Blutversorgung von Tympanon und Hypothalamus durch dieselben Äste der Arteria carotis erfolgt.

Richtlinien für die Temperaturmessung

In Ergänzung zur ▶ Tab. 16.1 gilt für Temperaturmessungen:

- Tageszeit, Messort, Messmethode und Messinstrument müssen berücksichtigt und dokumentiert werden.
- Um Trends bei Temperaturveränderungen genau zu erfassen, ist bei wiederholten Messungen dasselbe Messinstrument zu verwenden und derselbe Messort zu wählen.
- Temperaturverlauf, Interventionen und Reaktionen des Patienten sind exakt zu dokumentieren, um Zusammenhänge und Effekte zu erkennen.
- Messwerte können durch Medikamente, kurz zuvor eingenommene Getränke, Wärmeauflagen, lokal eingesetzte kühle Spüllösungen usw. beeinflusst sein.
- Die Häufigkeit der Messungen ist abhängig vom aktuellen Krankheitsverlauf, dem Befinden des Patienten, temperaturbeeinflussenden Maßnahmen sowie einer kontinuierlichen Risikoeinschätzung (bei Risikopatienten sollte möglichst eine kontinuierliche Messung erfolgen).

Weitere Einschätzungs- und Bewertungskriterien

Um die einzelnen Wahrnehmungen und Messungen hinsichtlich Wärmehaushalt und Temperaturregulierung beurteilen zu können, ist es notwendig, diese nicht isoliert, sondern im bisherigen Gesamtverlauf der Erkrankung zu betrachten. In die Beurteilung sind andere Parameter einzubeziehen, wie Vitalzeichen, ZVD, Pulmonalisdruck, Flüssigkeitsbilanz und Laborparameter. Dazu gehören auch subjektive Eindrücke, Beobachtungen und Erfahrungen. Die Komplexität einzelner Situationen soll an 2 Beispielen verdeutlicht werden:

- Kühle Haut der Extremitäten kann ein Hinweis auf niedrige Kerntemperatur sein, sie könnte aber auch auf einen bestehenden Volumenmangel oder auf die Auswirkung von Katecholamingabe hindeuten.
- Starkes Schwitzen ist möglicherweise als ein Symptom der Entfieberung einzuschätzen, es könnte aber auch im Zuge einer Tumorerkrankung auftreten oder auf eine Hypoglykämie, Angst oder starke Schmerzen hinweisen.

Merke

Eine Zuordnung bestimmter Symptome oder Phänomene kann nur durch eine umfassende Beobachtung und Einschätzung (Assessment) erfolgen.

16.3 Veränderungen der Körpertemperatur

Störungen der Körpertemperatur entstehen durch ein Missverhältnis zwischen Wärmebildung/-aufnahme und Wärmeabgabe. Unterschieden werden:
- lokale Störungen
- generalisierte Störungen

► **Lokale Störungen.** Sie treten als Gewebeschädigungen bei begrenzten Hitze- oder Kältebelastungen auf, die die Kompensationsmöglichkeiten des Körpers übersteigen. Die Folgen sind Verbrennungen bzw. Erfrierungen in den verschiedenen Schweregraden.

► **Generalisierte Störungen.** Sie treten als Abweichungen von der normalen Körpertemperatur auf und werden unterschieden in (rektal gemessen):
- Hypothermie (unter 35 °C)
- Hyperthermie (über 37,5 °C ohne Sollwerterhöhung der Körperkerntemperatur)
- Fieber (über 38,0 °C mit Sollwerterhöhung der Körperkerntemperatur). Diese Definition ist eher allgemein. Entscheidend für die Bewertung des erhöhten Temperaturmesswertes als Fieber ist die individuelle reguläre Körperkerntemperatur des Patienten (Sund-Levander 2013).

16.3.1 Hypothermie

Definition

Neben der allgemeinen Hypothermie gibt es 2 Sonderformen:
- Als akzidentelle Hypothermie wird eine unbeabsichtigte Erniedrigung der Körperkerntemperatur durch exogene Faktoren auf unter 35 °C bezeichnet.
- Eine beabsichtigte (induzierte) Hypothermie wird therapeutische Hypothermie genannt.

Ursachen

Eine Hypothermie kann ausgelöst werden durch:
- unzureichend funktionierendes Wärmeregulationssystem (z. B. bei Querschnittläsion und bei Verbrennungen)
- Hypothalamusschädigung (z. B. Hirnblutung, Tumor, Schädelhirntrauma, hypoxischer Hirnschaden)
- Unterernährung, Inaktivität, Alterungsprozess, Stoffwechselstörung (z. B. Hypothyreose, Nebenniereninsuffizienz)
- längere Exposition in einer kühlen und/oder nassen Umgebung (z. B. Verkehrs-, Ertrinkungs-, Eisunfall, bei Alkohol- oder Drogenintoxikation)
- großer Flüssigkeits- und/oder Blutverlust
- Austausch/Zufuhr von großen Flüssigkeitsmengen, z. B. Spülungen, Hämofiltration, Infusionen, Transfusionen usw.
- pharmakologische Einflüsse
- prä-, intra- und postoperative Wärmeverluste

► **Pharmakologische Einflüsse.** Folgende Medikamentengruppen können auf die Temperaturregulation wirken:
- Psychopharmaka (insbesondere beim alten Menschen)
- Analgetikum Novaminsulfon bei gleichzeitiger Einnahme von Chlorpromazin
- Opiode/Anästhetika (beeinträchtigen die Hypothalamusfunktion und verschieben die thermoregulatorische Schwelle)
- Muskelrelaxanzien und Clonidin (verhindern Kältezittern der Muskulatur und somit auch die Wärmebildung)
- Lokalanästhetika (führen zu peripherer Vasodilatation und damit zu Wärmeverlusten)

► **Prä-, intra- und postoperative Wärmeverluste.** Diese können z. B. ausgelöst sein durch:
- lang andauernde Eingriffe
- unzureichende Beachtung der Wärmeisolierung bei kleinen Eingriffen
- Eröffnung großer Körperhöhlen
- Spülungen
- große Zufuhr kühler Infusionen und Blutpräparate
- eingeschränkte Körperbedeckung
- niedrige Umgebungstemperatur
- laminare Luftströmung
- Narkose

Symptome und Maßnahmen

Die Hypothermie hat Auswirkungen auf alle wesentlichen Organsysteme (► Tab. 16.2). Abhängig von den Symptomen wird sie in Stadien eingeteilt (Silbernagl u. Lang 2013).

Komplikationen

Bereits bei milder Hypothermie können Autoregulationsversuche ein größeres Ausmaß an Komplikationen bedingen:
- Kältezittern (verursacht starkes Missempfinden, lässt den Energiestoffwechsel und Sauerstoffbedarf und -verbrauch massiv ansteigen; Hypoxämie, erhöhter Noradrenalinspiegel und myokardiale Ischämien können auftreten)
- Linksverschiebung der Sauerstoffbindungskurve mit eingeschränkter Sauerstoffabgabe an die Körperzellen
- Vasokonstriktion mit verminderter Hautdurchblutung und Erhöhung des peripheren Gefäßwiderstandes
- Abnahme der zellulären Immunabwehr, Zunahme von Wundheilungsstörungen
- Gerinnungsstörungen (erhöhte Blutungsneigung), Elektrolytstörungen
- verlängerte Wirkzeit vieler Medikamente (schlechtere Steuerbarkeit und Überdosierung)
- Atemdepression
- Kältediurese
- Hämolysegefahr bei Patienten mit Kälteagglutininen

Therapeutische Hypothermie

Die induzierte Hypothermie zielt darauf, akute Zellschäden zu reduzieren und die Apoptose („programmierter" Zelltod) und den oxidativen Stress zu reduzieren. Dieser wird verursacht durch die Hypoxie und durch die Reperfusion. Die therapeutische Hypothermie verringert die Zahl der zirkulierenden freien Radikale, senkt den intrakraniellen Druck und verzögert Störungen der Kalziumhomöostase, die zu einer Mitochondrienschädigung und Apoptose führen. Weitere Effekte sind antikonvulsive Wirkungen und Reduzierung ischämiebedingter zerebraler Entzündungsreaktionen (Lebiedz, Oberfeld u. Waltenberger 2012).

Eine milde therapeutische Hypothermie (32–34 °C) wird empfohlen bei:
- großen chirurgischen Eingriffen (z. B. Herz-, Gefäß-, Neurochirurgie)
- komatösen Überlebenden eines Kreislaufstillstands mit defibrillierbarem sowie auch nicht defibrillierbarem initialen Herzrhythmus (Deakin et al. 2010)
- Neugeborenen-Hypoxie

Wahrscheinlich sinnvolle Indikationen sind:
- Asphyxie durch Erhängen oder Ertrinken
- CO- und Methangasintoxikationen

Weitere potenzielle Indikationen, für die jedoch noch keine gesicherte Datenlage vorliegt, sind:
- refraktäres Hirnödem (Senkung des Hirndrucks)
- ischämischer Schlaganfall
- Schädel-Hirn-Trauma, traumatische Rückenmarksschädigung
- hepatische Enzephalopathie
- Enzephalitis und Meningitis (Lebiedz, Oberfeld u. Waltenberger 2012)

Tab. 16.2 Symptome und Maßnahmen bei Hypothermie (Silbernagl u. Lang 2013).

Symptome	Maßnahmen
Stadium I (35 –32 °C) milde Hypothermie	
• maximales Muskelzittern • periphere Vasokonstriktion (blasse, kühle Haut, Gänsehaut, verlangsamte kapilläre Füllung, zyanotische Nagelbetten) • Schmerzen (Akren) • hellwach-erregter bis verwirrter Bewusstseinszustand • Tachypnoe • Tachykardie • erhöhter Blutdruck • gesteigerter Stoffwechsel (u. a. Hyperglykämie) • gesteigerter Sauerstoffverbrauch (auf das ca. 6-fache) •	• passive externe Erwärmung (Wärmeisolierung durch Decken, Moltontücher, Folien; Extremitäten mit zusätzlichen Materialien, wie Socken, Tüchern, Watte o. ä. einhüllen) • zusätzliche Wärme durch Raumheizung, warme Getränke usw. • Vitalzeichenkontrolle, Temperaturverlauf und Bewusstseinslage einschätzen • Ruhe und Sicherheit vermitteln • Urinausscheidung beobachten • Prophylaxen
Stadium II (32–28 °C) mäßige Hypothermie	
• Rigor, Hyporeflexie • anfangs Halluzinationen, später Somnolenz bis Bewusstlosigkeit • Atemdepression • Bradykardie, Arrhythmien • erniedrigter Stoffwechsel (u. a. Hypoglykämie) • häufig Kältediurese, später Oligo-Anurie	• aktive externe Erwärmung um 0,5 bis max. 1 °C/h (warme Infusionen, Wärmematten, Heizdecken, Warmluftgebläse) • Vitalzeichenkontrolle, Temperaturverlauf und Bewusstseinslage einschätzen • Atemwege sichern, evtl. Intubation • Urinausscheidung beobachten • Prophylaxen
Stadium III (< 28 °C) schwere Hypothermie	
• Areflexie • Koma (fehlende Pupillenreaktion) • Apnoe • Arrhythmie, Kammerflimmern, Asystolie	• aktive zentrale Erwärmung (Hämodialyse, Hämofiltration oder Peritonealdialyse, u. U. Einsatz der Herz-Lungen-Maschine oder extrakorporale Membranoxygenierung (v. a.-ECMO) • Vitalzeichen, Temperatur, Bewusstsein und neuro-muskuläre Funktionen kontrollieren • Intubation, Beatmung • Reanimation

Das Wiedererwärmen bei der therapeutischen Hypothermie sollte langsam mit 0,1–0,5 °C ablaufen, um ein reaktives Hirnödem zu vermeiden. In den Folgetagen muss Fieber vermieden werden (Lebiedz, Oberfeld u. Waltenberger 2012).

16.3.2 Hyperthermie

Definition

Eine unregulierte Erhöhung der Körperkerntemperatur ohne Sollwerterhöhung wird als Hyperthermie bezeichnet. Die thermoregulatorischen Mechanismen zur Wärmeabgabe sind überfordert, die Körperkerntemperatur bei ca. 37 °C zu halten, es besteht ein Missverhältnis zwischen Wärmeaufnahme/Wärmeproduktion und Wärmeabgabe („Wärmestau").

Merke

Ein längerfristiger Kerntemperaturanstieg auf 40,5–43 °C führt zum Versagen der thermoregulatorischen Zentren im Zwischenhirn, zu Hypoxämie, Gewebezerstörungen und Tod. Antipyretika sind bei Hyperthermie wirkungslos.

Ursachen

Ursachen einer Hyperthermie können sein:

- Versagen der Wärmeabgabemechanismen (z. B. fehlende/eingeschränkte Fähigkeit der Evaporation bei Querschnittlähmung, Verbrennung, Dehydration)
- Störungen der zentralen Temperaturregulation durch eine Hypothalamusschädigung (z. B. bei Hirnblutung, Tumor, Schädelhirntrauma, hypoxischem Hirnschaden)
- hohe Umgebungstemperaturen und/oder unangepasste Verhaltensweisen
- gesteigerte Wärmeproduktion durch Stoffwechselaktivität (z. B. bei großer körperlicher Arbeit, Sport)
- Medikamente als Triggersubstanzen
- Alkohol- und Medikamentenentzug
- unzureichende Schweißproduktion durch Medikamente (z. B. Atropin oder Intoxikationen)
- erniedrigte Toleranzschwelle hinsichtlich innerer und äußerer Wärmebelastung durch Adipositas oder Infektionen

Symptome und Maßnahmen

Symptome, Folgen und Maßnahmen bei speziellen Formen von Hyperthermie sind in ▸ Tab. 16.3 zusammengefasst.

Die entsprechenden Maßnahmen zielen neben der Berücksichtigung der auslösenden Ursachen v. a. auf eine zügige Temperatursenkung durch Unterstützung der Wärmeabgabe und durch physikalische Kühlungsmethoden (S. 401).

16.3.3 Fieber

Definition

Fieber ist eine vom thermoregulatorischen Zentrum im vorderen Hypothalamus gesteuerte Änderung der Körperkerntemperatur mit einem erhöhten „Sollwert" über die normale zirkadiane Schwankungsbreite hinaus. Die Regulationsmechanismen der Wärmebildung und Wärmeabgabe sind primär intakt.

Fieber ist ein wichtiges Symptom bei Krankheitsverläufen, das die Art und das Ausmaß von Diagnostik, Therapie und Pflege wesentlich beeinflusst. Dabei erscheint die Aussage von Holtzclaw (1992) immer noch bedeutsam, dass Fieber bei kritisch kranken Patienten oft mehr als die Ursache und weniger als die Reaktion auf eine Erkrankung behandelt wird.

Tab. 16.3 Ursachen, Symptome, Folgen und Maßnahmen bei speziellen Formen von Hyperthermie und bei Sonnenstich (Silbernagl u. Lang 2013).

Ursachen	Symptome	mögliche Folgen	Maßnahmen
Hitzschlag (akut lebensbedrohliche Situation)			
• starke exogene Wärmezufuhr (hohe Umgebungstemperatur) bei gleichzeitigem Versagen der Wärmeabgabe (fehlende Schweißproduktion) • hohe Luftfeuchtigkeit und körperliche Aktivität begünstigen den Hitzschlag	• Körperkerntemperaturen > 40,5 °C • heiße und trockene Haut • Kopfschmerzen • Übelkeit • Tachykardie • evtl. Schocksymptomatik	• Hirnödem • schwere Funktionsstörungen von ZNS, Herz-Kreislauf, Atmung	• Betroffenen in kühle Umgebung bringen, flachlagern, Kopf hochlagern • physikalische Kühlung durch kalte Umschläge, Cold-Packs, evtl. Eiswasserbad, kalte Getränke/Infusionen (Vasokonstriktion vermeiden) • Vitalfunktionen sichern
Hitzekollaps oder Hitzesynkope			
• wärmebedingte Vasodilatation • Schwitzen und Dehydration mit Volumenmangel	• Schwächegefühl, Schwindel, Ohnmacht • Hypotonie • Übelkeit	• kurzdauernde Synkope • evtl. Schocksymptomatik	• flachlagern und Flüssigkeit zuführen
Sonnenstich (keine Hyperthermieform)			
• langandauernde direkte Einstrahlung der Sonne auf den Kopf und Nackenbereich	• roter heißer Kopf • Übelkeit, Schwindel • heftige Kopf- und Nackenschmerzen	• Meningismus, Bewusstseinsstörung, Krämpfe • Gehirnhyperämie, seröse Meningitis	• Oberkörper zur Hirndruckentlastung leicht hochlagern • physikalische Kühlungsmaßnahmen (v. a. im Kopfbereich) durchführen • evtl. weiterführende intensivmedizinische Behandlung
Maligne Hyperthermie (S. 726)			
• genetisch determiniertes Krankheitsbild, das durch Triggersubstanzen (Inhalationsgase und Muskelrelaxanzien) ausgelöst wird	• plötzlich auftretende Krankheit • Patienten sind in höchstem Maße letal gefährdet • Siehe Kap. „Maligne Hyperthermie“ (S. 726)		
Malignes neuroleptisches Syndrom			
• Medikamente, die selbst oder deren Metaboliten als Dopaminantagonisten im Gehirn wirken	• Temperaturen von 39–42 °C • Rigidität der Muskulatur • schwere Bewusstseins-, Atmungs- und Kreislaufstörungen • Siehe Kap. „Maligne Hyperthermie“ (S. 726)		

Pathophysiologie

Fieber entsteht durch hochkomplexe Vorgänge, die aufeinander einwirken. Zwei Entstehungswege sind zu unterscheiden (▶ Abb. 16.4):

- exogene Pyrogene
- Gewebeschädigungen oder immunologische Prozesse

▶ **Exogene Pyrogene.** Dies sind z. B. infektiöse Organismen, bakterielle Endotoxine (insbesondere gramnegative Bakterien) oder Fremdeiweiße. Sie stimulieren Wirtszellen (wie Monozyten und Makrophagen) zur Produktion von endogenen Pyrogenen (Zytokine) wie z. B. Interleukine, Interferone und Tumor-Nekrose-Faktoren.

▶ **Gewebeschädigungen oder immunologische Prozesse.** Auch ohne die Wirkung von exogenen Pyrogenen kann es zur Bildung von endogenen Pyrogenen kommen, z. B. durch Gewebeschädigungen oder immunologische Prozesse. Es wird angenommen, dass die Zytokine dann auf dem Blutweg zu den zirkumventrikulären Organen des Gehirns gelangen, um dort mittels des Prostaglandins PGE2 die Fieberreaktion auszulösen (Silbernagl u. Lang 2013).

Ursachen

Wichtige Beobachtungen hinsichtlich möglicher fieberauslösender Ursachen sind z. B.:

- Entzündungszeichen an Katheretereinstichstellen
- purulentes Sekret aus Trachea, Rachen, Nase, Urethra oder Diarrhö

Weitere Maßnahmen zur Fokussuche sind z. B.:

- bakteriologische und laborchemische Untersuchungen
- bildgebende und endoskopische Verfahren
- körperliche Untersuchungen (z. B. Palpation des Bauches bei Diarrhö)

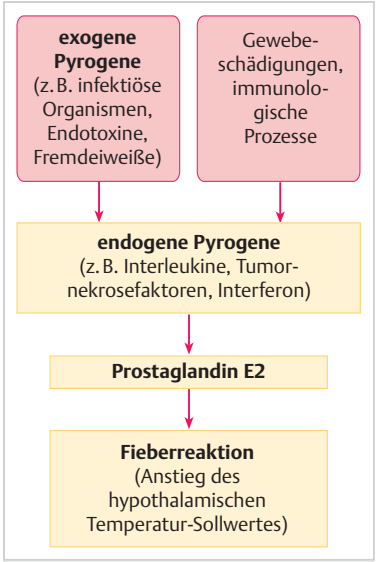


Abb. 16.4 Pathophysiologie der Fieberentstehung. Fieber entsteht sowohl durch exogene als auch durch endogene Pyrogene.

Die Kenntnis der Fieberursache ist entscheidend für die geeignete Behandlung, ggf. muss eine Fokussanierung (z. B. Katheterwechsel oder chirurgische Intervention) durchgeführt oder gezielt Antibiotika verabreicht werden. Man unterscheidet:
- infektiöse Ursachen
- nicht infektiöse Ursachen
- Fieber unbekannter Ursache (FUO)

► **Infektiöse Ursachen.** Infektionen stellen die häufigste Ursache von Fieber dar. Jedoch sind nicht alle Infektionen mit Fieber verbunden, ungefähr 10 % der Patienten mit Sepsis sind hypotherm und 35 % normotherm (Marik 2000).

Bei den infektiösen Ursachen von Fieber handelt es sich um mikrobiell bedingte Entzündungen, hauptsächlich hervorgerufen durch Bakterien, Pilze und Viren. Infektionen können die primäre Erkrankungsursache für einen Intensivpatienten sein, jedoch steigt das Risiko einer zusätzlich im Krankenhaus erworbenen Infektion, d. h. einer nosokomialen Infektion (S. 364), mit der Aufenthaltsdauer auf einer Intensivstation.

Infektiöse Fieberursachen auf der Intensivstation sind insbesondere (Marik 2000):
- beatmungsassoziierte Pneumonie
- Sinusitis
- katheterbezogene Infektion (Venenkatheter, Blasenkatheter usw.)
- gramnegative Sepsis
- pseudomembranöse Colitis (durch Clostridium difficile)
- komplizierte Wundinfektionen

► **Nicht infektiöse Ursachen.** Häufige, nicht infektiöse Fieberursachen, wobei das Fieber meist nicht über 38,9 °C steigt (Marik 2000), sind u. a.:
- Gewebeschädigungen, z. B. durch Operationen, Traumen, Blutungen, Verbrennungen oder Nekrosen (z. B. Herzinfarkt, Dekubitus)
- Pankreatitits, Cholezystitis
- Phlebitis, Thrombophlebitis, Lungenembolie
- ARDS, Aspirationspneumonie, Fettembolie
- Nebenniereninsuffizienz
- Alkohol- und Medikamentenentzug
- antimikrobielle oder chemotherapeutische Medikamente (z. B. Amphotericin B)
- Blutprodukte oder transplantiertes Gewebe (Antigen-Antikörper-Reaktion)
- Flüssigkeitsmangel oder Elektrolytverschiebungen
- neurologische Erkrankungen oder Traumen
- maligne Prozesse

► **Fieber unbekannter Ursache – Fever of unknown origin (FUO).** FUO dauert meist länger als 3 Wochen mit Temperaturen über 38,3 °C. Unterschieden werden folgende Formen:
- klassisches FUO (bei Infektionen, bösartigen Tumoren, rheumatischen Erkrankungen, Kollagenosen oder Vaskulitiden)
- nosokomiales FUO (bei Lungenembolie, Darmentzündung, Medikamenten)
- neutropenisches FUO (bei geschwächtem Immunsystem und niedriger Anzahl von neutrophilen Granulozyten im Blut)
- HIV-assoziiertes FUO

Symptome und Fieberverlauf

Die Symptome des Fiebers richten sich nach dem jeweiligen Stadium des Fieberverlaufs und der Dynamik, mit der das Fieber ansteigt und wieder abfällt. Je mehr der Temperatur-Istwert vom fieberbedingt erhöhten Temperatur-Sollwert abweicht, umso stärker muss der Körper mit thermoregulatorischen Kompensationsmechanismen reagieren. Dies kann zu enormen physischen und psychischen Belastungen des Patienten führen. Nach Holtzclaw (1998) wird das starke Missempfinden nicht durch das Fieber selbst, sondern durch die Zytokine, die das Fieber hervorrufen, verursacht.

Lernaufgabe

Um sich für die Bedürfnisse von Menschen mit hohem Fieber besser zu sensibilisieren, kann es für Sie hilfreich sein, sich an eine Situation zu erinnern, in der Sie selbst hohes Fieber hatten. Das, was Ihnen damals gut getan hat, kann sich u. U. sehr von den Standards in Ihrer Klinik unterscheiden, wie das folgende Fallbeispiel zeigt.

Fallbeispiel

Eine Pflegende, die auf einer Intensivstation arbeitet, berichtet: „Neulich hatte ich einen grippalen Infekt mit Fieber und fürchterlichem Schüttelfrost. Deshalb packte ich mich mit 3 oder 4 Decken warm ein. Selbst als die Temperatur über 39,5 °C anstieg, deckte ich mich mit einer ganz normalen Decke locker zu. Darum kann ich jetzt nachvollziehen, wenn Patienten sogar mit 39 °C Fieber sagen, ‚Nehmen Sie mir die Decke nicht weg, ich friere und möchte zugedeckt bleiben'. Ich fühlte mich sehr elend und wollte einfach nur in Ruhe gelassen werden. Ich hätte es auch nicht zugelassen, wenn man mich gewaschen hätte, so wie wir das normalerweise bei unseren Patienten mit Fieber machen."

Beim Fieberverlauf werden 3 Stadien unterschieden (► Abb. 16.5, ► Tab. 16.4):
- Fieberanstieg (Stadium incrementi)
- Fieberhöhe (Fastigum)
- Fieberabfall (Stadium decrementi)

► **Fieberanstieg.** Mit beginnender Pyrogenwirkung steigt der Sollwert der Kerntemperatur über den Istwert. Der Organismus reagiert darauf mit Kältegefühl, kutaner Vasokonstriktion, erhöhter Stoffwechselaktivität und u. U. auch mit Muskelzittern oder Schüttelfrost.

► **Fieberhöhe.** Die Körperkerntemperatur hat den erhöhten Sollwert erreicht und erhält diesen während einer Plateauphase aufrecht. Die Stoffwechselaktivität bleibt erhöht.

► **Fieberabfall.** Der Temperatur-Sollwert wird gesenkt (z. B. durch Reduzierung der Pyrogene), der Istwert ist jedoch noch zu hoch. Die Wärmeabgabemechanismen werden aktiviert und führen zum Fieberabfall, der langsam über Stunden und Tage (Lysis) oder schnell, innerhalb kurzer Zeit (Krisis) erfolgen kann. Je ausgeprägter die Symptome der Entfieberung (z. B. Hitzegefühl, Vasodilatation, Evaporation) sind, umso größer ist die Gefahr der körperlichen Belastungen durch hohen Energieverbrauch, gesteigerter kardial-respiratorischer Tätigkeit und Flüssigkeitsverlust. Kardiale, respiratorische Dekompensation oder ein Volumenmangelschock können daraus resultieren.

Nach dem Verlauf und den Differenzen zwischen höchstem und niedrigstem Temperaturwert wird zwischen verschiedenen Fieberverlaufstypen unterschieden. In der heutigen intensivmedizinischen Diagnostik spielen diese klassischen Fieberverlaufstypen keine bedeutsame Rolle mehr (Ausnahme: Tropenmedizin). Zu vielfältig sind die Einflüsse, wie medikamentöse Behandlungen (Antibiotika, Antipyretika) oder äußere Einflüsse auf die Temperaturregulation.

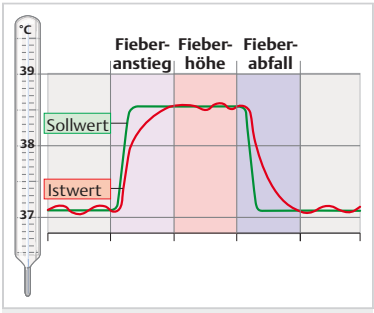


Abb. 16.5 Der Fieberverlauf ist durch 3 Phasen gekennzeichnet. (nach Jessen)

Tab. 16.4 Symptome und Maßnahmen bei Fieber.

Symptome	Pflegemaßnahmen
Fieberanstieg	
• Kältegefühl, Vasokonstriktion, Hautblässe • Muskelanspannung („Gänsehaut") bis Muskelzittern, evtl. Schüttelfrost • Anstieg von Puls, Blutdruck, Atemfrequenz • ausgeprägtes Krankheitsgefühl und Missempfinden • Unruhe	• Wärmeisolierung (zusätzliche Decken, Socken usw.) und Wärmezufuhr (z. B. warme Getränke, Wärmflasche, Heizung) • zusätzliches Einhüllen der Extremitäten mit Frotteetüchern o. ä. • Vitalzeichenkontrolle, Temperaturverlauf und Bewusstseinslage beobachten und einschätzen • evtl. O_2-Gabe, evtl. Antipyretikagabe bei Risikogruppe • Ruhe und Sicherheit vermitteln
Fieberhöhe	
• Wärmegefühl, meist trockene, warme, gerötete Haut • erhöhte Puls- und Atemfrequenz • evtl. Zeichen eines erhöhten Flüssigkeitsbedarfs (Durst, trockene Schleimhäute, geringe und konzentrierte Urinausscheidung) • Appetitlosigkeit, katabole Stoffwechsellage • Krankheitsgefühl (z. B. Kopf-, Glieder- oder Ganzkörperschmerzen) • Unruhe, Erschöpfung • erhöhte/veränderte Sinneswahrnehmungen (Licht, Berührungen, Geräusche), evtl. Fieberdelir, Fieberkrampf	• „Keep the covers on …", Patienten mit Fieber sollten i. d. R. warm gehalten werden (Holtzclaw 1998) • bei starkem Wärmegefühl/überwärmter Haut Wärmeabgabe unterstützen (dabei Patienten nicht völlig aufdecken, auf warme Hände/Füße achten, bei Wunsch/Indikation temperatursenkende Waschungen, Wadenwickel, Eispacks, Stirnlappen), dabei unbedingt Kältegefühl und damit erneuten Temperaturanstieg vermeiden • Gabe von Antipyretika bei Risikogruppen, starkem Krankheitsgefühl, sehr hohem Fieber oder in Kombination mit physikalischen Kühlungsmaßnahmen, um kompensatorisches wärmeproduzierendes Kältezittern zu vermeiden • Vitalzeichen kontrollieren, Temperaturverlauf und Bewusstseinslage beobachten und einschätzen • evtl. bakteriologische Untersuchungen vorbereiten • auf ausreichende Flüssigkeitszufuhr achten • bei länger andauerndem Fieber auf kohlenhydrat- und eiweißreiche Ernährung achten (enteral/parenteral) • Sicherheit geben, Umgebung angenehm gestalten, für Ruhe und gedämpftes Licht sorgen • Prophylaxen durchführen
Fieberabfall	
• Hitzegefühl, Vasodilatation, gesteigerte Hautdurchblutung • Schwitzen • evtl. Zeichen eines Volumenmangels • Pulsanstieg und Kaltschweißigkeit bei Krisis • Erschöpfung, Müdigkeit und Schwächegefühl	• weiterhin Wärmeabgabe unterstützen (s. o.) • Vitalzeichen kontrollieren, Temperaturverlauf (Lysis/Krisis) und Bewusstseinslage beobachten und einschätzen • nach starkem Schwitzen Wäsche wechseln • Flüssigkeit und Elektrolyte zuführen, leicht verdauliche Kost anbieten • für störungsfreie Ruhephase sorgen, pflegerische Maßnahmen auf Notwendiges reduzieren • Prophylaxen durchführen

Bedeutsamer für die Differenzialdiagnostik sind:
- Zeitpunkt des Fiebers im Krankheitsverlauf
- Höhe und Dauer sowie Reaktionsweisen auf therapeutische Interventionen
- Relation von Fieber und Herzfrequenz

Auswirkungen

► **Positive Auswirkungen.** Zunehmend werden die positiven Effekte von Fieber auf das Immunsystem und die hemmende Wirkung auf die Vermehrung bzw. die Zerstörung vieler Erregerarten beachtet (Silbernagl u. Lang 2013). Fieber erscheint als eine adaptierte Reaktion des Organismus, um pathogene Keime zu bekämpfen:
- Verschiedene immunologische Reaktionen werden verbessert (z. B. Antikörperreaktion, Aktivierung von T-Zellen oder Produktion von Zytokinen).
- Pathogene Keime (z. B. Streptococcus pneumonia) werden durch Fieber gehemmt.
- Plasmakonzentrationen der für die Bakterienvermehrung essenziellen Metalle (z. B. Eisen, Zink und Kupfer) sinken.

► **Negative Auswirkungen.** Allerdings kann Fieber auch mit potenziellen physischen Gefahren und erheblicher Einschränkung des Wohlbefindens verbunden sein:
- Stoffwechsel, Energieverbrauch, Kalorien- und Flüssigkeitsbedarf nehmen zu.
- Sauerstoffbedarf und -verbrauch erhöhen sich pro 1 °C Körpertemperaturerhöhung um 10 % (Manthous et al. 1995), während einer Schüttelfrostphase sogar um 400 % (Guyton 1991).
- Atemfrequenz, CO_2-Produktionsrate, Herzfrequenz (Zunahme um mind. 8–12 Schläge pro 1 °C Körpertemperaturanstieg) und Herzzeitvolumen (Cardiac Index) steigen.
- Bei anhaltendem Fieber über 40,5 °C kann das thermoregulatorische Zentrum geschädigt werden, Folge ist eine Hyperthermie (Holtzclaw 1992).
- Bei Erkrankungen mit länger andauerndem Fieber über 40,5 °C muss mit lebensbedrohlichen Auswirkungen gerechnet werden.

Merke

Bei kontrolliert-beatmeten Patienten (S. 209) ist die fieberbedingte Erhöhung des O_2-Bedarfs und der CO_2-Produktionsrate durch Anpassung der Beatmungsparameter zu berücksichtigen.

Fieberbedingte Begleiterscheinungen

Zu den fieberbedingten Begleiterscheinungen gehören:
- Fieberdelir
- Veränderungen des mentalen Zustandes
- Fieberkrämpfe
- Schüttelfrost (Shivering)

► **Fieberdelir.** Bei sehr hohem und anhaltendem Fieber kann ein Fieberdelir entstehen. Das Bewusstsein ist getrübt, der Patient ist ängstlich-erregt und motorisch unruhig, Sinnestäuschungen treten auf.

► **Veränderungen des mentalen Zustandes.** Bei Patienten mit organischen Hirnerkrankungen können vorübergehende Veränderungen des mentalen Zustandes vorkommen (Dinarello u. Porat 2009). Aber auch sehr junge und sehr alte Patienten können davon betroffen sein.

► **Fieberkrämpfe.** Bei Kindern scheinen manchmal Fieberkrämpfe aufzutreten, deren Ursachen bisher nicht geklärt sind. Deshalb wird empfohlen, bei Kindern mit anamnestischen febrilen und afebrilen Krämpfen das Fieber wirkungsvoll zu reduzieren (Dinarello u. Porat 2009).

► **Schüttelfrost (Shivering).** Als Schüttelfrost oder Shivering (S. 714) wird starkes Zittern, d. h. unwillkürliche und rhythmische Kontraktionen der Muskulatur, bezeichnet. Die Schwere des Shiverings wird nach klinischen Merkmalen in Grade von 0 (kein Shivering) bis 4 (starke Muskelaktivität, den ganzen Körper betreffend) eingeteilt. Shivering wird verursacht durch die Differenz zwischen Temperatur-Istwert und erhöhtem Temperatur-Sollwert (insbesondere in der Fieberanstiegsphase). Das postoperative Shivering kann möglicherweise neben perioperativen Wärmeverlusten auch durch Inhalationsnarkotika und Medikamente mitverursacht werden (Ophoff 2003). Zur Prävention und Behandlung wird neben der Wärmezufuhr häufig auch eine medikamentöse Therapie mit Pethidin oder Clonidin gewählt.

Gefährdete Personengruppen

Fieber kann ein zusätzliches gesundheitliches Risiko darstellen, z. B. bei

- Störungen/Einschränkungen der Wärmeregulation/Wärmeabgabe (z. B. Neugeborene, alte Menschen, Patienten mit Querschnittlähmungen oder Verbrennungen),
- akuter Hirnschädigung,
- metabolischen, respiratorischen und kardialen Erkrankungen,
- transdermaler Applikation von Opioiden, z. B. Fentanyl-TTS (durch die erhöhte Hauttemperatur kann die Opioidaufnahme erheblich ansteigen),
- Schwangerschaft (durch Fieber bedingte Anomalien beim ungeborenen Kind oder ein drohender Abort können nicht ausgeschlossen werden).

16.4 Pflegemaßnahmen auswählen und anwenden

16.4.1 Allgemeine Maßnahmen zur Regulierung der Körpertemperatur

Zur Unterstützung eines ausgeglichenen Wärmehaushaltes und zur Förderung des individuellen Wärmebedürfnisses werden folgende Empfehlungen bei der pflegerischen Versorgung des kritisch kranken Patienten gegeben.

► **Umgebungstemperatur.** Für eine angepasste Umgebungstemperatur ist zu sorgen (Räumlichkeiten, Bettzeug und Bekleidung).

► **Warme Atmosphäre.** Auch im übertragenen Sinne ist eine „warme" und entspannende Atmosphäre für den Patienten zu gestalten, d. h. die Privatsphäre ist zu beachten und das Zimmer sollte soweit möglich für den Patienten angenehm gestaltet werden. Auch die Einbeziehung der Angehörigen in die Pflege kann dem Patienten Vertrautheit und innere Wärme vermitteln (► Abb. 16.6).

► **Empathie.** Die Begegnung mit dem Patienten sollte aufmerksam und zugewandt gestaltet werden. Als Mensch wahrgenommen zu werden und zu erleben, dass zu seiner Unterstützung und Erleichterung Maßnahmen ergriffen werden, kann beim Patienten Stress-Symptome mindern und zu einem Gefühl von innerer Wärme, Entspannung und Wohlbefinden beitragen.

Abb. 16.6 Eine angemessene Raumtemperatur, eine zusätzliche Decke und eine warme, empathische Atmosphäre mindern Stress und fördern die innere Wärme.

► **Wärmeschutz und Wärmebedürfnis.** Bei medizinischen und pflegerischen Maßnahmen sind diese Bedürfnisse ausreichend zu beachten.

► **Flüssigkeitszufuhr und Ernährung.** Für ausreichende Flüssigkeitszufuhr und Ernährung ist zu sorgen (enteral/parenteral). Durch Dehydration oder Flüssigkeitsverluste (z. B. Schwitzen, Erbrechen, Durchfall) ist die Wärmeabgabe per Evaporation eingeschränkt. Bei der Nahrungsverwertung entsteht Energie und Wärme. Zusätzlich kann durch erwärmte Nahrungsmittel Wärme zugeführt werden.

► **Muskeltätigkeit.** Körperbewegungen des Patienten sind soweit wie möglich zu fördern. Aktive Muskeltätigkeit regt die Wärmebildung an.

► **Kühlende Anwendungen.** Dazu gehören z. B. Quarkauflage, Eispacks, Eisblase (S. 402). Sie können lokal zu einem verminderten Gewebestoffwechsel, Vasokonstriktion, Schmerzlinderung, Entzündungshemmung und Abschwellung führen (nur bei gut durchbluteter, warmer Haut anwenden).

► **Wärmeanwendungen.** Dies sind z. B. warme/heiße Wickel oder Auflagen, Wärmflasche, Warmpacks, Fußbäder. Exemplarisch wird als Wärmeanwendung ein warmes Fußbad vorgestellt (► Abb. 16.7).

► **Rhythmische Einreibungen und ASE.** Viele Patienten beschreiben im Anschluss an rhythmische Einreibungen (nach Wegman u. Hauschka) oder nach der atemstimulierenden Einreibung ASE (S. 186) ein Gefühl der Durchwärmung und Entspannung sowie eine verbesserte Körperwahrnehmung. Hinweise auf weiterführende Literatur finden Sie im Leseservice (S. 403).

16.4.2 Maßnahmen bei Hypothermie

Die Wiedererwärmung von Patienten richtet sich nach dem jeweiligen Stadium der Hypothermie (► Tab. 16.2). Patienten im Stadium II und III befinden sich in einem lebensbedrohlichen Zustand. Die Wiedererwärmung muss sehr langsam erfolgen, 0,5 °C bis max. 1 °C/h (Bandemer et al. 2008), weil es sonst zu schweren Komplikationen kommen kann (z. B. Herz-

Wärmendes Fußbad

Grundsätzlich gilt: Wärmeanwendungen bewirken eine lokale Hyperämie und eien Vasodilatation, sie erhöhen den Gewebestoffwechsel und die kapillare Permeabilität, sie vermindern den Muskeltonus und lindern ggf. Schmerzen. Darüber hinaus können Wärmeanwendungen allgemeine Entspannungsreaktionen bewirken, d.h. die Muskelspannung, der Blutdruck sowie die Herz- und Atemfrequenz sinken

Indikationen:

- Kalte Füße oder allgemeines Kältegefühl
- Schlafstörungen, Unruhe
- Infekte der ableitenden Harnwege
- Kopfschmerzen
- chronische Lungenerkrankungen

Kontraindikationen:

- instabile Kreislaufverhältnisse
- starke Varikosis

Wirkung

- lokal: durchblutungsfördernd
- schlaffördernd
- beruhigend
- Becken- und Bauchorgane werden reflektorisch entspannt

Material

- bei Mobilisation an Bettkante: möglichst Fußbadewanne, damit die Waden mit eintauchen können
- bei Fußbad im Bett: große Waschschüssel
- 36–38°C warmes Wasser
- evtl. entspannungsfördernde Zusätze, wie z. B. Lavendelbademilch

Durchführung

- Fußbadewanne/Waschschüssel mit warmem Wasser füllen
- Füße ca. 5–10 min darin baden
- Beine und Füße abtrocknen, warm zudecken
- ca. 30 min ungestörte Nachruhe ermöglichen

Abb. 16.7 Fußbad. Das wärmende Fußbad soll die allgemeine Entspannung fördern.

Tab. 16.5 Temperatursenkende physikalische Anwendungen.

Indikationen und Kontraindikationen	Wirkung	Material	Durchführung
temperatursenkende Waschung			
Indikationen: • Fieber • Hyperthermie Kontraindikationen: • Fieberanstiegsphase • Kältegefühl • Zentralisation • kühle Haut	• Wärmeableitung (Konduktion) • Verdunstung (Evaporation) • Frischegefühl, das durch Zusätze wie Pfefferminztee oder Zitrone verstärkt wird	• Waschschüssel mit ca. 4 l Wasser (Temperatur richtet sich nach dem Zustand und dem Wärmebedürfnis des Kranken sowie nach dem therapeutischen Ziel) • 2 Waschhandschuhe, Handtuch • evtl. Pfefferminztee (6 TL) oder ungespritzte Zitrone (Saft und ätherische Öle der Schale) als erfrischenden Zusatz	• Patient zügig mit beiden Waschhandschuhen abwaschen, Intimbereich aussparen • nur dort, wo Haut auf Haut liegt, abtrocknen • Patient leicht zudecken, er darf nicht frösteln
Wadenwickel			
Indikationen: • Fieber • Hyperthermie Kontraindikationen: • Fieberanstiegsphase • Kältegefühl • Zentralisation des Kreislaufs • kühle Beine/Füße • akute Entzündungen im Blasen/-Nierenbereich • Durchblutungsstörungen der Beine	• Wärmeableitung (Konduktion) • Verdunstung (Evaporation) • ist der Wickel deutlich kälter als die aktuelle Körper- bzw. Behaglichkeitstemperatur, kann es zu Vasokonstriktion und damit zu geringerer Wärmeabgabe über die Haut kommen • Reaktionsfähigkeit ist individuell und von vielen Faktoren abhängig (z. B. Erkrankung, Alter, Gefäßzustand, Kreislaufsituation)	• Schüssel mit ca. 30–38 °C warmem Wasser (soll die Temperatur schneller gesenkt werden, kann die Wassertemperatur auch niedriger gewählt werden, dann allerdings Gefahr der Zentralisation bzw. bei Fieber des erneuten Temperaturanstiegs mit Kältezittern) • 2 Baumwolltücher (z. B. Geschirrtücher oder Mullwindeln) • Nässeschutz • Badetuch • Wasserthermometer • mögliche Zusätze	• Nässeschutz und Badehandtuch unter die Beine legen • Baumwolltücher ins Wasser tauchen, auswringen und zirkulär um Waden zwischen Knie und Knöchel anlegen • soll Wärmeabgabe über Wärmeleitung *und* Verdunstung erfolgen, dürfen die nassen Tücher *nicht* abgedeckt werden • ist nur eine vorsichtige Wärmeabgabe über Wärmeleitung erwünscht, können die nassen Tücher mit trockenen Handtüchern bedeckt werden • nach ca. 10–15 min Wickel entfernen • u. U. Maßnahme wiederholen (Voraussetzung: Beine/Füße sind weiterhin gut durchwärmt) • alternativ sind bei Kindern oder unruhigen Patienten in Wickellösung getauchte Knieströmpfe aus Baumwolle zu empfehlen • evtl. Füße warm einhüllen, um Neigung zu Vasokonstriktion zu reduzieren

Kreislauf-Versagen, Azidose). Die Maßnahmen zur Erwärmung werden unterschieden in:
- passive externe Erwärmung
- aktive externe Erwärmung
- aktive zentrale Erwärmung

Passive externe Erwärmung

Bei Temperaturen zwischen 35 °C und 32 °C (Stadium I) wird der Patient vor einem weiteren Wärmeverlust durch warme Umgebungstemperaturen und Wärmeisolierung (Decken, Folien) geschützt. Ziel ist ein allmählicher Temperaturanstieg durch körpereigene Wärmebildung. Dieser liegt bei der passiven externen Erwärmung bei 0,4 °C/h (Gries 2001).

Aktive externe Erwärmung

Bei Temperaturen unter 32 °C (Stadium II) wird Wärme durch warme Infusionen, Wärmematten, Heizdecken und Warmluftgebläse zugeführt.

► **Komplikationen.** Wird die Körperschale zu schnell erwärmt, kann daraus u. U. ein Wiedererwärmungsschock resultieren (durch periphere Vasodilatation, Senkung des peripheren Gefäßwiderstandes und Hypotonie). Außerdem besteht die Gefahr, dass durch den Einstrom von kaltem Blut aus der Körperschale der Körperkern noch mehr gekühlt wird (After-Drop) und durch den Anfall saurer Stoffwechselmetabolite eine Laktatazidose verstärkt wird.

Aktive zentrale Erwärmung

Bei Temperaturen < 28 °C (Stadium III) muss eine aktive zentrale Wiedererwärmung per Hämodialyse, Hämofiltration oder Peritonealdialyse erwägt werden. Bei extremer Hypothermie ist der Einsatz der Herz-Lungen-Maschine indiziert (Gries 2001). Eine Wiedererwärmung kann auch durch die extrakorporale Membranoxygenierung, ECMO (S. 469), erfolgen (Bandemer et al. 2008).

Bei der Bergung/Lagerung von unterkühlten Personen müssen Eigenbewegungen des Patienten ebenso wie starke Bewegung der Extremitäten vermieden werden, um den Rückfluss von großen Mengen kalten Blutes aus der Körperschale zum Körperkern zu verhindern. Dies könnte sonst einen Kreislaufstillstand (Bergungstod) hervorrufen.

► **Reanimation von hypothermen Personen.** Hierbei ist Folgendes zu beachten (Gries 2001):
- Der Erfolg einer Defibrillation bei Körpertemperaturen unter 28 °C ist fraglich, wenn diese nach max. 3 Defibrillationen wirkungslos bleibt.
- Eine erneute Defibrillation sollte erst nach einer Erwärmung auf über 29 °C durchgeführt werden.
- Alle anderen Reanimationsmaßnahmen konsequent bis zur Wiedererwärmung des Patienten durchführen.

16.4.3 Präventive und wärmeerhaltende Maßnahmen

Eine Hypothermie kann prä-, intra- oder postoperativ oder auch während intensivmedizinischer/intensivpflegerischer Betreuung und Maßnahmen entstehen. Deshalb sollen Patienten frühzeitig vor Wärmeverlusten durch wärmeisolierende/bewahrende Maßnahmen (passiv extern) geschützt werden. Reichen diese Interventionen nicht aus, sind zusätzlich wärmezuführende Maßnahmen (aktiv extern) erforderlich. Die wärmeisolierenden und wärmezuführenden Maßnahmen, die zur Verfügung stehenden Hilfsmittel sowie das perioperative Wärmemanagement sind in Kap. 38 (S. 712) ausführlich dargestellt.

16.4.4 Maßnahmen bei Patienten mit Fieber

Die pflegerische Unterstützung orientiert sich weniger an einem fixen Temperaturmesswert, sondern am Befinden des Patienten, den fieberbedingten Einschränkungen sowie an den potenziellen gesundheitlichen Gefahren durch das Fieber. Diese sind auch abhängig vom jeweiligen Fieberstadium (► Abb. 16.5). Die Maßnahmen sollen
- fieberbedingte Beschwerden des Patienten lindern,
- das Wohlbefinden des Patienten fördern,
- eine potenziell schädigende Temperatur reduzieren,
- einen komplikationsarmen Krankheitsverlauf unterstützen.

Spezielle pflegerische Hinweise

In Ergänzung zu den Maßnahmen in ► Tab. 16.4 sind folgende Erläuterungen von Belang:

► **Füße und Hände erwärmen.** Bei Maßnahmen zur Unterstützung der Wärmeabgabe ist auf warme Füße und Hände zu achten, denn eine periphere Vasokonstriktion würde einer effektiven Wärmeabgabe entgegenstehen.

Hände und Füße weisen eine hohe Dichte an Thermorezeptoren auf. Werden sie durch Frottee- oder Moltontücher eingehüllt und gewärmt, reduziert sich der Temperaturgradient zwischen Körperschale und Sollwert und mindert so die Wahrscheinlichkeit des Auftretens bzw. die Stärke von kompensatorischem, wärmeproduzierendem Kältezittern (Holtzclaw 1992, Holtzclaw 1998, Sund-Levander u. Wahren 2000).

► **Zentralisation aufheben.** Wird die Wärmeabgabe durch Zentralisation behindert, kann diese, sofern keine hämodynamischen Kontraindikationen bestehen, durch vorsichtige periphere wärmeisolierende oder wärmezuführende Maßnahmen beeinflusst werden.

► **Flüssigkeit und Elektrolyte ersetzen.** Da über Evaporation erhebliche Mengen an Flüssigkeit und Elektrolyten verloren gehen können, müssen diese ausreichend ersetzt werden. Der Flüssigkeitsbedarf ist individuell verschieden. Als Orientierung dient die Beobachtung von Schweißproduktion, Haut- und Schleimhautfeuchtigkeit, Hautturgor, Durstgefühl, Flüssigkeitsbilanz, Vitalzeichen, ZVD, spezifisches Uringewicht, Hämatokrit und u. U. auch das Wiegen des Patienten bzw. der verschwitzten Wäsche.

► **Ernährungsbedarf berücksichtigen.** Bei länger andauerndem Fieber besteht ein hoher Ernährungsbedarf, bedingt durch die katabole Stoffwechsellage. Dieser muss bei der enteralen/parenteralen Ernährung berücksichtigt werden.

► **Prophylaxen beachten.** Aufgrund des geschwächten Allgemeinzustandes müssen die obligatorischen Prophylaxen zur Verhinderung von Dekubitus, Thrombose, Soor- und Parotitis, Obstipation und Pneumonie besondere Beachtung finden.

Physikalische Anwendungen

Zur Fiebersenkung kommen physikalische und pharmakologische Interventionen zum Einsatz, sowohl alternativ als auch kumulativ. Die physikalischen Anwendungen sind ein Schwerpunkt pflegerischen Handelns. Im Laufe der Zeit sind immer mehr Möglichkeiten entwickelt, aber auch wieder entdeckt worden.

Temperatursenkende Waschungen und Wickel

Die temperatursenkende Waschung und die Wadenwickel werden ausführlich in ► Tab. 16.5 beschrieben.

► **Wassertemperatur.** Statt der früher üblichen sehr kalten Wasch- oder Wickellösungen, deren Kühlungseffekte durch den Zusatz von Eis und Alkohol verstärkt

wurden, werden heute eher lau- bis körperwarme Wassertemperaturen gewählt. Dieses Vorgehen reicht häufig aus, um das Fieber zu senken.

► **Wasserzusätze.** Bei Waschungen oder Wickeln werden oft Wasserzusätze wie Pfefferminze oder Zitrone verwendet. Deren Inhaltsstoffe dienen dazu, dem Patienten ein angenehmes Frischegefühl zu verschaffen. Ob durch diese Substanzen zusätzliche Kühlungseffekte entstehen, ist nach derzeitigem Kenntnisstand nicht gesichert.

Eispacks und Kühlsysteme

► **Eispacks.** Diese sind zur Temperatursenkung effektiv, wenn sie bevorzugt in Achselhöhlen oder Leistenbeugen gelegt werden, da hier große Blutgefäße relativ oberflächlich verlaufen. Außerdem verursachen sie an diesen Körperstellen wegen der geringen Dichte an Thermorezeptoren seltener wärmekompensatorisches Kältezittern. Um Kälteschäden zu vermeiden, werden Eispacks mit einem Baumwollstoff überzogen.

► **Kühlsysteme zur therapeutischen Hypothermie.** Wie bereits erwähnt wurde, wird zunehmend der Einsatz einer zeitlich limitierten therapeutischen Hypothermie diskutiert (Osterwalder u. von Ow 2008) und in einigen Zentren bereits durchgeführt (z. B. bei unkontrolliertem, gefährlichem Anstieg der Körpertemperatur, bei Patienten mit akuter Hirnschädigung, globaler Ischämie oder nach Reanimationen bei wiederhergestelltem spontanem Kreislauf). Um diese durchzuführen, werden unterschiedliche Systeme angeboten. Für alle Systeme gilt:

- Die Indikation ist sehr streng zu stellen.
- Es besteht die Gefahr von Kälte- und Lagerungsschäden.
- Die Temperatursenkung ist eine enorme physische und psychische Belastung für den Patienten, deshalb ist i. d. R. eine Analgosedierung notwendig.
- Häufig wird in Kombination das Medikament Thiopental verabreicht, um den Hirnstoffwechsel auch medikamentös zu senken.
- Die kontrollierte Wiedererwärmung stellt ein großes Anwendungsproblem dar.

► **Kühlmatte.** Der Patient kann sowohl auf als auch unter der Matte liegen. Der Wärmeaustausch erfolgt mittels Konduktion.

► **Kühlende Thermodecke.** Hierbei handelt es sich um eine Thermodecke, die mit einer externen Kühleinheit, die auf eine Temperatur zwischen 30 °C und 40 °C eingestellt werden kann, verbunden ist. Die Thermodecke besteht aus einem leichten Gewebe, in das der Patient eingewickelt wird. Zahlreiche Klettverschlüsse ermöglichen eine individuelle Körperanpassung. Die Kühlung erfolgt durch kleine Kanäle, die von entsprechend temperiertem Wasser gefüllt sind. Um eine optimale Kühlung zu erreichen, erfolgt ein automatischer Abgleich zwischen angestrebter Kühltemperatur und kontinuierlichen simultanen Messungen von Körperkern- und Körperschalentemperatur (z. B. CritiCool TM-System von Fa. MTRE).

► **Kühlhelm.** Dieser bewirkt einen systemischen Kühleffekt über die gut durchblutete Kopfhaut (Einsatz bei Patienten mit ischämischen oder traumatischen Hirnschäden).

► **Endovaskuläre Kühlung durch Kühlkatheter.** Bei diesem invasiven Verfahren wird eine endovaskuläre Kühlung mittels eines speziellen Katheters, der mit einem extern elektronisch arbeitenden Kühlsystem verbunden ist, durchgeführt. Bei diesem Verfahren handelt es sich um ein geschlossenes System, d. h. die Kühlung erfolgt ohne extrakorporalen Kreislauf und ohne Infusionszufuhr. Der Katheter besitzt einen Temperatursensor und wird in das zentrale Venensystem eingeführt. Das Patientenblut wird je nach Temperatureinstellung gekühlt oder erwärmt, indem es um den Katheter zirkuliert (z. B. Celsius Control TM System von Fa. Innercool oder CoolGuard 3 000 Thermal Regulation System von Fa. Alsius). Dieses Verfahren ermöglicht eine gute Temperaturkontrolle, die Zieltemperatur wird schneller erreicht und konstanter gehalten im Vergleich zu externen Kühlungsmethoden.

Fiebersenkende Medikamente

Indikationen

Bei Risikopatienten und Patienten mit deutlich fieberbedingten Beschwerden oder einem nicht tolerablen hypermetabolischem Zustand können Antipyretika eingesetzt werden. Allerdings entfällt dann die febrile Reaktion als immunologischer Abwehrmechanismus, sodass Fieber als wichtiges Symptom zur Beobachtung des Krankheitsverlaufes nicht mehr erkannt und beurteilt werden kann. Auftreten und Verlauf von Fieber ist oft (insbesondere bei immunsupprimierten Patienten) das einzig zuverlässige Zeichen einer Infektion oder einer Reaktion auf eine antimikrobielle Behandlung. Fieber sollte nicht routinemäßig mit Antipyretika behandelt werden. Nutzen und Risiken einer antipyretischen Behandlung sind je nach individueller Situation des Patienten abzuwägen (Marik 2000, Silbernagl u. Lang 2013).

Wirkstoffe, Wirkungsweisen und Nebenwirkungen

Antipyretika unterbrechen die pathophysiologischen Vorgänge, die zur Sollwertverstellung im Hypothalamus führen. Sie wirken daher fiebersenkend. Gleichzeitig besitzen sie analgetische Eigenschaften. Mögliche Nebenwirkungen sind:

- rapider Temperaturabfall, verbunden mit starkem Schwitzen, Volumenverlust, Blutdruckabfall (Metamizol),
- Beeinflussung der Thrombozytenfunktion, gastrointestinale Blutungen, Gefahr des Reye-Syndroms bei Allergikern sowie Kindern und Jugendlichen (Acetylsalizylsäure),
- Überempfindlichkeitsreaktionen sowie Schädigung der Zellbildung im Knochenmark (Agranulozytose) bei Metamizol,
- Übelkeit, Hautrötung und -ausschlag, Blutdruckabfall als Zeichen einer Überempfindlichkeit bei Paracetamol,
- Beeinträchtigung der Nieren- und Leberfunktion.

Kombination von physikalischen und pharmakologischen Maßnahmen

Umstritten ist, ob generell physikalische Kühlungsmaßnahmen während der Fieberplateauphase mit Antipyretika zu kombinieren seien. Holtzclaw (1992) und Sund-Levander et al. (1998) argumentieren, dass die alleinige äußere Kühlung sinnlos sei, da das Thermoregulationszentrum mit kompensatorischem Kältezittern darauf reagiere, um den erhöhten Temperatur-Sollwert wieder zu erreichen.

Pflegende berichten jedoch von effektiven physikalischen Maßnahmen zur Fiebersenkung, z. B. mit körperwarmen Waschungen, ohne dass Kältezittern ausgelöst wurde. Möglicherweise steht das Einsetzen von Kältezittern in Abhängigkeit von der Temperaturdifferenz zwischen Körper und Interventionsmittel. Um befriedigende Antworten geben zu können, bedarf es noch gründlicher wissenschaftlicher Untersuchungen. Zum jetzigen Zeitpunkt kann nur darauf hingewiesen werden, dass es unterschiedliche Thesen und Erfahrungswerte gibt. Im Einzelfall muss im interdisziplinären Aushandlungsprozess die für den Patienten geeignete Vorgehensweise gesucht werden.

16.5 Leseservice

16.5.1 Literatur

Bandemer G et al. Wiedererwärmung von Schwerstunterkühlten in der Klinik. Notfall Rettungsmed 2008; 11: 469

Deakin CD et al. Erweiterte Reanimationsmaßnahmen für Erwachsene („advanced life support"). Sektion 4 der Leitlinien zur Reanimation 2010 des European Resuscitation Council. Notfall Rettungsmed 2010; 13: 559

Dinarello CA, Porat R, (deutsche Ausgabe Dennhardt R). Fieber und Hyperthermie. In: Dietel M, Suttorp N, Zeitz M, Hrsg. Harrisons Innere Medizin. Bd. 1, 17. Aufl. Berlin: ABW Wissenschaftsverlag; 2009

Gekle M, Singer D. Temperaturregulation und Wärmehaushalt. In: Klinke R et al., Hrsg. Physiologie. 6. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2010

Gries A. Notfallmanagement bei Beinahe-Ertrinken und akzidenteller Hypothermie. Der Anaesthesist 2001; 11: 887

Guyton AC. Body temperature, temperature regulation and fever. In: Textbook of Medical Physiology, 8th ed. Philadelphia: W. B. Saunders; 1991

Herzog S, Jochum S, Nies C, Sitzmann F. ATL Körpertemperatur regulieren. In: Schewior-Popp S, Sitzmann F, Ullrich L, Hrsg. Thiemes Pflege. 12. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2012

Herzog S. 37 °C. Zwischen Unterkühlung und Wärmestau. CNE.fortbildung 2013; 3: 2

Holtzclaw BJ. Effects of extremity wraps to control drug-induced shivering. A pilot study. Nursing Research 1990; 5: 280

Holtzclaw BJ. New Trends in Thermometry for the Patients in the ICU. Critical Care Nursing Quarterly 1998; 21 (3): 12

Holtzclaw BJ. The febrile Response in Critical Care: State of the Science. Heart & Lung 1992; 2 (4): 482–501

Holtzclaw BJ. Nurse researcher advises – keep the covers on. Patients with fevers should stay warm. Im Internet: www.uthscsa.edu/; Stand: 01.06.2014

Jessen C. Temperaturregulation und Wärmehaushalt. In: Klinke R, Silbernagl S, Hrsg. Lehrbuch der Physiologie. Stuttgart: Thieme; 1994

Lebiedz P, Oberfeld J, Waltenberger, J Therapeutische Hypothermie in der Intensivmedizin. Intensivmedizin up2date 2012; 8: 157

Manthous CA et al. Effect of cooling on oxygen consumption in febrile critically ill patients. American Journal of Critical Care 1995; 151: 10

Marik PE. Fever in the ICU. Chest 2000; 3: 855

Ophoff A. Klinische Untersuchung zur Inzidenz von postoperativem Shivering und ring und nach Remifentanilgabe. Im Internet: http://tumb1.biblio.tu-muenchen.de/publ/diss/me/2003/ophoff.pdf; Stand: 31.3.2013

Osterwalder JJ, von Ow D. Milde therapeutische Hypothermie beim Erwachsenen. Für welche Patienten ist sie sinnvoll? (2008). Im Internet: http://www.rosenfluh.ch/images/stories/publikationen/tmj/2008–06/11_Hypothermie_6.08.pdf; Stand: 01.06.2014

Silbernagl S, Despopoulos A. Taschenatlas der Physiologie. 8. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2012

Silbernagl S, Lang F. Taschenatlas der Pathophysiologie. 4. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2013

Simon E. Wärmehaushalt und Temperaturregelung. In: Schmidt RF, Thews G, Hrsg. Physiologie des Menschen. 26. Aufl. Berlin: Springer; 1995

Sund-Levander M et al. Nursing care in fever: Assessment and implementation. Värd I Norden 1998; 2: 22

Sund-Levander M, Wahren LK. Assessment and prevention of shivering in patients with severe cerebral injury. A pilot study. Journal of Clinical Nursing 2000; 9: 55

Sund-Levander M, Grodzinsky E. Time for a change to assess and evaluate body temperature in clinical practice. International Journal of Nursing Practice 2009; 15: 241

Sund-Levander M. Genauigkeit beim Fiebermessen. Was ist normale Körpertemperatur. CNE.fortbildung 2013; 3:8

Sund-Levander M. Hitze- und Kälteempfindlichkeit. Körpertemperatur beim älteren Menschen. CNE.fortbildung 2013; 3:12

16.5.2 Weiterführende Literatur

Abt-Zegelin A, Hrsg. Fokus Intensivpflege. Pflegewissenschaftliche Erkenntnisse zu Critical Care Nursing. Hannover: Schlütersche; 2004

Bachmann RM, Resch K. Naturheilverfahren für die Praxis. 2. Aufl. Stuttgart: Hippokrates; 2003

Fingado M. Rhythmische Einreibungen. Handbuch aus der Ita Wegmann Klinik. Dornbach: Natura; 2012

Henker R, Carlson KK. Fever. Applying Research to Bedside Practice. AACN Advanced Critical Care 2007; 18 (1): 76

Layer M, Hrsg. Praxishandbuch Rhythmische Einreibungen nach Wegman/Hauschka. Bern: Hans Huber; 2014

Lewith G et al., Hrsg. Clinical Research in Complementary Therapies. Principles, Problems and Solutions. Edinburgh: Churchill Livingstone; 2002

Nydahl P, Bartoszek G. Basale Stimulation in der Pflege. Neue Wege in der Intensivpflege, 6. Aufl. München: Elsevier; 2012

Schäfer M, Kunitz O. Postoperatives Shivering. Anaesthesist 2002; 9: 768

Sonn A, Baumgärtner U, Merk B. Wickel und Auflagen. 4. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2014

Thömke F. Beurteilung der Prognose nach kardiopulmonaler Reanimation und therapeutischer Hypothermie. Deutsches Ärzteblatt 2013; 9: 137

Kapitel 17

Rehabilitation

17.1 Rehabilitation – ein fachübergreifender Prozess *406*

17.2 Phasen der Rehabilitation *407*

17.3 Behandlungs- und Bewegungskonzepte in der Pflege *409*

17.4 Integration der Angehörigen *410*

17.5 Leseservice *412*

17 Rehabilitation

Michaela Friedhoff

17.1 Rehabilitation – ein fachübergreifender Prozess

Bedingt durch die enormen Fortschritte in der Diagnostik und Therapie hat sich in den letzten Jahrzenten auch die Rehabilitation stark verändert. In den 70er Jahren wurde noch das Kurwesen betrieben, das als Rehabilitation bezeichnet wurde, um im Berufsleben gestressten Menschen eine Pause mit wohltuenden und fitnesserhaltenden Maßnahmen anzubieten. Medizinisch schwerer erkrankte Menschen verweilten über einen langen Zeitraum in Akutkrankenhäusern, bis sie evtl. in Langzeiteinrichtungen wie etwa Pflegeheime verlegt wurden oder verstarben.

Inzwischen haben die deutliche Verbesserung der medizinischen Versorgung und die wachsenden Überlebensraten auch das Rehabilitationswesen wesentlich verändert. Ziel heute ist es, Berufstätigen nach einer Erkrankung die Wiedereingliederung zu ermöglichen bzw. die Berufsfähigkeit möglichst lange zu erhalten. Älteren, schwer oder chronisch kranken Menschen soll hingegen die bestmögliche Wiederherstellung ihrer Alltagsaktivitäten und die Partizipation (Teilhabe) am Leben ermöglicht werden. Rehabilitation ist damit zu einem wesentlichen Baustein der medizinischen Versorgung geworden. Seit 2007 besteht auch juristisch das Recht auf Rehabilitation (Pflichtleistung der Krankenkasse SGB V).

Zudem haben die Erfahrungen der letzten Jahre gezeigt, dass der frühestmögliche Beginn aktivierender und damit rehabilitativer Maßnahmen im interdisziplinären Team mitentscheidend ist, möglichst gute Ergebnisse bzw. Erfolge für den Patienten hinsichtlich seiner Alltagsfähigkeiten zu erreichen. Damit gewinnt die Frührehabilitation auf Intensivstationen einen ganz neuen Stellenwert.

17.1.1 Frührehabilitation in der Intensivpflege

Definition

Frührehabilitation ist die frühestmöglich einsetzende, kombinierte akut- und rehabilitationsmedizinische Behandlung von Krankenhauspatienten verschiedener medizinischer Fachgebiete. Betreut und behandelt werden Patienten mit einer akuten Gesundheitsstörung und relevanten Beeinträchtigungen von Körperfunktionen und Strukturen, Aktivitäten und Partizipation gemäß der ICF (International Classification of Functioning, Disability and Health der WHO).

Die Frührehabilitation zielt auf

- die Wiederherstellung der körperlichen und mentalen Funktionen der Patienten,
- die Verhütung von Komplikationen und
- die Verhinderung von bleibenden Behinderungen und (Schwerst-)Pflegebedürftigkeit.

Sie erfolgt interdisziplinär unter fachärztlicher Leitung, beteiligt sind verschiedene therapeutische Berufsgruppen einschließlich der aktivierend-therapeutischen Pflege. Sie ist gesetzlich geforderter integraler Bestandteil der Krankenhausbehandlung und so als erstes Glied einer nahtlosen Rehabilitationskette zu verstehen.

Die **fachübergreifende Frührehabilitation** ist als multi- und interdisziplinäre Teamarbeit organisiert. Denn der Begriff bedeutet, dass Patienten aus verschiedenen medizinischen Fachbereichen, mit zumeist multiplen Schädigungen in unterschiedlichen Organsystemen behandelt werden (Beyer et al. 2009).

Abb. 17.1 Rehabilitation beginnt auf der Intensivstation. Ob z. B. durch Mobilisation oder durch Unterstützung bei der Körperpflege – rehabilitative Maßnahmen helfen, die körperlichen und mentalen Funktionen wiederherzustellen, und verhüten Komplikationen oder bleibende Behinderungen.

Diese Leistung kann – in Anhängigkeit vom Zustand des Patienten – auf 2 verschiedene Arten erbracht werden. So kann die Frührehabilitation entweder auf eigenständigen, bettenführenden Frührehabilitationsabteilungen oder aber durch mobile Frührehabilitationsteams auf Intensiv-, Intermediate Care oder anderen hochspezialisierten Fachstationen durchgeführt werden. Die mobilen Teams sind primär in anderen Bereichen oder Einrichtungen tätig. Sie werden aus unterschiedlichen Berufsgruppen gebildet und gehen gezielt zu einzelnen Patienten oder Patientengruppen auf die Stationen. Die für die Rehabilitation erforderlichen Absprachen sind in Teamsitzungen dezentral organisiert, sodass Zielformulierungen und Entwicklungen des Patienten besprochen und dokumentiert werden.

Die Strukturvoraussetzungen für die Frührehabilitation sind in den Kodes des Operationen- und Prozedurenschlüssels (OPS) beschrieben (DIMDI 2014).

Notwendigkeit frührehabilitativer Maßnahmen

Die Überlebenswahrscheinlichkeit nach Unfällen und bei schweren Erkrankungen ist zweifelfrei durch die Fortschritte der Notfallmedizin, der operativen und anderen interventionellen Möglichkeiten (einschließlich Organtransplantationen) sowie der medikamentösen Therapie (inkl. Zytostatika- und Antibiotikatherapie) stark angestiegen. In vielen Fällen verbleiben allerdings körperliche Schäden und funktionelle Beeinträchtigungen. Daher muss auch die Rehabilitation parallel zum Fortschritt der Akutmedizin früher einsetzen und intensiver durchgeführt werden (Stucki et al. 2002).

Merke

Ziel ist es, so früh wie möglich mit rehabilitativen Maßnahmen zu beginnen, um einerseits einen zusätzlichen Funktionsverlust und immobilisationsbedingte Schäden zu verhindern und andererseits, um das regenerative Potenzial optimal zu nutzen.

Immobilisationsbedingte Funktionsverluste können alle Körperfunktionen betreffen, so können sich Muskelkraft und Knochenfestigkeit verschlechtern, motorisch-koordinative und kognitive Fähigkeiten nach-

lassen oder die Kreislaufregulation kann zunehmend beeinträchtigt werden. Hinzu kommen durch Immobilisation verursachte Komplikationen wie z. B. Thrombosen mit nachfolgenden Lungenembolien, Pneumonien und Dekubitalulzera (Beyer et al. 2009). Bekannt ist heute, dass es bei stationären Aufenthalten in 10–15 % der Fälle zu einer Muskelatrophie kommt, bei Critical Illness sogar bei bis zu 40 %. Einige dieser Komplikationen können tödlich sein (Beyer et al. 2009).

Bei Schlaganfällen kann eine unverzügliche und intensive Rehabilitation und funktionelle Therapie die Funktionsfähigkeit der Betroffenen durch Nutzung der Neuroplastizität steigern (Ottenbacher u. Jannell 1993). Ähnliche Ergebnisse haben auch Studien bei Patienten nach Schädel-Hirn-Traumata und Querschnittsläsionen ergeben (Yarkony et al. 1987; Foley et al. 2012). Diese Ergebnisse haben zur Forderung der frühestmöglichen rehabilitativen Intervention durch ein multiprofessionelles Team unter der Leitung eines Rehabilitationsarztes geführt.

Im deutschen Sozialgesetzbuch V wird der frühestmögliche Beginn der Rehabilitation schon im Akutkrankenhaus gefordert. Ergänzend durch die im Operationen- und Prozedurenschlüssel (OPS) (DIMDI 2014) beschriebenen Qualitätskriterien mit Einbeziehung der Pflege und eines multiprofessionellen Teams wird damit auch internationalen Ansprüchen Rechnung getragen.

Frührehabilitation im Akutkrankenhaus

Die Ziele der Frührehabilitation in einem Akutkrankenhaus (Stucki et al. 2002, Beyer et al. 2009) sind folgende:

- Wiederherstellung der basalen körperlichen und mentalen Funktionen der Patienten
- Vermeidung einer drohenden bleibenden Beeinträchtigung der Aktivitäten und Teilhabe
- Erreichen der Rehabilitationsfähigkeit für weiterführende Rehabilitationsmaßnahmen

Die Rehabilitation unterscheidet sich somit grundlegend von der kurativen Medizin, die eine Heilung zur Aufgabe hat. Die Bedeutung des multiprofessionellen Teams in der frühen Rehabilitation wurde im oberen Abschnitt schon aufgeführt. Durch eine gezielte, individuell abgestimmte und qualifizierte Pflege kann vom ersten Tag der Erkrankung an eine bestmögliche Förderung des Patienten stattfinden. Auf diesem Weg werden Sekundärschäden vermieden und die Grundlagen für einen positiven Rehabilitationsverlauf gelegt.

► **Qualifikation in der Pflege.** In den OPS zur fachübergreifenden Rehabilitation (www.dimdi.de) wird – sowie für andere Rehabilitationen auch – besonders geschultes Pflegepersonal gefordert. Therapeutisch aktivierende Pflege durch besonders geschultes Pflegepersonal wird als therapeutische Einheit bei der erforderlichen Gesamtzahl der Therapieminuten/Tag für den Patienten anerkannt. Der Begriff „besonders geschult" ist jedoch nicht weiter definiert, was in den letzten Jahren schon zu zahlreichen Diskussionen geführt hat. Die Qualifikation der Pflege spielt dabei noch immer keine Rolle. Ärzte müssen zur adäquaten Einschätzung und Behandlung des Patienten Zusatzqualifikationen vorweisen. Die Pflegenden haben es noch nicht geschafft, ihre Position bezüglich der erforderlichen Qualifikation an dieser Stelle durchzusetzen.

17.1.2 Therapeutisch aktivierende Pflege

Um adäquate Lernangebote zu schaffen, findet im Rahmen der therapeutisch aktivierenden Pflege nach dem Bobath-Konzept eine individuell angepasste Versorgung und Begleitung des betroffenen Menschen statt. Die Bobath-Initiative für Kranken- und Altenpflege (BIKA® e. V.) definiert die therapeutisch aktivierende Pflege folgendermaßen:

Definition

„Therapeutisch aktivierende Pflege bezieht sich auf Menschen mit Pflegebedarf und bildet die Grundlage für die Entwicklung von körperlichen, geistigen, emotionalen und sozialen Fähigkeiten. Sie bezieht die vorhandenen Fähigkeiten und Fertigkeiten ein und stellt sie in einen sinnvollen Kontext.

Die therapeutisch aktivierende Pflege ist gekennzeichnet durch einen Beziehungsprozess mit zielgerichteten Maßnahmen und Aktivitäten. Interventionen im Rahmen der therapeutisch aktivierenden Pflege sowie Zielsetzung derselben werden gemeinsam mit Patienten, dem Team und den Angehörigen geplant, durchgeführt und im Prozess evaluiert. Therapeutisch aktivierende Pflege umfasst die Beziehungsebene und Handlungskompetenzen unter folgenden Aspekten:

- die Einschätzung der Selbstpflegefähigkeit und des Selbstpflegebedarfs,
- die Anleitung, Beratung, Begleitung und Unterstützung bei der Bewältigung aller Alltagsaktivitäten unter Berücksichtigung der Ziele des zu pflegenden Menschen,
- die Anpassung an die jeweils aktuelle Situation,
- die Stärkung der Motivation zur Eigenaktivität und Autonomie,
- die Gestaltung von Bewegungsübergängen und Positionen, sodass für den zu pflegenden Menschen Bewegung erfahrbar wird,
- die Vertiefung und Festigung von Handlungsabläufen durch Wiederholungen im Rahmen von Alltagssituationen,
- die individuelle Begleitung und Förderung zur Eigenverantwortung.

(www.bika.de; Stand: 06.04.2014)

Während des Rehabilitationsprozesses findet immer wieder eine erneute Befundung, Evaluierung und Zielsetzung mit entsprechenden Pflegemaßnahmen statt. Dieser Kreislauf ermöglicht es, individuell die Ressourcen des Patienten zu erkennen und zu fördern. Eine gemeinsame Zielsetzung im interdisziplinären Team intensiviert und konkretisiert diesen Prozess.

17.2 Phasen der Rehabilitation

Definition

„Rehabilitation umfasst den koordinierten Einsatz medizinischer, sozialer, beruflicher, pädagogischer und technischer Maßnahmen sowie Einflussnahmen auf das physische und soziale Umfeld zur Funktionsverbesserung zum Erreichen einer größtmöglichen Eigenaktivität zur weitest gehenden Partizipation in allen Lebensbereichen, damit der Betroffene in seiner Lebensgestaltung so frei wie möglich wird." (WHO 2001)

► **ICF-Klassifikationen.** Die International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) ist eine von der WHO 2001 erstellte und herausgegebene Klassifikation zur Beschreibung des funktionalen Gesundheitszustandes, der Behinderung, der sozialen Beeinträchtigung sowie der relevanten Umweltfaktoren eines Menschen. Dabei wird zwischen folgenden Teilklassifikationen unterschieden:

- Körperfunktion (z. B. Funktion der Sinnesorgane, Sprachorgan, Herz-, Kreislauf-, Atmungsorgan)
  - Körperstrukturen (z. B. Strukturen des Nervensystems, der Haut und Anhangsgebilde, der Stimme, mit der Bewegung zusammenhängende Strukturen),

- Alltagsaktivitäten,
- gesellschaftliche Teilhabe (Partizipation) sowie
- Kontextfaktoren (sowohl umwelt- als auch personenbezogen).

Mit Hilfe des ICF kann die aktuelle Funktionsfähigkeit jedes Menschen oder ihre Beeinträchtigung beschrieben und klassifiziert werden. Sie bietet eine Grundlage zur Einschätzung der individuell erforderlichen Rehabilitationsmaßnahmen. Entgegen einem weitverbreiteten Missverständnis ist die ICF nicht nur auf Menschen mit Behinderung anwendbar. Sie kann auf jede Person angewendet werden. Die ICF deckt jedoch keine Umstände ab, die die Partizipation (Teilhabe) z. B. durch die Geschlechtszugehörigkeit oder aus sozioökonomischen oder ethnischen Gründen einschränkt.

17.2.1 Stufen der Rehabilitation

Gesetzliche Grundlagen für die Rehabilitation finden sich im Sozialgesetzbuch. Es werden folgende Stufen der Rehabilitation unterschieden:

Medizinische Rehabilitation

Die medizinische Rehabilitation versucht einen Gesundheitsschaden zu beseitigen, der evtl. Auswirkungen auf die Teilhabe oder Erwerbsfähigkeit eines Menschen haben kann. Zum Einsatz kommt eine frühzeitige notfallmedizinische Versorgung, eine qualifizierte stationäre oder ambulante Behandlung. Die medizinische Rehabilitation wird i. d. R. über die Gesetzliche Krankenversicherung (GKV) finanziert.

Berufliche Rehabilitation

Die berufliche Rehabilitation (Teilhabe am Arbeitsleben) folgt dem Grundprinzip „Rehabilitation vor Rente". Mögliche Maßnahmen hierzu sind:

- Berufsvorbereitung
- berufliche Anpassung, Fortbildung, Ausbildung, Umschulung
- Hilfen zu einer angemessenen Schulbildung
- Leistungen an Arbeitgeber
- Wohnungshilfen

Sie wird i. d. R. über den Rentenversicherungsträger finanziert.

Soziale Rehabilitation

Die soziale Rehabilitation umfasst alle Leistungen der Rehabilitation zur Teilhabe am Leben in der Gemeinschaft unter Berücksichtigung von Art und Schwere der Erkrankung. Hierzu gehören insbesondere finanzielle Unterstützungen wie z. B.:

- Haushalts-, Kraftfahrzeug- und Wohnungshilfen
- Beratung sowie sozialpädagogische und psychosoziale Betreuung
- Reisekosten
- Rehabilitationstransport
- sonstige Leistungen

17.2.2 Phasenmodell

In der neurologischen/neurochirurgischen Behandlung und Rehabilitation findet eine Einteilung nach Phasen statt (▶ Abb. 17.2). Die Eingruppierung des Patienten in die entsprechende Phase wird häufig durch den Barthel-Index (S. 409) bzw. den Frühreha-Barthel-Index (S. 409) vorgenommen. Anhand dieser Beurteilungssysteme und der damit ermittelten Punktezahl wird der Patient in eine der folgenden Phasen eingruppiert. An dieser Zuordnung orientieren sich auch die Zuständigkeit des jeweiligen Sozialleistungsträgers und damit die Finanzierung der Maßnahmen.

▶ **Phase A (Akutbehandlung).** Die erste Phase kennzeichnet eine medizinische Akutbehandlung, die auf der Intensivstation oder der Normalstation eines Akutkrankenhauses stattfindet.

▶ **Phase B (Frührehabilitation).** Unmittelbar im Anschluss an die medizinische Akutbehandlung folgt Phase B. Diese Patienten sollten nicht mehr beatmungspflichtig und nicht mehr intensivbehandlungspflichtig sein. Sie sind evtl. noch bewusstlos, haben ausgeprägte Defizite im motorischen und/oder kognitiven Bereich und infolgedessen erhebliche Einschränkungen im Bereich der Aktivitäten des täglichen Lebens (ATLs).

Der weitere Verlauf der Rehabilitation entscheidet, ob der Patient in die Phase C oder in die Phase F weitergeleitet wird.

▶ **Phase C (weiterführende Rehabilitation).** Zunehmende Belastbarkeit, die Fähigkeit zur aktiven Mithilfe in vielen Bereichen der Aktivitäten des täglichen Lebens und während der Therapiemaßnahmen. Hauptziel dieser Phase ist die Selbständigkeit des Patienten in seinem aktuellen Alltag.

▶ **Phase D (Anschlussheilbehandlung, AHB).** Der Patient ist in der Lage, seine Aktivitäten des täglichen Lebens weitgehend selbständig durchzuführen. Hier steht die Befähigung des Patienten zur Teilhabe am Arbeitsleben und am Leben in der Gesellschaft im Vordergrund. Sie kann auch ambulant durchgeführt werden.

▶ **Phase E (Nachsorge und berufliche Rehabilitation).** Im ambulanten Bereich wird durch eine Nachsorge und Langzeitbetreuung von im Alltag selbständigen Patienten eine berufliche und psychosoziale Wiedereingliederung geschaffen. Die berufliche Wiedereingliederung ist zeitlich befristet.

▶ **Phase F (aktivierende [Langzeit-]Behandlungspflege).** Ist durch die Rehabilitation vorübergehend oder auf Dauer kein Rehabilitationsfortschritt zu erwarten,

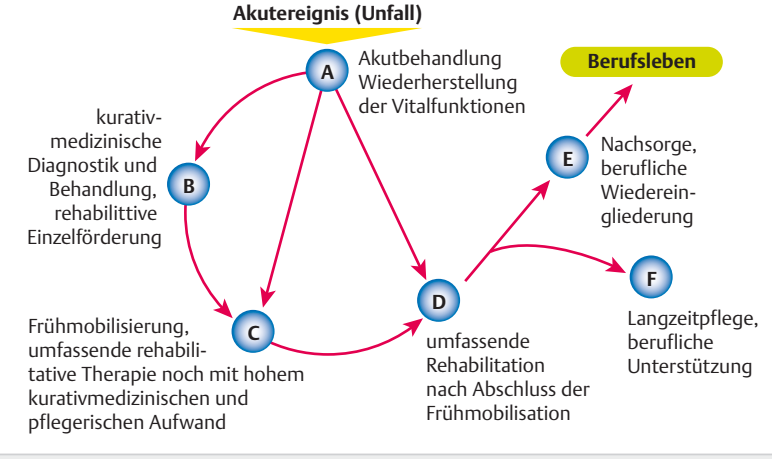


Abb. 17.2 Phasenmodell der neurologisch/neurochirurgischen Rehabilitation. Die Einteilung bildet u. a. die Grundlage für die leistungsrechtliche Zuordnung der Sozialleitungsträger. Die Eingruppierung des Patienten erfolgt durch die anhand des Barthel-Index ermittelten Punkte.

werden Patienten der Phase B oder C in den Bereich der zustandserhaltenden Pflege eingestuft. Je nach Schwere der Erkrankung und des sozialen Umfeldes findet die Versorgung im stationären oder ambulanten Bereich statt. Die Chancenerhaltung zur Teilhabe am Leben sollte durch kontinuierliche ärztliche, pflegerische und physiotherapeutische Maßnahmen erhalten bleiben.

17.2.3 Assessmentinstrumente

Zur Einschätzung des Patienten bezüglich seiner Fähigkeiten im Alltag werden Beurteilungsinstrumente eingesetzt. Sie dienen der Eingruppierung in eine Behandlungs- bzw. Rehabilitationsphase und sollen eine Prognose über den Behandlungserfolg und die Erwerbsaussichten geben. Davon hängen die Zuständigkeit des Kostenträgers und auch die Höhe des Betrages zur Behandlung ab.

Weit verbreitet (insbesondere in der Neurologie und Geriatrie) ist der **Barthel-Index**, der eine zügige Einschätzung und damit Eingruppierung des Patienten ermöglicht. Da er aber wichtige Bereiche wie etwa die Kognition und Kommunikation nicht berücksichtigt, steht er vielfach in der Kritik. Daher wurden weitere Instrumente entwickelt, die die Mängel des Barthel-Index auszugleichen versuchen. Dazu gehören

- der **Erweiterte Barthel-Index**, der Kognition, soziale Interaktion und neuropsychologische Störungen mit einbezieht, und
- der **Frühreha-Barthel-Index**, der Patienten mit intensivmedizinischen Maßnahmen miteinbezieht.

Der **FIM-** (**f**unctional **i**ndipendence **m**easure, „funktionaler Selbstständigkeitsindex“) und der **Singer-Index** (**S**elbständigkeits**i**ndex in der **N**eurologischen und **Ge**riatrischen **R**ehabilitation) sind weitere Assessmentinstrumente, die in Deutschland eingesetzt werden. Sie berücksichtigen deutlich mehr Informationen über den Patienten und bilden ihn daher auch umfassender ab. Da sie aber nur von einigen Krankenkassen anerkannt werden und in der Umsetzung aufwendiger sind, finden sie keine flächendeckende Verbreitung. Während der Singer-Index bevorzugt in der Rehabilitation eingesetzt wird, um die aktuellen Fähigkeiten des Patienten, beurteilt durch das interdisziplinäre Team, abzubilden, wird im Akutkrankenhaus fast ausschließlich der Barthel-Index eingesetzt. Auch und insbesondere zur Information an die weiterbehandelnde Rehabilitationseinrichtung.

Barthel-Index

Definition

Der Barthel-Index ist ein Index zur Erfassung der Selbständigkeit bzw. der Pflegebedürftigkeit eines Patienten, bezogen auf Alltagsaktivitäten.

Durch eine Punktevergabe von 0, 5 oder 10 Punkten wird ein Gesamtwert ermittelt:

- 0 Punkte werden vergeben, wenn der Patient die Tätigkeit nicht oder nur minimal durchführen kann,
- 5 Punkte bei Durchführung mit Hilfestellung und
- 10 Punkte für Selbständigkeit des Patienten.

Folgende Tätigkeiten werden unterschieden:

- Essen und Trinken
- Baden/Duschen, Körperpflege, An- und Auskleiden
- Stuhlkontrolle, Harnkontrolle, Benutzung der Toilette
- Transfer vom Bett in den Stuhl, Mobilität (selbständiges Gehen/Fahren mit dem Rollstuhl), Treppen steigen

Bei einem Barthel-Index von 100 Punkten kann der Patient die Körperpflege und die Nahrungsaufnahme selbstständig durchführen und er kann sich selbstständig fortbewegen. Ob er aber in der Lage ist, selbstständig zu leben, kann daraus nicht geschlossen werden, da wesentliche Aspekte wie Kognition, Sozialverhalten und Kommunikationsfähigkeit in der Beurteilung nicht berücksichtigt werden.

Die Vorteile des Barthel-Indexes liegen in seiner einfachen Anwendung und dem geringen zeitlichen Aufwand. Gleichzeitig beschreiben diese Aspekte aber auch seine Nachteile, denn Patienten mit Bewusstseinsstörungen, künstlicher Beatmung oder kognitiven Problemen werden nicht berücksichtigt. Aus diesem Grund sind der **Erweiterte Barthel-Index** sowie der **Frühreha-Barthel-Index** entstanden.

Erweiterter Barthel-Index

Der erweiterte Barthel-Index wird häufig zusätzlich zum Barthel-Index ausgefüllt, insbesondere bei Patienten mit leichteren oder schweren kognitiven Einschränkungen, die die Alltagskompetenzen einschränken. Denn hier werden zusätzlich beurteilt:

- kognitive Funktionen, wie z. B. Verstehen, Sich verständlich machen und soziale Interaktion,
- Lösen von Alltagsproblemen (Planung von Handlungsabläufen, Medikamenteneinnahme, Einsicht in Defizite usw.),
- Gedächtnis, Lernen, Orientierung,
- Sehen und Neglect.

Vergeben werden 0, 5, 10 oder 15 Punkte. Je höher die Punktzahl, desto weniger Einschränkungen liegen vor. Maximal können 90 Punkte erreicht werden, d. h. es liegen keine oder nur unwesentliche Einschränkungen in diesen Bereichen vor.

Ergänzung des Frühreha-Barthel-Indexes (nach Schönle 1995)

Beurteilt wird im Frühreha-Barthel-Index

- die Notwendigkeit von
  - intensivmedizinischen, überwachungspflichtigen Zuständen,
  - intermittierender Beatmung,
  - Absaugpflichtigkeit,
- das Vorhandensein von
  - beaufsichtigungspflichtigen Orientierungsstörungen (Verwirrtheit),
  - beaufsichtigungspflichtigen Verhaltensstörungen (mit eigen- und/oder Fremdgefährdung),
  - schweren Verständigungsstörungen,
  - beaufsichtigungspflichtigen Schluckstörungen.

Durch negative Punktewerte der einzelnen Items (alle Items werden mit -50 bewertet, außer Verständigungsstörungen mit -25 Punkte) können in diesen Bereichen -325 Punkte erreicht werden.

17.3 Behandlungs- und Bewegungskonzepte in der Pflege

Die Auswahl eines für den Betroffenen passenden Pflegekonzeptes bietet die Möglichkeit einer gezielten Förderung. Im Folgenden werden die in der Früh- und weiteren Rehabilitation oft genutzten Konzepte vorgestellt.

- Das **Bobath-Konzept** (S. 300) ist ein Disziplinen übergreifendes Therapiekonzept und setzt die Schwerpunkte der therapeutisch aktivierenden Pflege um.
- Die Therapie des fazio-oralen Trakts (F. O. T. T.) (S. 410) nach Kay Coombes basiert auf den Grundlagen des Bobath-Konzeptes.
- Die **Kinästhetik** (S. 307) versteht sich als „Bewegungsschule“.
- Die **Basale Stimulation** (S. 138) legt einen Schwerpunkt auf die Förderung des Bewusstseins, der Wahrnehmung und der Orientierung.

- Das Affolter-Modell (S. 410) fördert die Reizwahrnehmung aus der Umwelt über das Führen des Betroffenen.

17.3.1 Bobath-Konzept

Das Bobath-Konzept (S. 300) ist ein international verbreitetes Konzept in der Pflege und Therapie von Menschen mit neurologischen Erkrankungen. Dabei steht die Aktivierung des Patienten durch ein multiprofessionelles Team im Vordergrund. Durch „Facilitation", also dem Erleichtern von normalen Bewegungen, werden im Dialog mit dem Patienten die Anbahnung von Bewegungen und die motorische Kontrolle erwirkt. Das Bewegungslernen und damit die Eigenaktivität des Patienten werden gefördert. Dabei führen die Zusammenarbeit der Therapiebereiche (Medizin, Pflege, Physiotherapie, Ergotherapie, Logopädie, Neuropsychologie usw.) und die Integration der Angehörigen für die Patienten zu einem möglichst hohen Nutzen.

17.3.2 F. O.T. T.

Die Therapie des Fazio-Oralen-Trakts (F. O.T. T.) eignet sich zur Behandlung neurologisch bedingter Störungen des Gesicht-Mund-Bereichs sowie des Schluck- und Sprechtraktes. Sie umfasst die Mundhygiene (▶ Abb. 17.3) und damit verbundene Probleme, Schluckstörungen, die Koordination der Atmung mit Trachealkanülenmanagement und die Stimmgebung. Basierend auf dem Bobath-Konzept wird die Therapie des fazio-oralen Trakts nach Kay Coombes in der Behandlung von Patienten mit erworbenen Hirnschädigungen erfolgreich eingesetzt. Ein wichtiger Aspekt dabei ist die stabile Ausgangsposition für den Patienten, bevor die Therapie des orofazialen Bereichs beginnt. Einbezogen in die Durchführung mit unterschiedlichen Schwerpunkten werden Logopäden, Pflegende, Ergo- und Physiotherapeuten, Ärzte und pflegende Angehörige.

Abb. 17.3 F.O.T.T. Der Patient sitzt in einer stabilen Ausgangsposition. Mit dem Kieferkontrollgriff kann die Pflegende die Kopfposition und das Öffnen bzw. Schließen des Mundes beeinflussen. Die Mundpflege wird mit stimulierenden Pflegeutensilien durchgeführt. (D. Gralla)

17.3.3 Affolter-Konzept

Geführte Interaktionstherapie

Als Schülerin des Entwicklungspsychologen Jean Piaget entwickelte Félicie Affolter nach jahrelanger Arbeit mit wahrnehmungsgestörten Patienten ihr Konzept der „Geführten Interaktionstherapie". Demnach ist das Führen stets mit einem Geschehnis, einer Interaktion verbunden. Es wird unterschieden zwischen

- pflegerischem Führen,
- einfachem Führen,
- intensivem Führen.

Prinzipien des Führens

Nach Affolter sind folgende Prinzipien des Führens zu beachten:

- Der Therapeut/der Pflegende platziert sich seitlich oder hinter dem Patienten, selten vor dem Patienten.
- Eine stabile Referenz wird geschaffen.
- Die rechte Hand liegt auf der rechten Hand, die linke Hand auf der linken (der Patient hält den Gegenstand, der Therapeut/der Pflegende hält die Hand des Patienten, Fingerspitze auf Fingerspitze).
- Alle Schritte sind für den Patienten nachvollziehbar, es gibt keine „Magie" durch freies Führen im Raum ohne Referenzpunkte.
- Durch Seitenwechsel rechts/links werden Variationen geschaffen, damit kein Ausblenden der Informationen durch ein einseitiges Führen entsteht.
- Wenn möglich wird körpernah gearbeitet, da so die Durchführung in nur einer Bewegungsrichtung gesichert wird.

17.3.4 Integration verschiedener Konzepte in den Alltag

Pflegende haben durch die Vielfalt der Behandlungs- und Bewegungskonzepte die Möglichkeit, eine für den Patienten angepasste Auswahl zu treffen. Unterschiedliche Konzepte basieren aber nicht immer auf gemeinsamen Grundlagen. Im Alltag kann dies zu erheblichen Spannungen führen. Werden z. B. unterschiedliche Konzepte bei einem Patienten angewandt, kann dies trotz aller Motivation für den Patienten negative Auswirkungen haben.

Fallbeispiel

Ein Patient kann nicht oder nur für 1 Minute frei auf der Bettkante sitzen.

Im Bobath-Konzept wird die Ursache am ehesten in einer zu geringen Muskelspannung im Rumpf gesehen, der mit einer Körper-, Raumstörung einhergehen kann. Es werden Maßnahmen ergriffen, die über Bewegung die Rumpfmuskulatur aktivieren und die Körper- und Raumwahrnehmung fördern.

„Das Affolter-Modell geht davon aus, dass das Problem in der Verarbeitung der Sinnesreize in Bezug auf die Körperposition liegt. Die Aufmerksamkeit des Betroffenen ist ganz auf die Pflegeperson vor ihm oder auf andere visuelle Reize gerichtet. Deshalb bewegt die Pflegeperson das Gesäß des Patienten auf der Unterlage etwas, um seine Aufmerksamkeit auf das Sitzen zu lenken" (Söll u. Sandner 2009). Die muskuläre Situation spielt hierbei keine Rolle.

▶ **Fazit.** Um für den Betroffenen eine effektive Förderung zu erreichen, ist es notwendig, sich für ein einheitliches Vorgehen zu entscheiden, welches alle Beteiligten umsetzen. Eine gemeinsame Sprache fördert den Austausch untereinander und schafft für den Patienten eine höhere Kontinuität der Maßnahmen.

17.4 Integration der Angehörigen

Ein akutmedizinisches Ereignis kommt i. d. R. „aus heiterem Himmel", plötzlich und unerwartet. Schwere Erkrankungen und eine lebensbedrohliche Situation lassen dem (betroffenen) Angehörigen keine Zeit, sich langsam und in Ruhe auf eine neue Lebenssituation vorzubereiten. Eine Auseinandersetzung mit einer möglichen Erkrankung im Vorfeld findet selten statt.

17.4.1 Phasenmodell der Anpassung

Das Phasenmodell nach Kübler-Ross, überarbeitet von George und George, bietet eine Übersicht der Anpassung an eine schwere Belastungssituation für Angehörige (▶ Tab. 17.1).

Phase 1

In der 1. Phase der Anpassung (Schock und Überforderung) steht die Verzweiflung im Vordergrund. Der Blick ist auf die furchtbare Situation gerichtet. Ängste und Panik können nicht genauer benannt wer-

Tab. 17.1 Phasen der Anpassung an schwere Belastungen (n. Kübler-Ross, mod. n. George u. George 2003).

	Phasen der Anpassung	Merkmale
1	Schock und Überforderung	Der Angehörige ist verzweifelt, verhält sich panisch oder erstarrt. Es entstehen wenig geeignete Problemlösungen.
2	Überkompensation, Agieren	Alles wird in Bewegung gesetzt. Aktionismus zeichnet das Verhalten aus.
3	Ermüdung, Trauer und eigene Schwäche	Der hohe Druck ist auf Dauer nicht aushaltbar. Die verstandesmäßige Einschätzung der Situation gewinnt für die Handlungssteuerung an Bedeutung.
4	Anpassung an die Realität	Die Risiken und Chancen der neuen Situation werden erkannt und in angemessene Lösungen übersetzt.

den, die Frage nach dem „Warum" lässt die Gedanken immer wieder um den gleichen Punkt kreisen. Angehörige fordern Hilfe ein, ohne wahrnehmen zu können, dass diese bereits gegeben wurde. Sie stellen in dieser Situation mehrfach die gleichen Fragen und benötigen viele Informationen. In dieser Phase brauchen Angehörige neben einer emotionalen Anteilnahme v. a. *Wiederholungen der Informationen.*

Phase 2

Die 2. Phase charakterisiert einen Aktionismus. Nicht selten handeln Angehörige vorschnell, ohne sich zuvor fachlichen Rat eingeholt zu haben. Sie kaufen z. B. pflegerische Hilfsmittel, die den Anforderungen des Patienten nicht entsprechen oder recherchieren im Internet, ohne das Problem konkretisieren zu können. Sie sammeln Informationen in allen Bereichen. Werden die von ihnen dargebotenen Lösungsansätze in Frage gestellt, fühlen sich Angehörige nicht ernst genommen oder nicht am richtigen Ort betreut. Sie stellen die korrekte Versorgung des Patienten in Frage. Ein professioneller Umgang der beteiligten Berufsgruppen auf einer sachlichen Kommunikationsebene hilft bei klaren interdisziplinären Absprachen (▶ Abb. 17.4). Durch gezielte Aufträge und schriftliche Informationen kann der Angehörige mit in den Prozess integriert werden und sein Aktionismus sinnvoll gelenkt werden.

Abb. 17.4 Die Information des Angehörigen und die Einbeziehung in dem von ihm gewünschten Rahmen unterstützt den Umgang mit der Erkrankung.

Phase 3

In Phase 3 zeichnen sich die Angehörigen durch Ermüdung, Trauer und eigene Schwäche aus. Die Besuchszeit beim Patienten wird kürzer, Äußerungen wie: „Ich kann nicht mehr!", häufen sich. Der Angehörige wirkt in seiner Körperhaltung gebückter, schlapp und erschöpft. Zur Unterstützung werden in dieser Situation Überleitungsgespräche geführt. Wichtige Informationen werden nochmals gegeben, Kontakte zu Angehörigengruppen, Selbsthilfegruppen und evtl. zur psychologischen Unterstützung hergestellt. Der Angehörige benötigt nicht selten die Erlaubnis, auf sich selbst achten zu dürfen!

Phase 4

Angehörige in der 4. Phase sind in der Realität angekommen. Ein weiterer Blickwinkel ermöglicht ihnen die gesamte Situation besser sehen und einschätzen zu können. Risiken und Chancen werden erkannt, eine gute Zusammenarbeit ohne Hierarchien auf gleicher Augenhöhe mit Zukunftsplanung ist möglich.

17.4.2 Phasenbezogenes Arbeiten mit Angehörigen

Das phasenbezogene Arbeiten mit Angehörigen hat den Vorteil, dass der Angehörige in seiner Entwicklung ernst genommen wird und professionell unterstützt werden kann. Konflikte werden verständlicher und können evtl. vermieden bzw. schneller geklärt werden.

Durch die immer kürzer werdenden Zeiten der stationären Rehabilitation erhöht sich der Druck auf die Angehörigen enorm. Der Angehörige befindet sich mitunter noch in der 1. Phase der Anpassung und es wird von ihm erwartet, dass er sich wie in der Phase 4 beschrieben als kompetenter Ansprechpartner um die Planung der weiteren Versorgung kümmert.

Sind Pflegende und andere begleitende Berufsgruppen mit den einzelnen Phasen der Anpassung vertraut, können mitunter Vorwürfe seitens der Angehörigen leichter toleriert werden.

▶ **Überleitung in die Rehabilitation.** Die frühe Verlegung in eine Rehabilitationseinrichtung, nicht selten unmittelbar von der Intensivstation, stellt eine neue Situation für den Patienten, aber auch für seine Angehörigen dar. Nach den ersten Tagen des Schocks und der dann eintretenden Erleichterung des Überlebens, wächst nun die Hoffnung, „dass in der Reha alles wieder gut wird". Die Erwartungen an die bevorstehende Maßnahme sind dementsprechend häufig sehr hoch. Dies wird verbunden mit dem Anspruch, dass viele Therapien sicher auch zu einem guten Ergebnis führen.

Insbesondere bei schwer betroffenen Patienten nach einer zentralen Hirnschädigung sind Absprachen zur Therapiefrequenz und die gemeinsame Auswahl der geeigneten Therapien sinnvoll. So sollten sich Therapiezeiten mit Ruhephasen abwechseln, um Zeit zur Regeneration und Verarbeitung zu ermöglichen. Zur Vorbereitung der Angehörigen auf die bevorstehende Rehabilitation ist es also weniger dienlich zu sagen, dass der Patient „nie mehr auf die Beine kommt" oder dass „nach der Reha alles wieder so sein wird wie früher". Zur Motivation des Angehörigen empfiehlt es sich, realistisch zu informieren. Prognosen sind offen, neue Erwartungen schaffen auch neuen Mut und damit Energie für die bevorstehende Zeit. Aussagen sollten von erfahrenen Pflegekräften wohl abgewogen getroffen werden, denn sie bestimmen in einem hohen Maße die Voreinstellung des Angehörigen für den weiteren Prozess.

Merke

Nicht nur der Patient ist betroffen, sondern auch für den Angehörigen stellt sich seine bisherige Lebensplanung in Frage. Geduld, den Betroffenen ernst nehmen, Informationen und klar definierte Zielsetzungen unter Einbeziehung aller helfen dem Patienten und dem Angehörigen in dieser belastenden Situation weiter.

17.5 Leseservice

17.5.1 Literatur

Bailey P et al. Early activity is feasible and safe in respiratory failure patients. Crit Care Med 2007; 35: 139–145

Bernartz S, Kolster F. Angehörigenintegration. Seminar HELIOS Klinik Holthausen. Holthausen 2006

Beyer J, Berliner M, Beyer HM et al. Positionspapier zur Fachübergreifenden Frührehabilitation. Dtsch Arztebl 2009; 106 (37): A-1774 / B-1526 / C-1494. Im Internet: www.aerzteblatt.de; Stand: 04.05.2014

Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI): Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme, 10. Revision, German Modification (ICD-10-GM). Im Internet: www.dimdi.de; Stand: 07.05.2014

Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI): Operationen- und Prozedurenschlüssel (OPS). Version 2014 mit Aktualisierung vom 04.11.2013. Im Internet: www.dimdi.de; Stand: 05.05.2014

Diserens K, Michel P, Bogousslavsky J. Early Mobilization after Stroke: Review of the Literature. Cerebrovasc Dis. 2006; 22: 183–90

Fischer W. Funktionaler Selbständigkeitsindex (FIM) und Zusatzkriterien des FAM. Wolfertswil SG (Schweiz) 2006. Im Internet: www.fischer-zim.ch; Stand: 07.05.2014

Foley N, McClure JA, Meyer M et al. Inpatient rehabilitation following stroke: amount of therapy received and associations with functional recovery. Disabil Rehabil. 2012; 34: 2132–8

Freidel K, Leisse M. Wieviel FIM entspricht soviel SINGER? Übereinstimmung und Umrechnung der Funktionsassessments SINGER und FIM. Im Internet: www.mdk-rlp.de; Stand: 07.05.2014

Friedhoff M, Schieberle D. Praxis des Bobath-Konzepts. 2. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2012

George W, George U. Angehörigenintegration in der Pflege. München: Ernst Reinhardt; 2003

Hopkins R, Spuhler V, Thomson G. Transforming ICU culture to facilitate early mobility. Crit Care Clin 2007; 23: 81–96

Hübener M. Plastizität. Synapsen im Dornröschenschlaf. Gehirn und Geist 2010; 2: 20–23

Knobel S. Wie man sich bettet, so bewegt man. Pflege 1996; 2: 134–139

Mahoney F, Barthel D. Functional evaluation: The Barthel Index. Maryland State Medical Journal 1965; 14: 56–61

Nelles G, Hrsg. Neurologische Rehabilitation. Stuttgart: Thieme; 2004

Nusser-Müller-Busch R. Die Therapie des Facio-Oralen Trakts. Berlin: Springer; 2004

Ottenbacher KJ, Jannell S. Results of clinical trials in stroke rehabilitation research. Archives of Neurology; 50: 37–44

Schönle PW. Der Frühreha-Barthel-Index (FRB). Eine frührehabilitationsorientierte Erweiterung des Barthel-Index. Rehabilitation 1995; 34: 69–73

Söll J, Sandner B. Das Affolter-Modell. Informationen spürbar machen. Die Schwester/Der Pfleger 2009; 9: 1–4

Schuchhardt D. Intensivierte Frühmobilisation von Intensivpatienten. Ein Konzept für kritisch Kranke. Vortrag Weimar 2009. Im Internet: http://rhoen-klinikum-ag.com; Stand: 07.05.2014

Stucki G, Stier-Jarmer M, Gadomski M et al. Konzept zur indikationsübergreifenden Frührehabilitation im Akutkrankenhaus. Phys Med Rehab Kuror 2002; 12: 134–145

Turton A, Pomeroy V. When should upper limb function be trained after stroke? Evidence for and against early intervention. Neurorehabilitation 2002; 17: 215–224

Ullrich L, Stolecki D, Grünewald M, Hrsg. Intensivpflege und Anästhesie. 2. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2010

World Health Organization (WHO). International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF). WHO; Geneva: 2001

Yarkony GM, Roth EJ, Heinemann AW et al. Benefits of rehabilitation for traumatic spinal cord injury. Multivariate analysis in 711 patients. Arch Neurol 1987; 44:93–6

17.5.2 Internetadressen

http://www.bika.de (Bobath-Initiative für Kranken- und Altenpflege e. V., BIKA)

http://www.dgnr.de (Deutsche Gesellschaft für Neurologische Rehabilitation)

Kapitel 18

Sexualität in der Intensivpflege

18.1	Einführung	*414*
18.2	Begriffserläuterung	*414*
18.3	Pflege – ein Berührungsberuf	*414*
18.4	Patientenabhängigkeit	*416*
18.5	Grenzüberschreitung – Grenzkonflikte	*417*
18.6	Sexualität und Sprache	*418*
18.7	Krankheit und Sexualität	*419*
18.8	Leseservice	*419*

18 Sexualität in der Intensivpflege

Irmgard Hofmann

18.1 Einführung

Sexualität in der Pflege ist ein heikles Thema, es wird bis heute nicht gerne darüber gesprochen. Erotische Empfindungen und sexuelle Impulse sind aber zutiefst menschliche Erlebensweisen, sie kommen nicht nur im Privatleben, sondern überall, also auch im Krankenhaus vor. Dabei hat Sexualität für jeden Menschen eine eigene individuelle Bedeutung, die Einstellung dazu verändert sich im Laufe des Lebens. In der Klinik treffen Patienten, Pflegende, Ärzte und Angehörige mit ihren vielfältigen individuellen Wertvorstellungen, Erfahrungen und Bedürfnissen aufeinander.

Pflegende haben dabei den engsten und intimsten Kontakt zum Patienten. Viele pflegerische Tätigkeiten sind extrem leibbezogen und würden in einem anderen sozialen Kontext als sexuelle Verführungsversuche gedeutet werden. Sexuelle Fantasien, Empfindungen und Handlungen sind grundsätzlich auf beiden Seiten zu beobachten und lösen unterschiedliche Emotionen aus.

Mittlerweile wird das Thema „Sexualität in der Pflege" in der Kranken- und Altenpflegeausbildung sehr viel offener als noch vor 10 Jahren angesprochen und zwar meist im Sinne der sexuellen Bedürfnisse der kranken bzw. alten Menschen. Selten dagegen wird die eigentlich nachvollziehbare Ähnlichkeit zwischen manchen pflegerischen Tätigkeiten und sexuellen Handlungen auf Seiten der Pflegenden thematisiert. Offen ist die Frage, ob diese Art der Leugnung, wie sie etwa in der Aussage einer langjährigen Gesundheits- und Krankenpflegerin formuliert steckt: *„Ich sehe in der Arbeit keinen Zusammenhang mit Sexualität, sondern ich pflege und das ist etwas ganz Normales"*, den Umgang mit kranken Menschen, eine empathische Pflege eher erleichtert oder erschwert.

Lernaufgabe

Diskutieren Sie mit Ihren Kolleginnen und Kollegen auf der Station einen möglichen Zusammenhang zwischen Pflegearbeit und Sexualität.

Überlegen Sie für sich, ob Ihnen die bewusste Reflexion des körperbezogenen Zusammenhangs mancher pflegerischer Tätigkeit mit sexuellen Handlungen einen empathischen Umgang mit den Patientinnen erleichtert oder eher erschwert.

18.2 Begriffserläuterung

Eine Schwierigkeit dürfte in dem Begriff der „Sexualität" selbst liegen. Gesellschaftlich gesehen gibt es in Deutschland einen sehr öffentlichen und freizügigen Umgang mit Sexualität. Im Fernsehen wie in vielen Zeitschriften sind Nacktheit sowie intime Szenen weit verbreitet und zählen als Verkaufsschlager. Sexualität und der Geschlechtsakt werden dabei häufig gleich gesetzt, die Sexualität erlebt hier eine gewisse Engführung.

Auch im Brockhaus findet sich zu „Sexualität" (lat.: Geschlechtlichkeit) als erste Aussage: *„… das auf die Befriedigung der sexuellen Bedürfnisse und die geschlechtliche Vereinigung gerichtete Verhalten bei Menschen und Tieren …"*

Allerdings wird die Definition dann erweitert: *„Die Sexualität des Menschen geht weit über das hinaus, was mit der Lust und den Aktivitäten in Abhängigkeit vom Funktionieren der Geschlechtsorgane zusammenhängt; sie ist ein wesentlicher Bestandteil seiner Gesamtpersönlichkeit. Ein besonderes Phänomen der menschlichen Sexualität ist die Erotik, die als umfassende Sensibilisierung psychischen und physischen Erlebens über die unmittelbare Bedürfnisbefriedigung hinausgeht"* (Brockhaus multimedial 2000).

Pflegende und Patienten sind Mitglieder dieser Gesellschaft und damit durchaus mit der öffentlichen Sicht von Sexualität als Geschlechtsakt vertraut. Von daher ist es verständlich, wenn ein Zusammenhang zwischen Pflege und Sexualität abgelehnt wird. Andererseits gibt es Befragungen, aus denen hervorgeht, dass Sexualität und Intimität im Privatleben in der Regel umfassender verstanden werden, wie auch im zweiten Teil der Brockhaus-Definition beschrieben: Zum Umfeld und Erleben von Sexualität gehören demnach positive emotionale Bedürfnisse und Erfahrungen wie Zärtlichkeit, Vertrauen, Geborgenheit, Körperkontakt, Zufriedenheit, Berührung, Zuneigung, Nähe und Erotik, aber auch negative Gefühle wie Scham, Peinlichkeit, Angst, Ekel, Schmerz, Bedrängnis, Aggression und Machtmissbrauch.

Diese Gefühlspalette ist den Pflegenden aus der täglichen Arbeit vertraut, gute Pflege basiert geradezu auf der Wahrnehmung der verschiedenen Gefühle, die in vielen Fällen nur über die Körpersprache ausgedrückt werden (können). Von daher ist Nele Koch (1990) zuzustimmen, nach deren Ansicht Sexualität eine ausdrücklich kommunikative Dimension hat: *„Sexualität hat neben der biologischen und körperlichen Dimension auch eine psychische und zwischenmenschlich-kommunikative … Sexualität bedeutet Körpersprache, um die Bedürfnisse nach Vertrauen, Geborgenheit und Bestätigung auszudrücken. In diesem Sinne umfasst Sexualität den ganzen Menschen."*

Für Stefan Zettl (2000) gilt, dass das sexuelle Verhalten von Menschen Ausdruck ihrer Lebensgeschichte ist: *„In der Art, wie sich ein Mensch sexuell verhält und wie er sexuell empfindet, spiegeln sich neben den biologischen Faktoren seine bisherige Lebensgeschichte, seine individuellen Erfahrungen sowie die besonderen gesellschaftlichen Umstände, unter denen er aufgewachsen ist und bisher gelebt hat."* Inwieweit diese Aussage als relevant für die Pflege anerkannt werden kann, hängt davon ab, ob akzeptiert wird, dass sich auch Patienten und Pflegende und andere Berufstätige im Krankenhaus im weitesten Sinne „sexuell", also als Frau oder Mann verhalten.

Lernaufgabe

Reflektieren Sie Ihr eigenes Verständnis von Sexualität und Erotik. Folgende Fragen können dabei helfen: Welches Verhältnis habe ich selbst zu meinem Körper, meiner Sexualität? Wieweit beeinflusst meine Sexualität mein Selbstverständnis, meine Identität als Mann oder Frau? Habe ich einen eher engen oder eher weit gefassten Begriff von Sexualität? Kann ich mit meinem Partner, meiner Partnerin offen über sexuelle Wünsche und Bedürfnisse sprechen?

18.3 Pflege – ein Berührungsberuf

Die Pflege ist ihrem Wesen nach ein Berührungsberuf. Aus der Entwicklungspsychologie ist bekannt, dass körperliche Nähe und Hautkontakte zu den elementarsten menschlichen Bedürfnissen zählen und im Säuglingsalter überlebenswichtig sind. Auf Neugeborenen-Intensivstationen hat man sehr gute Erfahrungen damit gemacht, wenn die Babys nackt auf den Bauch der Mutter oder des Vaters gelegt werden.

Doch nicht nur für Kleinkinder ist die Berührung, der Körperkontakt wichtig. Der Tastsinn, das Berührungsempfinden bleibt bei den meisten Menschen auch im Falle schwerer Krankheit oder hohem Lebensalter erhalten, wenn andere Sinnes-

organe wie Hören, Sehen oder Sprechen versagen, und ist damit vielfach die einzige Möglichkeit, mit den Betroffenen in direkten Kontakt zu treten. Darauf gründet z. B. die Basale Stimulation, die insbesondere im Schwerstbehinderten- und Intensivbereich zunehmend Anerkennung findet.

Andererseits gibt es ganz klare, individuell und gesellschaftlich anerkannte Grenzen von Nähe und Berührung. Diese werden in der Pflege regelmäßig durchbrochen. Die Entscheidungsfreiheit darüber, wie viel körperliche Nähe bzw. Berührung zugelassen wird, ist im Krankenhaus deutlich reduziert und zwar sowohl auf Seiten der zu Pflegenden als auch auf Seiten der Pflegenden selbst.

18.3.1 Nähe und Distanz

Einander fremde Menschen vermeiden normalerweise Berührungen. Selbst in sehr vollen Aufzügen oder öffentlichen Verkehrsmitteln sind die Menschen darauf bedacht, einander nicht zu nahe zu kommen. Kommt es dennoch zu einem Körperkontakt, reagieren die meisten „peinlich berührt". Man entschuldigt sich, meidet den Blick zum Anderen, um nicht aufdringlich zu wirken und ist erleichtert, wenn die zwangsweise Nähe verlassen werden kann.

Das Berührungstabu ist allgemein verbreitet und anerkannt, Ausnahmen gibt es nur im innerfamiliären Bereich oder bei ritualisierten Anlässen (z. B. zur Begrüßung die Hand geben oder bei Tanz- und Sportveranstaltungen). Nur engste Vertraute dürfen einander sehr nahe kommen. Gute Freunde halten einen Abstand von etwa 50 cm, im Beruf oder bei gesellschaftlichen Anlässen werden 1 bis 3 m Abstand als angemessen wahrgenommen. Dabei bleibt den Menschen i. d. R. die freie Entscheidung darüber, wie viel Nähe sie haben möchten oder nicht, sie können sich auch entziehen.

Pflegende zählen weder zu den engsten Vertrauten der Patienten noch halten sie in der Arbeit den üblichen Abstand ein. Im Gegenteil, direkte Pflege, also die Unterstützung bei der Körperpflege, der Ausscheidung, der Mobilisation, des An- und Auskleidens greift fundamental in die normalerweise tabuisierte körperliche Sphäre fremder Menschen ein (▶ Abb. 18.1).

Konstitutive Grenzüberschreitungen in der Pflege

Zusätzlich sind die Aktivitäten des täglichen Lebens Verrichtungen, die für die meisten Menschen zu den selbstverständlichsten Angelegenheiten der Welt zählen,

Abb. 18.1 Pflegende berühren die Patienten am ganzen Körper und haben Zugang zu allen Körperöffnungen, es geht an die nackte, ungeschützte Haut.

bis jemand nicht mehr in der Lage ist, dieser Selbstverständlichkeit eigenständig und eigenhändig nachzukommen. Dafür gibt es die professionelle Pflegearbeit. Die Pflege greift also nicht nur in den körperlichen Bereich, sondern auch in das Selbstverständnis der hilfebedürftigen Menschen ein und auch das ist unvermeidlich – d. h., der Pflegeberuf ist seinem Wesen nach dazu bestimmt, Grenzen zu überschreiten, die Grenzüberschreitung ist konstitutiv, sie gehört unabdingbar zum Beruf (Hofmann 2001).

Das gilt allerdings nicht nur für die Grenzen der Patienten, es gilt genauso für die eigenen Grenzen der Pflegenden. Auch zum Selbstverständnis derjenigen, die den Pflegeberuf erlernen, gehört der Respekt vor der körperlichen Unberührbarkeit fremder Menschen. Vor allem junge – und das bedeutet sich ihrer Grenzen oft noch sehr unsicherer – Menschen gehen in den Pflegeberuf und zu den ersten Tätigkeiten, die sie übernehmen, gehört die direkte Pflege fremder Menschen aller Altersstufen.

Die Ausbildung im Pflegeberuf beginnt also damit, eigene erlernte und schützende Hemmschwellen und Grenzen überwinden zu müssen und entgegen jeder gesellschaftlichen Norm anderen Menschen sehr nahe zu kommen und sie überall zu berühren. Auch die eigene Grenzüberschreitung ist für den Pflegeberuf konstitutiv.

Man kann wohl davon ausgehen, dass Pflegende, die sich diesen Beruf ausgewählt haben, grundsätzlich gerne in Kontakt zu anderen Menschen treten, sonst hätten sie sich einen anderen Arbeitsbereich gesucht. Allerdings dürften sich die Wenigsten damit auseinandergesetzt haben, welche Gefühle und Emotionen die berufsbedingte Grenzüberschreitung im Einzelfall hervorrufen kann. Auch Pflegende sind Frauen und Männer mit ihren eigenen, ganz unterschiedlichen sexuellen Erlebensweisen und persönlichen Erfahrungen. Es ist falsch anzunehmen, dass die äußere Schutzkleidung die Professionellen automatisch vor ihren eigenen Gefühlen schützt, wie folgende Geschichten zeigen:

▶ **Beispiel 1.** Eine Krankenschwester berichtet, wie sie einen 21-jährigen Patienten mit einer Querschnittlähmung gewaschen und gebettet hat. „Während der Intim- und Katheterpflege erigierte sein Glied in meinen Händen. Ich war so verdutzt, als hätte ich das noch nie vorher erlebt und wusste im Moment überhaupt nicht, wie ich damit umgehen soll. Mir war unbehaglich zumute, zumal ich mich durch den Patienten beobachtet fühlte. Ich merkte, wie ich errötete und das machte mich zusätzlich zu meiner Verlegenheit noch wütend."

▶ **Beispiel 2.** Ein Krankenpfleger schildert im Rahmen einer Fortbildungsveranstaltung seine Konflikte mit eigenen lustvollen Empfindungen, die er als Mitarbeiter einer chirurgischen Intensivstation manchmal bei der Körperpflege junger Patientinnen habe*: „Ich weiß, dass diese Gefühle bei der Arbeit eigentlich nichts zu suchen haben – aber ich bin doch kein Neutrum!"* (Zettl 1992)

Bei diesen Beispielen wird deutlich, wie auch Pflegende als Berührungsroutiniers unvermutet in Situationen kommen, in denen erotische und sexuelle Momente eindeutig eine Rolle spielen und sie nicht automatisch wissen, wie sie damit umgehen sollen. Nahezu alle Pflegenden machen früher oder später Erfahrungen dieser oder ähnlicher Art, wie Untersuchungen von Klass-Siegel u. a. (1992) und Stemmer (2001) zeigen.

Lernaufgabe

Überlegen Sie an Hand der aufgeführten Beispiele, wo Sie Ähnliches erlebt haben. Wie haben Sie reagiert? Welche Gefühle wurden wachgerufen? Halten Sie diese Gefühle für unprofessionell? Haben Sie mit Kollegen darüber gesprochen? Hat eine solche oder ähnliche Erfahrung Ihr Verhältnis im Umgang mit Patienten verändert? Wenn ja, wie?

18.3.2 Erlebnisweisen von Berührung

Generell reagieren Menschen auf Berührungen sehr unterschiedlich. Die gleichen Berührungen können als tröstlich, behütend, Zeichen von Zuneigung, stimulierend und erotisierend, aber genauso als übergriffig, peinlich, eklig und widerwärtig erlebt werden. Das hängt von verschie-

denen Faktoren ab: der Art der Berührung, ob feinfühlig zugewandt oder grob anfassend; den Körperteilen, ob man die Hand oder den Kopf oder den Intimbereich anfasst und von der Beziehung zwischen den Beteiligten, also Zuneigung oder Abneigung. Es hängt ebenso ab von der eigenen Körperbeziehung, ob man seinen Körper mag oder eher ablehnt, sowie von der eigenen Lebensgeschichte und den persönlich gemachten positiven oder negativen Erfahrungen. Auch die jeweilige Tagesstimmung und aktuelle Situation spielen eine Rolle.

Manchen Menschen ist körperlicher Kontakt sehr wichtig, sie suchen die Nähe und empfinden Berührung als tröstlich und heilsam, andere sind dagegen grundsätzlich berührungsscheu und versuchen sie möglichst zu vermeiden, gehen innerlich und äußerlich auf Distanz. Wie unterschiedlich das gleiche Vorgehen von zwei verschiedenen Personen bewertet werden kann, zeigt folgendes Beispiel.

Beispiel Atemstimulierende Einreibung

Zwei Pflegeschülerinnen eines Ausbildungskurses berichten nacheinander von ihrer Erfahrung mit atemstimulierender Einreibung.

Die Erste schildert, wie angenehm sie die Nähe zum Patienten erlebte und die positive Erfahrung, als sie merkte, wie der Patient sich allmählich entspannte und er danach berichtete, wie seine Schmerzen nachgelassen hätten. In der Konsequenz will diese Schülerin die Pflegemethode möglichst oft einsetzen.

Die Zweite dagegen beschreibt, wie ihr die Nähe der atemstimulierenden Einreibung viel zu intim wurde, wie es sie davor ekelte und sie mittendrin abbrechen musste, weil ihr die Luft wegblieb und sie auf den Patienten, der es wohl als angenehm erlebt hatte, aggressiv reagierte. Sie zieht daraus die Konsequenz, diese Methode sicher nicht wieder einzusetzen. Sie berichtet auf Nachfrage, dass ihr das ganze Verfahren zu „sexuell“ geworden sei.

Im Falle der zweiten Pflegeschülerin hat diese anerkannte Pflegetechnik – zumindest in der Anwendung bei einem männlichen Patienten – eindeutig ihre persönliche Grenze überschritten. Auch ohne Patienten danach zu befragen, kann man davon ausgehen, dass die atemstimulierende Einreibung auch von diesen sehr verschieden aufgenommen werden dürfte. Die Geschichte weist zudem darauf hin, dass professionelle Pflegearbeit durchaus davon abhängt, wie weit eine Pflegehandlung mit Intimität und Sexualität in Verbindung gebracht wird.

Innere Distanz versus einfühlsame Zuwendung

Eine Möglichkeit von Pflegenden, mit für sie schwieriger Nähe umzugehen, besteht darin, Patienten mit innerer Distanz zu begegnen. Oft ist diese Verhaltensweise eine ursprüngliche Schutzreaktion vor eigenen Gefühlen, die sich im Laufe der Zeit verselbständigt. Bei distanzierter Pflegehaltung wird eine innere Beziehung in Form von Zuwendung und Empathie zum Patienten vermieden. Viele Pflegende setzen eine distanzierte Haltung mit einer professionellen Haltung gleich, weil damit eigene Gefühle vermieden oder verdrängt werden können. Damit geht allerdings auch Empathiefähigkeit als wesentliches Element pflegerischer Beziehung verloren.

Bei Elsbernd u. Glane (1996) beschreiben interviewte Patientinnen, wie sie gerade junge Pflegende als wenig rücksichtsvoll und sehr distanziert erlebten. Beispiele: *„Man hat das Gefühl, man fällt denen richtig lästig.“* oder *„Da waren also sehr viele junge Schwestern, die also wirklich kein Einfühlungsvermögen hatten, von Zuwendung war da wenig zu spüren.“* In diesen Patientenaussagen wird deutlich, dass innere Distanz der Pflegenden bei äußerer Nähe gerade nicht als hilfreich, sondern vielmehr als verletzend erfahren wird. Die folgende Geschichte weist dagegen auf einfühlsame Zuwendung hin:

▶ **Beispiel.** Eine alte Dame, klein und zierlich, Zustand nach Reanimation, liegt angespannt und verloren in ihrem Bett, kaum sichtbar inmitten der üblichen Intensivapparaturen. Sie spricht über Tage kein Wort, schaut nur mit großen ängstlichen Augen um sich. Die betreuende Intensivschwester lässt sich von der Verlorenheit berühren, setzt sich zu der Patientin an das Bett, legt ihr behutsam den Arm um die Schulter und streichelt sie vorsichtig. Allmählich spürt sie, wie die alte Dame sich entspannt, den Kopf an die Schulter der Schwester legt. Kurze Zeit darauf stirbt sie.

Merke

Körperliche Nähe und Berührung werden von Menschen sehr verschieden erlebt. Berührungen können Wärme und Geborgenheit vermitteln, aber auch als übergriffig erlebt werden. Distanziertes Verhalten von Pflegenden wird überwiegend als verletzend wahrgenommen.

18.4 Patientenabhängigkeit

Menschen, die intensivpflichtig sind, befinden sich in einer absoluten Extremsituation. Oft werden sie überfallartig durch Unfall oder akute Erkrankung aus einem gesunden, selbstständigen Leben herausgerissen und mit lebensbedrohlichen Zuständen auf die Intensivstationen katapultiert. Sie sind hochgradig abhängig, nicht nur von den medizinisch-technischen Apparaturen, sondern auch von der Art, wie die Professionellen mit ihnen umgehen. Sie erleben, wie ihnen das Bewusstsein schwindet bzw. die Vorgänge um sie herum völlig ihrem Einfluss entzogen sind.

Häufig sediert, analgesiert und relaxiert, mit venösen und arteriellen Zugängen gespickt, intubiert und beatmet, umgeben von blinkenden und piepsenden Geräten, teilweise auch fixiert, verlieren sie nicht nur die räumliche und zeitliche Orientierung, sondern auch das (positive) Gefühl für ihren Körper. Ihr Körper gehorcht ihnen nicht mehr, fügt ihnen Schmerzen zu und wird zum bearbeitbaren Objekt für die Professionellen. Die Patienten liegen unter der Decke oft nackt oder nur mit Flügelhemd bekleidet in ihren Betten und sind ihrer Umgebung, den fremden Pflegenden und Ärzten sowie deren Blicken und Handlungen weitestgehend und nahezu wehrlos ausgeliefert (▶ Abb. 18.2).

Von außen ist vielfach nicht erkennbar, ob und wie viel insbesondere bewusstlose oder traumatisierte Patienten tatsächlich konkret wahrnehmen. Patientenerzählungen und (Auto-)biografien wie von Strätling-Tölle (2000), Pantke (2002) oder Peinert u. Esan (1998) weisen darauf hin, dass vieles, was in der Realität passiert, wahrgenommen wird, sich aber teilweise verfremdend mit eigenen Fantasien und belastenden Träumen vermischt.

Abb. 18.2 Die Patienten sind häufig nur wenig abgedeckt und den Blicken und Handlungen des medizinischen Personals ausgeliefert.

18.5 Grenzüberschreitung – Grenzkonflikte

Wie bereits ausgeführt, gehören physische Grenzüberschreitungen grundsätzlich zum Berufsbild der Pflege und werden unter dieser Rücksicht weitgehend akzeptiert und bei sicherer Handhabung i. d. R. auch von Patientenseite wesentlich als Routine und neutral verstanden.

Allerdings gibt es immer wieder Situationen, die von der einen oder anderen Seite als übergriffig im Sinne von zu weit gehend erlebt oder interpretiert werden. Diese lösen dann Schamgefühle, Ekel oder Peinlichkeit aus – auf Seiten der Pflegebedürftigen ebenso wie auf Seiten der Pflegenden. Grundsätzlich versuchen sich Menschen vor unangenehmen Gefühlen zu schützen, umso mehr, wenn Angst vor dem Ausgeliefertsein zusätzlich eine Rolle spielt. Gerade Menschen, die z. B. aus Krankheitsgründen nicht (mehr) in der Lage sind, ihre Gefühle unter Kontrolle zu halten und sich auch nicht sprachlich äußern können, reagieren nicht selten mit mehr oder weniger heftigen körperlichen Abwehrreaktionen.

18.5.1 Scham

Gröning (2000) beschreibt Scham folgendermaßen: *„Das Wort Scham stammt von einer alten germanischen Wurzel und bedeutet so viel wie zudecken, verbergen. … Das Sich-Schämen ist eine existentielle Grunderfahrung: Wir wollen in den Boden versinken oder wir erröten vor Scham, wir suchen wie die Maus das Loch und schlagen die Augen nieder. Wer sich schämt, der verachtet sich und ist sich selbst fremd geworden. … Wir schämen uns, wenn unser aktuelles Selbst von unserem Selbstbild abweicht … das eigentlich Unerträgliche der Scham entsteht in der Angst vor der Verachtung durch andere … Scham ist verbunden mit Schwäche und mangelnder Autonomie …“*

Erfahrungen des Sich-Schämens prägen sich tief ein und bleiben lange haften. Insofern ist es wichtig, dass Pflegende immer darauf bedacht sind, Patientinnen und Patienten, aber auch sich selbst vor beschämenden Situationen zu bewahren. Dazu zählen

- Schutz der Intimsphäre,
- Vermeidung verächtlicher Äußerungen und
- Respekt vor den eigenen psychischen und physischen Grenzen sowie der Grenzen des anderen.

18.5.2 Sexuelle Belästigung

Definition

„Als sexuelle Belästigung wird ein breites Spektrum an Verhaltensweisen angesehen, das von sexistischen Sprüchen, Annäherungsversuchen, anzüglichen Witzen, Bildern usw. bis hin zu körperlichen Übergriffen reicht. Sexuelle Belästigung ist immer einseitig unwillkommenes und unerwünschtes Verhalten, das von den betroffenen Frauen, aber genauso von betroffenen Männern als beleidigend oder herabwürdigend empfunden wird. Die Bewertung ist subjektiv unterschiedlich.“ (Stuck, zit. n. Stemmer 2001)

Zu den Erfahrungen der meisten Pflegenden gehören auch Grenzverletzungen durch Patienten und Patientinnen. Die häufigsten Varianten sind körperliche Reaktionen wie die Erektion des Glieds, das Festwerden der Brustwarzen oder lustvolle bzw. anzügliche Äußerungen bei pflegerischen Handlungen. Dies löst besonders bei Gegengeschlechtlichkeit häufig Verlegenheit und Hilflosigkeit auf Seiten der Pflegenden aus. Solange aber die Interpretation dahin geht, dass dies unabsichtlich geschieht und auch den Betroffenen selbst eher peinlich ist, bleibt zwar die Konfrontation mit der Sexualität ein Faktum, doch es gibt keine aggressive Schuldzuweisung. Anders im Falle unterstellter oder tatsächlicher Absichtlichkeit wie im Folgenden beschrieben.

Beispielhafte Pflegesituationen

Übergriffe von Patienten

Grundsätzlich gibt es in der Pflege zahlreiche Situationen, in denen Berührungsversuche von Patienten nicht eindeutig zugeordnet werden können. Das führt zu teilweise erheblichen Verunsicherungen.

► **Beispiel.** Ein Patient, Ende 40, mit Leberzirrhose und Zustand nach rezidivierender Ösophagusvarizenblutung, fasst der Pflegenden beim Seitenlagern an die Brust. Sie ist sich nicht sicher, ob er es mit Absicht macht, empfindet aber heftigen Zorn über die „Anmache“. Sie packt seine Hand, legt ihn auf den Rücken zurück und verlässt das Zimmer.

Lernaufgabe

Wie interpretieren Sie die beschriebene Situation? Wie würden Sie an Stelle der Pflegerin reagieren? Scheint es Ihnen hilfreich, Patienten und Patientinnen auf übergriffiges Verhalten anzusprechen? Besprechen Sie derartige Vorfälle im Team oder machen Sie das mit sich alleine aus?

► **Verhaltensstrategien.** Das Nichtansprechen von als übergriffig erlebten Situationen ist nach Stemmer (2001) weit verbreitet. In ihrer Untersuchung stellt sie fest, dass eine Versprachlichung sexuell unangenehm erlebter Situationen den meisten der befragten Pflegenden unvorstellbar scheint. Lieber werden die Belästigungen ignoriert oder auf das Krankheitsbild geschoben. Erschwert wird eine deutliche Konfrontation auch wegen des Gefühls eigener Mitschuld, z. B. durch einen besonders vertrauten (distanzlosen) Umgang mit den Patientinnen oder Patienten oder auch wegen bestehender Unsicherheit darüber, wo die Grenzen der Patientenbedürfnisse liegen, die es pflegerisch zu erfüllen gilt.

Grundsätzlich gilt, dass eine klare Konfrontation der betreffenden Person mit dem erlebten Verhalten und eine klare Zurückweisung sexueller „Anmache“ entsprechende Vorfälle deutlich reduzieren. Es ist ein Zeichen der Achtung vor sich selbst, sexuelle Belästigung nicht einfach zu ignorieren bzw. schweigend auszuhalten, sondern durch offene Aussprache die eigene Integrität wieder herzustellen.

Merke

Bei sexueller Belästigung ist eine höfliche, aber bestimmte Konfrontation der betreffenden Person mit ihrem unangemessenen Verhalten die sicherste Weise, eine Wiederholung zu vermeiden.

Übergriffe von Pflegenden

Umgekehrt sind auch Pflegende nicht davor gefeit, Situationen auszunutzen. Das ist insofern problematisch, als sich Patientinnen und Patienten speziell auf Intensivstationen in einer hochgradigen Abhängigkeitssituation befinden.

► **Beispiel.** Ein Krankenpfleger und eine Krankenpflegerin haben Nachtdienst auf der Intensivstation. Eine junge Frau (19 Jahre), Zustand nach Schädel-Hirn-Trauma liegt im Durchgangssyndrom auf der Station. Die Frau ist unter der Bett-

decke nackt, die Decke strampelt sie permanent weg. Die beiden Pflegenden decken sie mehrfach erfolglos zu. Es ist eine ruhige Nacht, irgendwann bleiben sie am Bett stehen, betrachten den nackten Körper der Frau und unterhalten sich darüber, was für eine schöne Figur sie habe und ob sie sich wohl mit Absicht immer frei strampeln würde. Die Atmosphäre ist erotisch gefärbt, die Pflegenden sind positiv stimuliert.

Lernaufgabe

Diskutieren Sie im Kollegenkreis das aufgeführte Beispiel und beantworten Sie folgende Fragen: Welche Empfindungen löst die Geschichte bei Ihnen aus? Wie bewerten Sie das Verhalten der beiden Pflegenden? Sehen Sie in diesem Verhalten eine Verletzung der Patientenwürde?

18.5.3 Sexualität und Gewalt

Sowohl für Patienten als auch für Pflegende gilt, dass sie – besonders im Falle unvermuteter körperlicher Grenzüberschreitung – mit gewalttätiger Abwehr reagieren (können). Der Schreck, wenn einem eine fremde Person zu nahe kommt, kann erheblichen Widerstand und Gegenwehr auslösen. So wäre z. B. zu überlegen, ob Menschen im Durchgangssyndrom manchmal auch deswegen um sich schlagen, weil sie sich auf einer sexuellen Ebene bedroht fühlen. Vielleicht könnte manche Patientenfixierung und -sedierung reduziert werden, wenn diesem Aspekt mehr Aufmerksamkeit geschenkt würde. Das gilt allerdings nicht nur für Patienten mit Wahrnehmungsstörungen.

Beispielhafte Pflegesituation

Eine Frau. Mitte 50, gut ansprechbar, braucht einen Blasendauerkatheter. Eine Pflegeschülerin klärt sie darüber auf und die Patientin gibt ohne zu zögern ihr Einverständnis. Kurz danach kommt ein Pfleger und will den BDK in Anwesenheit der Schülerin legen. Die Frau lehnt es ab mit der Begründung, sie wolle sich den Katheter nur von einer Frau legen lassen. Als der Pfleger mit der Bemerkung: „Ich kann das genau so gut!“, beginnt sie abzudecken, wehrt sich die Patientin. Der Pfleger holt sich zwei weitere Pflegepersonen zu Hilfe, diese halten die Frau fest, die inzwischen laut zu schreien und zu schlagen begonnen hat, spreizen ihre Beine und der Pfleger führt die Katheterisierung durch.

Erklärungsversuch

Angesichts dieser (wahren) Begebenheit stellt sich die Frage, was in den betreffenden Pflegepersonen vorgeht, wenn sie bar jeglichen Einfühlungsvermögens und Verständnisses für die Patientin eine Pflegemaßnahme mit Gewalt durchführen. Eine Erklärungsmöglichkeit besteht darin, dass es für manche Pflegende mit der frühen, häufig unreflektierten berufsbedingten Erfahrung notwendiger Grenzüberschreitung schwierig wird, zu unterscheiden, dass es dennoch Grenzen gibt, die unbedingt einzuhalten sind.

In der Psychoanalyse kennt man den Zusammenhang zwischen verdrängten – weil schmerzhaften – Gefühlen, einer daraus resultierenden „Gefühlskälte“ sowie entsprechenden unsensiblen Verhaltensweisen sehr gut. Die Abläufe sind eigentlich gut erforscht; leider werden sie bislang in der Pflegeausbildung zu wenig berücksichtigt. Vereinfacht dargestellt lässt sich der Mechanismus etwa folgendermaßen beschreiben: Wer schmerzhafte, unangenehme Gefühle und Emotionen verdrängt, sich hinter einem Gefühlspanzer versteckt, um sich zu schützen, der kann und darf auch die Gefühle anderer Menschen nicht mehr wirklich zur Kenntnis nehmen, weil sie sonst die eigenen verdrängten Emotionen wieder an die Oberfläche führen würden. Das führt im schlimmsten Fall zu Gewaltanwendung in der Pflege, ohne dass sie als solche auch nur wahrgenommen wird.

Verhaltensstrategien

Das Bedürfnis, die oft schwierigen Gefühle in der täglichen Pflegearbeit zu verdrängen, ist nachvollziehbar. Andererseits zeigt die Erfahrung, dass verdrängte Gefühle sich auf andere Weise Bahn schaffen und damit einem professionellen Verhalten entgegenstehen.

Eine professionelle Haltung in der Pflege entwickeln bedeutet, sich auf eine Beziehung zu den Menschen einzulassen, den Patientinnen und Patienten wirklich zuzuhören, auf ihre verbalen und nonverbalen Aussagen einzugehen und auch schmerzhaften Emotionen Platz zu lassen. Dies setzt voraus, die eigenen Gefühle wahr und ernst zu nehmen und sich damit auseinanderzusetzen. Gefühle wie Scham, Peinlichkeit, Ekel, Widerwillen, Lust und Erotik sollten auch in der Pflege ihren besprechbaren Platz finden (▶ Abb. 18.3).

Abb. 18.3 Professionelle Pflege bedeutet, auf den Patienten einzugehen und zuzuhören.

18.6 Sexualität und Sprache

Entgegen dem in der Öffentlichkeit vermittelten Bild, wonach über Sexualität eher freizügig gesprochen werden kann, lässt sich dies für konkrete Situationen nicht bestätigen. Vielmehr zeigt sich in Unterrichts- und Seminarsituationen überdeutlich, welche Hemmschwellen es unvermindert bei diesem Thema gibt. Sexualität bzw. sexuelles Erleben und Verhalten wird auch heute noch weitgehend dem persönlichen, intimen Bereich zugerechnet. Insofern sind inhaltliche und sprachliche Blockaden verständlich und nachvollziehbar, zumal es den klaren Wunsch gibt, *„sexuelle Aspekte aus der Pflege fernzuhalten“* (Stemmer 2001). Andererseits zeigt die Realität, dass Wunsch und Wirklichkeit hier nicht übereinstimmen.

Pflegende erleben – oft unbewusst – ein breites Spektrum an Beobachtungen und emotionalen Empfindungen, die mit Geschlechtlichkeit anderer Personen und auch ihrer eigenen zu tun haben. Sexualität im hier verstandenen Sinne umfasst Körperkontakte, Beziehungen sowie alle Regungen und Fantasien, die auftreten können, wenn Menschen sich als männliche oder weibliche Personen, also als geschlechtlich wahrnehmen. Gleichzeitig fällt es nicht leicht, eine Sprache bzw. Begrifflichkeiten zu finden, die diese Erfahrungen widerspiegeln bzw. besprechbar machen.

Wenn Worte fehlen, stehen dahinter oft eine Hemmung und ein unbeholfener Umgang mit dem Thema selbst. Das Vokabular für sexuelle Aspekte ist entweder dem medizinisch-biologischen Wortschatz entnommen und bewegt sich damit auf einem betont sachlich-distanzierten Feld oder rutscht ab ins Vulgäre mit dem Ergebnis, dass Aussagen als schlüpfrig und zweideutig wahrgenommen werden. Grundsätzlich besteht das Risiko, dass in Worte gefasste Erfahrungen mit Sexualität in der Pflege ins Lächerliche gezogen werden, um eigene Verlegenheit oder Peinlichkeit zu überdecken.

Es ist bisher offensichtlich noch nicht gelungen, eine hilfreiche Sprache für sexuelle Aspekte im pflegerischen Bereich zu entwickeln. Wofür es aber keine ent-

sprechende Sprache gibt, darüber kann auch kaum gesprochen werden. Die Verbalisierung des Themas Sexualität in der Pflege wäre aber die Voraussetzung dafür, sich über sexuell affektierte Situationen zu verständigen und damit einen Weg zu schaffen, unangenehme Erfahrungen wenigstens sprachlich und damit teilweise auch emotional zu bewältigen (Stemmer 2001).

Praxistipp

Versuchen Sie, eine selbst erlebte sexuell getönte Pflegeerfahrung im Team zu besprechen. Achten Sie dabei auf Ihre Sprache sowie die Wortwahl der anderen.

18.7 Krankheit und Sexualität

Krankheiten, Unfallverletzungen, chronische Schmerzen und therapeutische Maßnahmen führen häufig zu Veränderungen im Aussehen, im psychischen Erleben und Verhalten, zu bleibenden Behinderungen. Es ist nachvollziehbar, dass diese Veränderungen teilweise massive Beeinträchtigungen und Funktionsstörungen im Sexualleben hervorrufen können und damit eine gewünschte sexuelle Beziehung verhindern oder zumindest schwer beeinträchtigen.

18.7.1 Situation des Patienten

Auf den Intensivstationen überwiegen schwerste Krankheitszustände mit lebensbedrohlichen Aussichten. Insofern ist die Wahrscheinlichkeit, dass sich Intensivpatienten Sorgen um ihre Sexualleben machen nicht sehr hoch, weil Schmerz und Überlebensangst zu diesem Zeitpunkt alles andere weitgehend auslöschen dürfte. Auch Menschen, die postoperativ nur für kurze Zeit auf die Intensivstation zur Überwachung kommen, dürften primär andere Sorgen haben. Insofern stellt sich die Frage, ob und wie weit die Sexualität der Patienten ein Thema ist, dem sich die Pflege im Intensivbereich annehmen sollte. Folgendes Beispiel soll der Reflexion dienen.

► **Beispiel.** Ein 56-jähriger Mann liegt nach schwerem Herzinfarkt auf der Intensivstation. Der Infarkt passierte kurz nach dem Geschlechtsverkehr mit seiner Partnerin. Für Herrn Hagen gehörte bislang ein geregeltes Sexualleben selbstverständlich zu seinem Wohlbefinden. Nach Abklingen der akuten Schmerzphase quält ihn die Angst, entweder auf sein Sexualleben verzichten oder einen erneuten Infarkt in Kauf nehmen zu müssen. Beides scheint ihm unerträglich.

Lernaufgabe

Im angloamerikanischen Raum gehört Sexualberatung zum Aufgabenbereich der Pflege. In Deutschland wird dies bislang nicht so gesehen, obwohl der Anspruch ganzheitlicher Pflege dies implizieren würde. Diskutieren Sie an Hand des Beispiels mit Ihren Kolleginnen und Kollegen, ob Sie es als Teil Ihres Aufgabenbereiches ansehen, grundsätzlich mit Patienten über deren Ängste und Befürchtungen im sexuellen Bereich zu sprechen.

18.7.2 Raum für Intimität

Eine andere Ebene betrifft die Frage, ob es auf Intensivstationen Raum für Intimität gibt bzw. geben sollte. Dies bezieht sich v. a. auf die Möglichkeit eines nahen, vor Blicken geschützten Körperkontaktes von Angehörigen mit Patienten und Patientinnen. Körperliche Nähe, Hautkontakt und vertraute Gerüche wirken oft beruhigend und heilsam; auf Neugeborenen-Intensivstationen wird diese Erkenntnis zunehmend umgesetzt. Früher häufig geäußerte Bedenken im Hinblick auf Hygieneaspekte erwiesen sich in diesem Zusammenhang als vernachlässigbar.

Im Erwachsenenbereich wird diese Ebene bislang ausgeklammert. Dabei scheint es naheliegend, dass enger Körperkontakt mit den Lebenspartnern und -partnerinnen besonders von Langzeitpatienten nach Abklingen der Akutphase, aber auch von den Angehörigen durchaus erwünscht sein könnte. Zwar flößen die vielen Geräte und Schläuche, die normalerweise einen Intensivaufenthalt begleiten, den meisten Angehörigen angstmachenden Respekt ein, andererseits wäre auch folgendes (fiktive) Szenario denkbar:

► **Beispiel.** Ein 30-jähriger Mann liegt nach einem Motorradunfall mit Schädel-Hirn-Trauma seit 6 Wochen auf der Intensivstation. Die akuten Gefährdungen sind vorbei, der Mann ist zwar beatmet, aber kreislaufstabil und benötigt keine Katecholamine mehr. Er ist weitgehend bei Bewusstsein, aber offensichtlich gibt es noch deutliche Wahrnehmungsbeeinträchtigungen. Seine Frau besucht ihn täglich. Als sie sieht, dass immer weniger medizinische Maßnahmen und Apparaturen erforderlich sind, bringt sie folgenden Wunsch bei den Pflegenden vor: „Ich möchte mich heute für eine Stunde möglichst ungestört zu meinem Mann ins Bett legen und ihn einfach spüren lassen, dass ich ihm nahe bin. Würden Sie mir dabei bitte helfen?“

Lernaufgabe

Würden Sie dem Wunsch der Frau nachkommen und sie dabei unterstützen? Welche Bedenken hätten Sie? Sind diese eher moralischer Natur oder hätten Sie Befürchtungen wegen der Beatmung oder der Hygiene? Besprechen Sie das fiktive Beispiel in Ihrem pflegerisch-ärztlichen Team und überlegen Sie gemeinsam, ob Sie bereit wären, Patienten und Angehörigen diese Möglichkeit grundsätzlich zu eröffnen.

18.8 Leseservice

18.8.1 Literatur

Brockhaus multimedial. 2000

Gröning K. Entweihung und Scham. 2. Aufl. Frankfurt a. M.: Mabuse; 2000

Hofmann I. Konstitutive Grenzüberschreitung im Pflegealltag. intensiv 2001; 9: 251

Pantke KH. Locked-in. Gefangen im eigenen Körper, 3. Aufl. Frankfurt a. M.: Mabuse; 2002

Peinert D, Esan S. Aus dem Gleichgewicht, 2. Aufl. Frankfurt a. M.: Mabuse; 1998

Stemmer R. Grenzkonflikte in der Pflege. Frankfurt a. M.: Mabuse; 2001

Strätling-Tölle H, Hrsg. 50 Tage intensiv. Oder: Die menschliche Würde im Krankenhaus. Frankfurt a. M.: Mabuse; 2000

Zettl S. Patienten im Krankenhaus – Menschen ohne Geschlecht? DKZ 1992; 45: 169

Zettl S. Krankheit, Sexualität und Pflege. Stuttgart: Kohlhammer; 2000

Kapitel 19

Schmerz und Schmerztherapie

19.1 Anatomische und physiologische Grundlagen *422*

19.2 Schmerzmanagement auf der Intensivstation *428*

19.3 Schmerzerfassung und Dokumentation *429*

19.4 Medikamentöse Schmerztherapie *432*

19.5 Nicht medikamentöse Schmerztherapie *444*

19.6 Beratung und Information *447*

19.7 Aufbau und Organisation eines Akutschmerzdienstes *447*

19.8 Analgosedierung *449*

19.9 Leseservice *452*

19 Schmerz und Schmerztherapie

Ruth Boche, Hans-Georg Bone, Matthias Jaschik, Esther Pogatzki-Zahn, Thomas Wittling

19.1 Anatomische und physiologische Grundlagen

Matthias Jaschik

„Schmerzen sind ja nur Nervenimpulse an das Gehirn."

Nachdem jahrelang die Therapie von Schmerzen stiefkindlich behandelt wurde, ist die Schmerztherapie heute eine wesentliche und wichtige Voraussetzung in der Versorgung von Patienten. Die Wichtigkeit der Schmerzbekämpfung ist erkannt (WHO, Schmerzzertifizierung usw.), jedoch muss die Umsetzung in der täglichen Arbeit optimiert werden.

19.1.1 Schmerzentstehung

Schmerz ist ein Nervenimpuls, der durch verschiedene Noxen ausgelöst wird. Dazu gehören:

- **exogene Noxen:** Dies sind mechanische, thermische, chemische oder inhalative Verletzungen.
- **endogene Noxen:** Diese Gewebeschäden haben unterschiedliche Ursachen wie z. B.:
  - Ischämie (arterielle Embolie, Angina Pectoris)
  - Entzündungen (Nasen-Nebenhöhlen-Infekt, Furunkel, Nephritis)
  - Tumore (Destruktion, Infiltration usw.)
  - Krämpfe (Nieren-, Gallenkolik)
  - Überdehnung von Hohlorganen (Leberkapselschmerz)

Abgrenzung von Nozizeption und Schmerz

Die Aufnahme, Weiterleitung und zentralnervöse Verarbeitung von Noxen nennen wir Nozizeption, die damit verbundenen anatomischen Strukturen nozizeptives System. Die subjektive Empfindung Schmerz ist zwar häufig eine Folge der Erregung von Nozizeptoren samt der anschließenden Aktivierung des nozizeptiven Systems, aber nicht jede Erregung von Nozizeptoren wird als Schmerz empfunden. Umgekehrt kennen wir Schmerzen, die nicht durch Erregung von Nozizeptoren verursacht werden (neuropathischer Schmerz, z. B. Schädigung von Nervenfasern). Diese genaue Differenzierung der Schmerzentstehung ist unbedingt und grundsätzlich wichtig.

Nozizeption

Jedes menschliche Gewebe verfügt über spezielle Sensoren, die eine so hohe Reizschwelle haben, dass sie nur durch gewebsschädigende oder potenziell gewebsschädigende Reize („Noxen") erregt werden – allgemein anerkannte Spezifitätstheorie. In Hohlorganen und in der Haut befinden sich z. B. folgende Schmerzrezeptoren (Nozizeptoren):

- freie Nervenendigungen (Schmerz, Temperatur)
- Nervenendigungen an Haarmanschetten (Berührung)
- Vater-Pacinisches-Körperchen in der Haut (Druck)

Bestehende oder drohende Gewebeschäden (Noxen) werden registriert und an das ZNS gemeldet. Durch die Gewebeschädigung werden „algetische" Substanzen (Bradykinin, Histamin, 5-Hydroxytryptamin) freigesetzt, die den Schmerzreiz an die Schmerzrezeptoren (Nozizeptoren) weiterleiten. Dabei wird Prostaglandine E2, welches die Empfindlichkeitsschwelle der Nozizeptoren für die genannten Substanzen herabsetzt, ausgeschüttet.

Ist die Reizschwelle überschritten, entstehen Nervenimpulse. Ein Nervenimpuls wird durch Hunderte von Neuronen weitergeleitet, wobei die Erregung in der Nervenfaser immer nur von der Nervenzelle zur Synapse, der Kontaktstelle zwischen 2 Neuronen, läuft (▶ Abb. 19.1). Hier wird eine Transmittersubstanz freigesetzt, die an der gegenüberliegenden Zellmembran auf das nächste Neuron (postsynaptisch) aktivierend (z. B. Acetylcholin) oder hemmend (z. B. Gamma-Aminobuttersäure) einwirkt. Die Synapsen sind also Schaltstellen, an denen eine Erregung verstärkt oder abgeschwächt werden kann (Hormone, Mediatoren, auch medikamentös).

Aus der Summe der hemmenden und erregenden Impulse ergibt sich, ob ein neuronaler Impuls im Sinne einer Weiterleitung entsteht oder nicht. Man nennt das Phänomen Torkontrolle – oder Gate-Control (S. 425). Die Erregung in einer Nervenfaser kann durch synaptische Verbindungen mit zahlreichen Zwischenneuronen auf verschiedenen Wegen weitergeleitet werden.

19.1.2 Schmerzleitung (Impulsausbreitung)

Die Informationsvermittlung (Schmerz) geschieht durch den Transport von „elektrischer Ladung" (Nervenimpuls) durch das Netzwerk der Neurone.

Die Diffusion von Ionen durch eine Zellmembran bedeutet eine Ladungsverschiebung, womit eine elektrische Potenzialdifferenz an der Zellmembran entsteht. Die Zelle ist außen positiv gegenüber dem Zellinneren geladen. Dieser Diffusionsgradient treibt aber nun die aus der Zelle heraus diffundierten Ionen wieder zurück in die Zelle, bis sich ein Ruhemembran- oder Gleichgewichtspotenzial (in Abhängigkeit von der Leitfähigkeit der Zellmembran) eingestellt hat.

Wird eine erregbare Nerven- oder Muskelzelle gereizt, ändern sich an ihrer Membran die Ionenleitfähigkeit und das Potenzial. Ist der Reiz stark genug (kritischer Schwellenwert), kommt es zu einem sog. Aktionspotenzial (AP).

▶ **Beispiel.** Durch ein elektrisches Kabel fließt ein Strom, wenn eine Spannung angelegt ist. Da der Metalldraht im Kabelinneren einen kleinen Widerstand hat (wenig Verluste), kann ein elektrischer Impuls über solche Kabel sehr weit fortgeleitet werden.

Arten von Nervenfasern

▶ **Marklose Nervenfasern.** Die Nervenfaser hat einen viel größeren Längswiderstand, und sie ist – besonders bei unmyelinisierten Nerven – gegenüber der Umgebung nicht sehr gut isoliert. Die kabelartige (elektrotonische) Fortleitung versiegt hier sehr bald. Bevor dies geschieht, muss der fortgeleitete Impuls daher immer wieder durch Neubildung eines Aktionspotenzials „aufgefrischt" werden.

Die fortlaufende Auslösung von Aktionspotenzialen im jeweils eng benachbarten Faserabschnitt sorgt zwar immer wieder für ein aufgefrischtes Signal, braucht aber relativ viel Zeit: An den so leitenden marklosen Nervenfasern (Typ C) beträgt die Leitungsgeschwindigkeit ca. 1 m/s (▶ Abb. 19.2a).

▶ **Markhaltige Nervenfasern.** Sehr viel schneller können markhaltige Nervenfasern leiten (bis 120 m/s). Da sie durch die Myelinscheide gegenüber der Umgebung relativ besser isoliert sind, kann der depolarisierende Ladungsausgleich über grö-

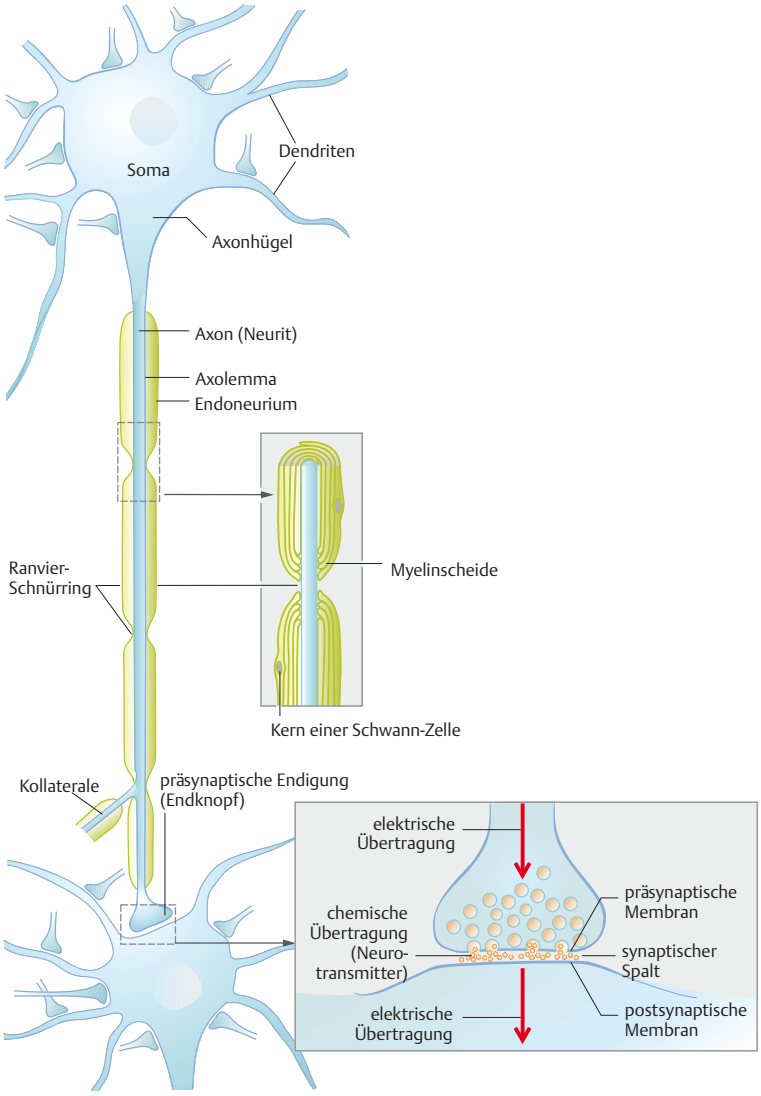


Abb. 19.1 Bau und Funktion der Nervenzelle. Neuron und Synapse. (Silbernagl u. Despopoulos 2012)

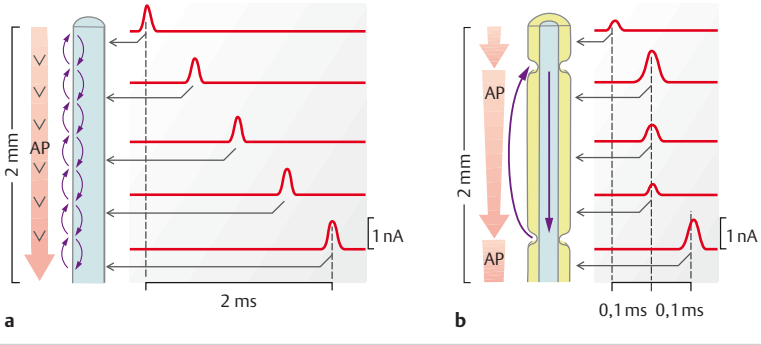


Abb. 19.2 Impulsausbreitung. (Silbernagl u. Despopoulos 2012)
a Aktionsströme an marklosen Nervenfasern.
b Aktionsströme an markhaltigen Nervenfasern.

ßere Distanzen (ca. 1,5 mm) erfolgen (▶ Abb. 19.2b).

Das AP wird hier also sprunghaft (saltatorisch) von Schnürring zu Schnürring weitergeleitet. Die Länge eines Sprungs ist dadurch begrenzt, dass der Ausgleichsstrom mit wachsender Entfernung schwächer wird. Bevor er unterschwellig wird, muss das AP-Signal am unisolierten Schnürring wieder „aufgefrischt" werden: Dazu wird hier ein neues AP ausgelöst, wobei ein Zeitverlust (0,1 m/s) in Kauf genommen werden muss.

▶ **Axondurchmesser.** Auch der Axondurchmesser beeinflusst die Leitungsgeschwindigkeit: Je größer der Durchmesser und damit der Faserquerschnitt ist, umso geringer ist der Längswiderstand des Axons. Die Depolarisierung der Nachbarschaft kann deshalb weiter ausgreifen; pro Faserlänge werden so weniger AP-Neubildungen benötigt, was der Leitungsgeschwindigkeit zugute kommt.

▶ **Aδ-Fasern und C-Fasern.**. Die Nervenimpulse aus den Nozizeptoren werden über Aδ-Fasern und C-Fasern weitergeleitet:

- Aδ-Fasern sind durch ihre Myelinschicht schnell leitende Nervenfasern. Sie übermitteln den gut lokalisierbaren Sofortschmerz und Fluchtreflexe.
- C-Fasern haben keine Myelinschicht und sind deswegen langsam leitende Nervenfasern. Diese Nervenfasern leiten den Schmerzreiz über die Hinterwurzeln der Spinalnerven in das Hinterhorn des Rückenmarks. Auf diesem Weg finden bereits Verschaltungen direkt zu den Muskeln statt, die z. B. den Flucht- oder Wegziehreflex zur Folge haben (monosynaptischer Eigenreflex).

▶ **Spinalnerv.** Über den Spinalnerv werden Schmerzreize weitergeleitet. Er enthält die zum ZNS ziehenden (afferenten) Fasern der Hinterwurzel und die zur Peripherie ziehenden (efferenten) Fasern der Vorderwurzel. Er ist (wie jeder größere Nerv) ein Bündel von Nervenfasern mit unterschiedlicher Funktion und Verlaufsrichtung (▶ Abb. 19.3).

▶ Tab. 19.1 zeigt eine Einteilung der Nervenfasern.

Reizweiterleitung zum Gehirn

Im Hinterhorn findet die Kreuzung der Nervenimpulse in den kontralateralen Vorderseitenstrang (Tractus spinothalamicus) statt.

Der Schmerz aus den Eingeweiden wird ebenfalls über diese Bahn geleitet und häufig in den zum gleichen Rückenmarkssegment gehörenden Hautarealen (sog. Headsche Zonen) wahrgenommen (über-

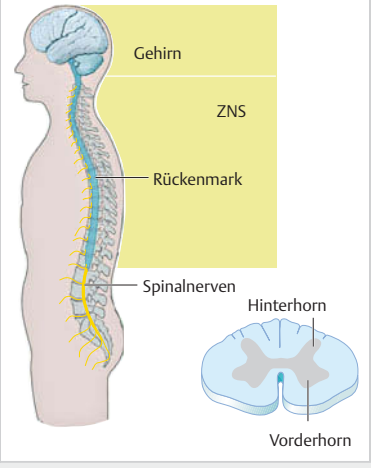


Abb. 19.3 Zentralnervensystem (ZNS). Der Spinalnerv enthält die zum ZNS ziehenden (afferenten) Fasern der Hinterwurzel und die zur Peripherie ziehenden (efferenten) Fasern der Vorderwurzel. (Silbernagl u. Despopoulos 2012)

Tab. 19.1 Einteilung von Nervenfasern.

Fasertyp	Funktion (Beispiele)	Durchmesser (µm)	Leitungsgeschwindigkeit (m/s)
Aα	• Muskelspindel- und Sehnenorganafferenzen • Skelettmuskelefferenz	15	70 – 120
Aβ	• Hautafferenzen (Tastsinn)	8	30 – 70
Aγ	• Muskelspindelefferenz	5	15 – 30
Aδ	• Hautafferenzen (Temperatur und schneller Schmerz)	3	12 – 30
B	• sympathisch präganglionär	3	3 – 15
C	• Hautafferenz („langsamer" Schmerz) • sympathisch postganglionär	1 marklos	0,5 – 2

tragener Schmerz wie z. B. linker Schulterarmbereich bei Angina pectoris).

Über den Vorderseitenstrang wird der Schmerzreiz durch den Hirnstamm zum Thalamus, der zentralen Schaltstelle für die Verarbeitung nozizeptiver Reize und auch aller anderen sensorischen Reize, geleitet (▶ Abb. 19.4).

Im Hirnstamm gibt es Verbindungen zur Formatio reticularis. Diese ist u. a. maßgebend für den Bewusstseins- und Wachzustand. Hier hat der Reiz erhöhte Aufmerksamkeit, Tränensekretion, Schreien und Weinen zur Folge. Der wache Mensch nimmt den Schmerz stärker wahr und Einschlafen wird verhindert.

Das ARAS (aufsteigendes retikuläres aktivierendes System) und der Vorderseitenstrang leiten den Schmerzreiz weiter zum Thalamus, von wo er weiter zum Kortex geleitet wird. Im limbischen System wird er emotional verarbeitet, was sich z. B. in Angst oder Depressionen zeigt. Der Hypothalamus beeinflusst das vegetative Nervensystem und die Hormonausschüttung der Hypophyse und kann so z. B. zu Erbrechen, Schweißausbruch, und Kreislaufreaktionen führen.

Erst im somatosensorischen Kortex wird der Schmerz bewusst wahrgenommen und kann lokalisiert oder Körperbereichen zugeordnet werden. Gut lokalisierbar sind Reize im Bereich der Haut. Reize der Eingeweide werden, bedingt durch das Phänomen „übertragener Schmerz", schlechter lokalisiert.

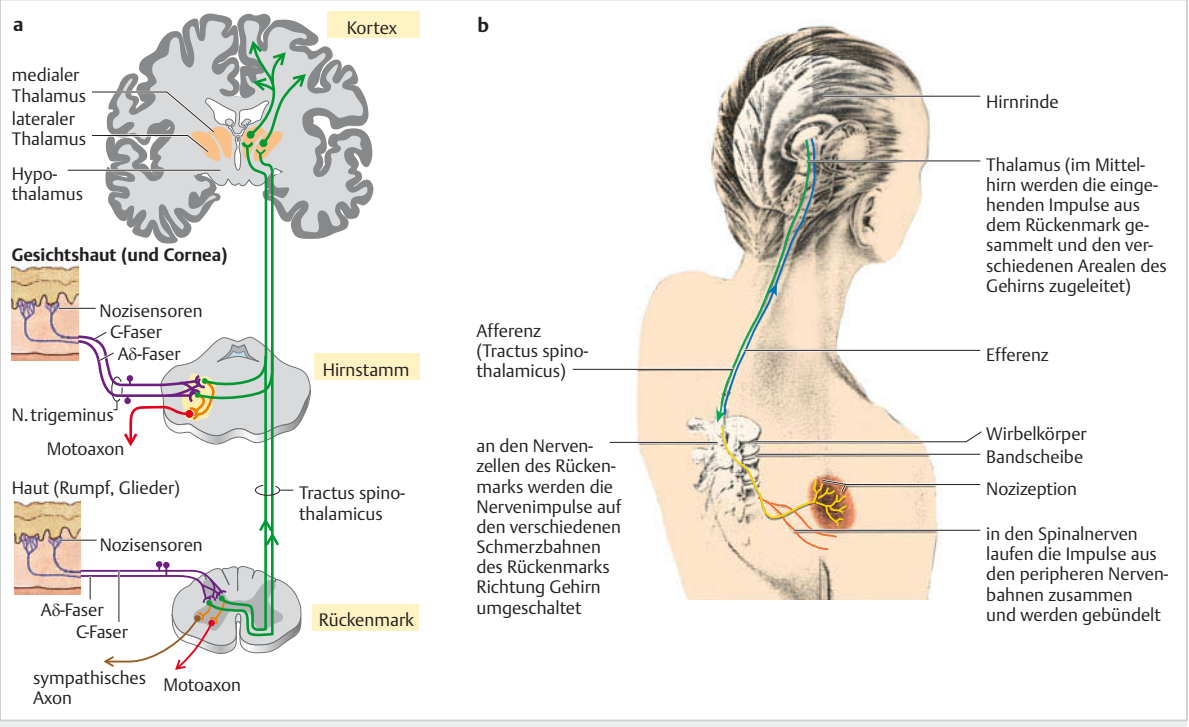


Abb. 19.4 Schmerzleitung. Über aufsteigende nozizeptive Bahnen (Rückenmark und Tractus Spinothalamicus lateralis) wird der Schmerz zum Thalamus geleitet, wo die eingehenden Impulse gesammelt und umgeschaltet, d. h. den verschiedenen Arealen des Gehirns zugeleitet werden.

19.1.3 Schmerzverarbeitung

Ein Schmerzreiz wird in der Hirnrinde bewusst erfasst, d. h. es entsteht aus dem elektrischen Impuls aus dem verletzten Gewebe das, was wir als Schmerz daraus lesen und letztlich empfinden. Schmerz ist für den Patienten Wirklichkeit und muss behandelt werden. Es gibt keinen „eingebildeten Schmerz", nur unterschiedliche Ursachen und Behandlungswege.

Die Schmerzempfindung bei peripherer nozizeptiver Reizung wird nach zentraler Verarbeitung unter Beteiligung verschiedener Hirnstrukturen erzeugt:

- sensorisch-diskriminativ
- affektiv-motivational
- kognitiv
- autonom-somatomotorisch

► **Sensorisch-diskriminativ.** Diese Schmerzempfindung findet im spezifischen thalamischen Kerngebiet und in somatosensorischen Kortexanteilen statt. Es wird erkannt, wo was schmerzt. Dies ist eine wichtige Voraussetzung, um z. B. ein Schmerzvermeidungsverhalten entwickeln zu können.

► **Affektiv, motivational.** Die Verarbeitung erfolgt im limbischen System und in frontalen Hirnrindenanteilen. Es kommt zu einer emotionalen Färbung des Schmerzes (Leiden wir unter dem Schmerz?).

► **Kognitiv.** Die Verarbeitung geht in frontalen und assoziativen Hirnrindenanteilen vonstatten. Die Bewertung des Schmerzes erfolgt aus Erfahrung, Erleben und Umwelt.

► **Autonom-somatomotorisch.** Hier geht es um vegetative Reaktionen, die mit Schmerz verbunden sind: Schweißausbruch, Tachykardie, Übelkeit usw. sowie um motorische Reaktionen, die ausgelöst werden können.

Neben genetischen Unterschieden, bestimmen diese Faktoren die Art der Schmerzempfindung und Schmerzäußerung, d. h. wie ein Patient zeigt, dass er unter Schmerzen leidet. Daraus resultiert eine erhebliche Individualität: Jeder lebt und erlebt seinen Schmerz anders. Wie schmerzhaft ein und derselbe Eingriff empfunden wird, kann erheblich zwischen einzelnen Patienten variieren. So gibt es große Bauch-OPs, bei denen Patienten kaum Schmerzen verspüren und Hämorrhoidektomien, die den Patienten unerträgliche Schmerzen bereiten.

19.1.4 Schmerzhemmsysteme

Eine verminderte Schmerzwahrnehmung in Stresssituationen wird häufig nach Unfällen oder bei Sportlern beschrieben, die trotz Verletzung den Wettkampf noch beenden. Sie ermöglicht lebensrettende Maßnahmen oder Flucht aus dem Gefahrenbereich. Erst nach Abklingen der Anspannung wird der Schmerz wahrgenommen. Diese Systeme haben die Funktion, die Handlungsfähigkeit zu erhalten und die lähmende Schmerzreaktion zu unterdrücken. Dazu gehören:

- Endorphinausschüttung
- absteigende hemmende Bahnen
- „Gate-Control"

► **Endorphinausschüttung.** Endorphine (Endomorphine) docken an Opiat-Rezeptoren an und wirken auf diese Weise ähnlich den exogenen Opioiden schmerzhemmend.

► **Absteigende hemmende Bahnen.** Die aufsteigenden exzitatorischen Bahnen sind mit absteigenden hemmenden Bahnen (deszendierende inhibitorische Bahnen) rückgekoppelt. Zum Teil liegt ihr Ursprung im Kortex, v. a. aber im Hirnstamm und im Rückenmark. In einem gesunden nozizeptiven System besteht ein relativ stabiles Gleichgewicht.

► **„Gate-Control".** Die „Gate-Control"-Theorie wurde 1965 von den Wissenschaftlern Melzak u. Wall entwickelt. Sie geht davon aus, dass der Körper einen Mechanismus in Form einer Schranke entwickelt hat, in der die Intensität von Schmerzsignalen aus der Peripherie abgeschwächt oder verstärkt werden kann. Sind die Schmerzreize zu intensiv, so leiten die aufsteigenden nozizeptiven Nerven die Schmerzreize nur vermindert zu den aufsteigenden Bahnen des Vorderseitenstrangs. Diesen Mechanismus macht man sich bei Therapieformen wie Akupunktur oder TENS zunutze. Schon einfache Maßnahmen wie Massieren, Kneten, Reiben, Kälte oder Wärme können ihn auslösen.

19.1.5 Der Opioidrezeptor (OR)

Zum Verständnis der individuell sehr unterschiedlichen Schmerzempfindung und Wahrnehmung ist es auch wichtig, sich mit den biochemischen und physiologischen Gegebenheiten des Opioidrezeptors (OR) zu beschäftigen.

Die Proteinstruktur beinhaltet mehr als 400 Aminosäuren, 7 transmembranöse Domänen, 3 extrazelluläre und 3 intrazelluläre Schleifen (► Abb. 19.5). Es ist in einer für G-Protein-gekoppelte Rezeptoren klassischen 3-dimensionalen Anordnung aufgebaut. Die extrazellulären Domänen machen mit ihrer hohen Variabilität die unterschiedlichen Rezeptoren aus.

Die Opioide entfalten ihre schmerzstillende Wirkung durch ein Wechselspiel mit dem OR. Ihre Wirkung wird durch Affinität und intrinsische Aktivität am Rezeptor bestimmt:

- **Affinität** bezeichnet die Bindungsstärke einer Substanz an den Rezeptor nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip. Das heißt, je besser eine Substanz in die Bindungsstelle passt, umso größer ist die verursachte Wirkung.
- **Intrinsische Aktivität**: Bei einer Stimulation der Rezeptoren hemmen diese durch G-Proteine die Adenylatcyclasen (Enzym der Plasmamembran). Dadurch

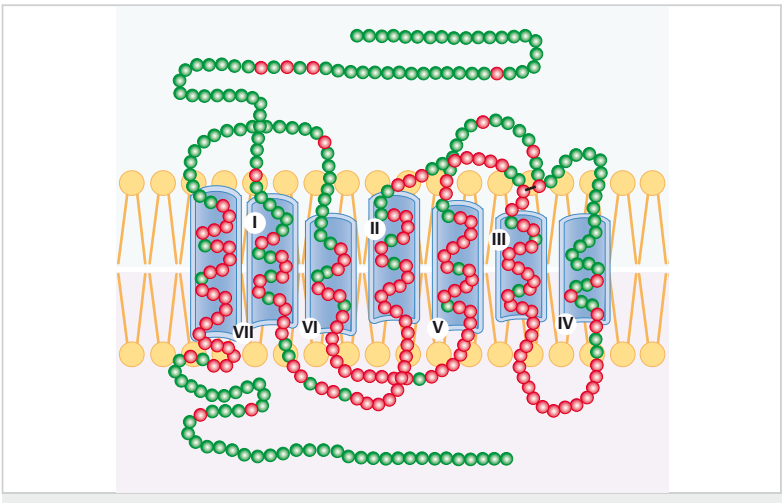


Abb. 19.5 Modellstruktur des μ-Opioidrezeptors. (nach Levac 2002)

wird der Botenstoff cAMP (zyklisches Adenosinmonophosphat) reduziert, wodurch Kaliumkanäle geöffnet und Kalziumkanäle geschlossen werden.

An die Opioidrezeptoren docken opioidhaltige Analgetika und Opiodpeptide an.

Opioidanalgetika können natürlichen (Morphin) und synthetischen Ursprungs sein (Fentanyl). Auch Opioid-Antagonisten wie Naloxon oder Naltrexon entfalten ihre Wirkung an den OR.

Endorphine (Eiweiße, die zu der Gruppe der Opioidpeptide gehören) wirken wie Morphin, werden allerdings vom Körper selbst produziert und haben einen protektiven Charakter, in dem sie die Opioidrezeptoren aktivieren und dadurch die Ausschüttung von Neurotransmittern in die schmerzmitteilende Leitungsbahn hemmen. Neben Schmerzverhinderung können sie aber auch Euphorie verursachen, was über eine verstärkte Dopaminausschüttung funktioniert.

Zu den Opioidpeptiden gehören Endorphin, Enkephalin, Metorphamid und Dynorphin.

► **Opioidrezeptoren.** Man unterscheidet 3 verschiedene Formen von Opiodrezeptoren, die gleichverteilt im zentralen und peripheren Nervengewebe zu finden sind, insbesondere in den Arealen, in denen Schmerzempfindungen wahrgenommen werden (ZNS und Gastrointestinaltrakt). Zu ihnen gehören μ-, κ-, δ-Rezeptoren.

► **Mü-Rezeptoren.** Durch Stimulation der **μ_1-Rezeptoren** kommt es zu Hypothermie, Katalepsie und Atemdepression. Diese Rezeptoren sind auch verantwortlich für Euphorie und Abhängigkeit. Parallel werden eine supraspinale Analgesie und eine Miosis (S. 629) ausgelöst.

Zu den Agonisten gehören Morphin, Pethidin, Fentanyl, Methadon und Buprenorphin. Naloxon und Naltrexon sind deren Antagonisten.

μ_2-Rezeptoren sind ebenso für eine Atemdepression verantwortlich, zeitgleich auch für eine Bradykardie. Neben einer antitussiven Wirkung haben sie noch eine hemmende Wirkung auf die gastrointestinale Motilität. Die oben aufgeführten Medikamente wirken auch hier.

► **Kappa-Rezeptoren.** κ-Rezeptoren vermitteln ebenfalls eine spinale Analgesie und Miosis. Hinzu gesellt sich eine Sedierung. Das Suchtpotenzial ist bei selektiven κ-Rezeptor-Agonisten allerdings eingeschränkt.

► **Delta-Rezeptoren.** δ-Rezeptoren sorgen für eine Hemmung der Acetylcholin-Sekretion und gleichzeitig für eine Dopamin-Sekretion.

Atemdepression

Da die Atemdepression eine gefürchtete Nebenwirkung einer Schmerztherapie mit Opioiden ist, muss die Applikation von Opiaten im Verhältnis zur Schmerzintensität stehen.

Die Atemdepression ist Folge einer verminderten CO_2-Empfindlichkeit von zentralen Blutgas-Rezeptoren, hervorgerufen durch Überdosierung oder durch einen zu schnellen Anstieg des Plasmaspiegels. Parallel bewirkt Schmerz einen Atemantrieb.

Solange die Opioiddosis also dem Schmerzgrad angepasst wird, besteht nicht die Gefahr der Atemdepression.

Erbe oder Umwelt

Die **genetisch bedingte Rezeptorvarianz** und die **Epigenetik** des OR zeigen, warum eine Schmerztherapie mit Opioiden immer individuell sein muss. Warum haben einige Volksgruppen mehr Schmerzen als andere und reagieren weniger auf die gleiche Dosierung von Opiaten? Warum muss nach wenigen Tagen oder Wochen einer Opiattherapie die Dosierung gesteigert werden? ...

Bei einer Aminosäurenzahl des OR von mehr als 400 sind mutationsbedingte Veränderungen mehr als wahrscheinlich. Mehr als 500 Mutationen sollen schon bekannt sein. Genpolymorphismen verursachen kleine und größere Änderungen am Rezeptor, die Auswirkungen auf die AS-Sequenz und so auf die 3-dimensionale Struktur haben. Genetisch kann so bei Patienten sowohl eine erniedrigte Empfindlichkeit als auch eine Überempfindlichkeit für Opioide vorhanden sein.

Merke

Probleme der Schmerztherapie können grundsätzlich durch Genpolymorphismen, aber auch durch **epigenetische Veränderungen** entstehen.

Die Zwillingsforschung zeigt, dass Zwillinge sich bereits zum Zeitpunkt der Geburt bei identischem Genotyp (ausgedrückt in der DNA-Sequenz) sehr wohl hinsichtlich der Ausprägung der Gene (Phänotyp) unterscheiden.

Wie bereits erwähnt, kann ein Patient genetisch bedingt eine niedrigere oder höhere Empfindlichkeit gegenüber Opiaten besitzen. Epigenetisch kann bei gleichbleibender Rezeptorstruktur über Beeinflussung der Expression von Menge und Ort der Rezeptoren die Schmerzempfindung verändert werden und zu verschiedenen Zeitpunkten sehr unterschiedlich sein.

Starke postoperative Schmerzen und/oder Entzündungen können z. B. die Genexpression beeinflussen, aber auch Umwelteinflüsse wie Hunger oder Kälte oder Medikamenteneinnahme usw.

Für die Entstehung chronischer Schmerzen mit ihrer hohen persönlichen, aber auch volkswirtschaftlichen Bedeutung sind folgende ungünstige Faktoren belegt:

- früher postoperativer neuropathischer Schmerz
- präoperative Angst
- weibliches Geschlecht
- höheres Alter

Die ersten beiden Punkte können wir wesentlich beeinflussen. Das schließt die Verhinderung der Entwicklung epigenetischer Veränderungen, z. B. durch adäquate Schmerztherapie, ein.

Mit den Phänomenen der Epigenetik lassen sich klinisch bekannte Folgen schmerzhafter Prozesse auch molekulargenetisch nachweisen und beschreiben. Erste, die Schmerzepigenetik beeinflussende Substanzen, sind in der Erprobung.

Solche Erkenntnisse werden uns wahrscheinlich in Zukunft die Schmerztherapie deutlich effektiver gestalten lassen. Aber dazu benötigen wir umfangreichere Vorkenntnisse!

19.1.6 Schmerzformen und Schmerzqualität

Um Schmerzen angemessen therapieren zu können, müssen ihre Art, ihre Qualität, ihr Charakter und der Ort des Schmerzes ermittelt werden. Bei der Therapie ist auch das Maß der empfundenen Beeinträchtigung aufseiten des Patienten zu beachten.

Schmerzformen

Man unterscheidet 2 Schmerzarten:

- Nozizeptorschmerz
- neuropathischer Schmerz

Nozizeptorschmerz

Der Nozizeptorschmerz (der klassische Akutschmerz) wird unterteilt in:

- somatischer Nozizeptorschmerz
- viszeraler Nozizeptorschmerz

► **Somatischer Nozizeptorschmerz.** Er entsteht durch die Erregung der Nozizeptoren der Haut, Knochen, Skelettmuskulatur, Sehnenfaszien und Gelenke, ist gut lokalisierbar und wird als stechend empfunden.

► **Viszeraler Nozizeptorschmerz.** Er entsteht durch Reizung der Nozizeptoren der inneren Organe in Bauch und Brustraum, ist schlecht lokalisierbar, weil er auf Dermatome übertragen wird (übertragener Schmerz) und wird als dumpf drückend und ziehend empfunden.

Neuropathischer Schmerz

Neuropathischer Schmerz entsteht durch Irritation oder Schädigung im Bereich peripherer Nerven oder im zentralen Nervensystem (d. h. durch eine Schädigung des nozizeptiven Systems). Ursachen sind z. B. Nervenschäden durch Lagerungsfehler, Amputationen (Phantomschmerz) oder Schädel-Hirn-Trauma. Er schießt blitzartig ein oder ist ein Dauerschmerz. Sein Charakter kann brennend, stechend, schneidend oder bohrend sein.

Bei diesem Schmerz kommen andere Medikamente als bei dem nozizeptiven Schmerz zur Anwendung:

- Antikonvulsiva: bei einschießendem Schmerz zur Erhöhung der Nervenreizschwelle, z. B. Carbamazepin (Tegretal) oder Gabapentin (Neurontin)
- Antidepressiva: bei Dysästhesien und zur Beeinflussung der Schmerzwahrnehmung, z. B. Amitriptilin (Saroten)
- Kortikosteroide: bei Nervenkompression z. B. durch Weichteilschwellung und Infiltrationen, z. B. Dexamethason (Fortecortin)

Der Einsatz von TENS, d. h. der transkutanen elektrischen Nervenstimulation (S. 445), kann bei diesem Schmerz eine Hilfe sein. Siehe auch Schmerzhemmsysteme (S. 425).

Schmerzanamnese

Die verschiedenen Schmerzformen können allein oder gemeinsam auftreten (komplexes Schmerzsyndrom). Klare Fragen bei der Schmerzanamnese erleichtern die Diagnosestellung und die Therapie, z. B.:

- Wo tut es weh?
- Welche Qualität hat der Schmerz?
- Wann tritt er auf?
- Was verändert den Schmerz?

Schmerzgedächtnis

Länger dauernder Schmerz wird oft nicht mehr allein in der auslösenden Region wie Kopf oder Rücken empfunden. Er hinterlässt Spuren in großen Teilen des Nervensystems, dessen Reizschwelle sinkt. So können schon unbedeutende Reize im Gehirn eine Schmerzempfindung auslösen. Es entwickelt sich ein „Schmerzgedächtnis". Der Schmerz selbst hat nun Krankheitswert und steht im Zentrum des Erlebens. Psychische und physische Prozesse sind bei einer chronischen Schmerzerkrankung fest miteinander verwoben. Eine Therapie muss demzufolge multimodal sein. Sie muss medizinische, psychologische und verhaltenstherapeutische Aspekte berücksichtigen.

19.1.7 Schmerzbeeinflussende und verstärkende Faktoren

Die Wahrnehmung des Schmerzes und seine empfundene Intensität sind individuell. Einfluss können viele Faktoren nehmen. Man unterscheidet:

- patientenbedingte Faktoren
- medizinisch bedingte Faktoren

► **Patientenbedingte Faktoren.** Dies sind z. B.

- Persönlichkeit des Patienten: bereits durchlebte Schmerzen (können Ursache für eine große Angst vor dem möglichen Schmerz sein und führen häufig zu einer niedrigeren Schmerztoleranz), chronischer Schmerz in der Anamnese (extreme Angst, psychische Vorbelastung, Umgang mit dem Krankheitsbefund),
- Genetik: z. B. Geschlecht (Tests haben ergeben, dass Frauen auf gleiche Schmerzreize mit stärkeren Schmerzantworten reagieren, demnach eine niedrigere Schmerzschwelle haben. Im postoperativen Verlauf haben sie jedoch häufig einen niedrigeren Analgetikaverbrauch),
- Schmerzmittel oder Drogenmissbrauch,
- soziokulturelle und religiöse Faktoren,
- präoperative Aufklärung und die Erwartungshaltung des Patienten.

► **Medizinisch bedingte Faktoren.** Dazu zählen

- Operationstechnik (z. B. minimal invasiv) und Größe des Operationsgebietes,
- Auswahl und Design des Narkoseverfahrens (intraoperativer Einsatz von Opioiden oder Einsatz eines Periduralkatheters),
- perioperative Schmerzlinderung (z. B. lokale Infiltrationen von Analgetika am Ende der Operation, ausreichend dosierte Analgetika, Beginn der Schmerztherapie mit der Prämedikation …),
- Operationsgebiet (intrathorakale Eingriffe, abdominale Eingriffe oder Knochen-Operationen werden z. B. als schmerzhafter empfunden als Eingriffe an Kopf, Hals oder Haut und Muskulatur der Extremitäten).

19.1.8 Störungen der Schmerzempfindung

Nervenschmerzen entstehen durch Schädigung peripherer Nerven durch

- Kompression von extern,
- Kompressionssyndrome an anatomischen Engstellen (z. B. Karpaltunnelsyndrom, Hinterwurzel des Rückenmarks bei Bandscheibenvorfällen),
- Durchtrennung,
- stoffwechselbedingte Schädigung (z. B. Diabetes mellitus).

Bei einer länger dauernden Nervenkompression oder einer Nervendurchtrennung kommt es zu einer *abnormalen* (ektopischen) Erregbarkeit von Nervenfasern. Die Impulsmuster bei ektopischen Erregungen sind irregulär. Sie entsprechen nicht den normalerweise im Nerven geleiteten Impulsen, die z. B. von einem Nozizeptor ausgehen. Die Patienten haben unnatürliche Empfindungen und Schmerzen (Hyperalgesie, Brennschmerz, Kribbeln u. a.).

Nach einer Nervenverletzung bleiben die Störungen *nicht* auf den Ort der Läsion beschränkt, vielmehr breiten sie sich langsam zur Peripherie und zum Rückenmark aus. Dabei wirkt auch eine nichtelektrische Signalausbreitung über den axonalen Transport in der Nervenfaser mit.

Schmerzen des Bewegungsapparates

Schmerzen des Bewegungsapparates beruhen häufig auf entzündlichen oder degenerativen Erkrankungen der Gelenke oder Muskeln im Sinne typischer Nozizeptorschmerzen. Es gibt jedoch auch Schmerzzustände des skelettmotorischen Systems, bei denen solche Ursachen ausgeschlossen werden können. Sie gehen mit pathophysiologischen Störungen der Muskelfunktion einher.

Ursachen sind lokale metabolische Dysregulationen und inadäquate neuronale Steuerungen der Motorik. Beide Fehlregulationen können zu einer übermäßig angespannten Muskulatur führen. Die Folge sind Muskelschmerzen mit oft charakteristischen schmerzhaften Triggerpunkten.

Ein Teil dieser schmerzhaften Tonuserhöhungen ist elektromyografisch stumm (Myogelose). Wahrscheinlich handelt es sich dabei um lokal-chemisch bedingte Kontrakturen, die nicht von ständigen neuronalen Kontraktionsbefehlen aus dem Rückenmark abhängen. Andere Verspannungen dagegen sind mit einem deutlich erhöhten elektromyografischen Signal assoziiert, besonders in den Haltemuskeln der Wirbelsäule.

► **Erhöhte Muskelspannung.** Situationen einer erhöhten Muskelspannung, die von der zentralnervösen Kontrolle abhängen, sind z. B. erworbene Fehlhaltungen, emotionaler Stress, übersteigerte motorische Reflexe bzw. zentral-motorische Antriebe (z. B. bei Spastizität). Eine dauernd oder zeitweilig unangemessen erhöhte Muskelanspannung kann die Erregung der Nozizeptoren in den Muskeln sowie in den verstärkt belasteten Sehnen und Gelenken erhöhen. Dabei können chemische Faktoren eine zusätzliche Sensibilisierung bewirken, etwa infolge einer ischämischen Stoffwechsellage des Muskels oder des gestörten Abtransports von Abbauprodukten des Muskelstoffwechsels.

► **Rückkopplungsprozess.** Zwischen Muskeltonus und Schmerz kann es auch im Sinne eines Circulus vitiosus oder, in moderner Terminologie, einer positiven Rückkopplung (positives Feedback) zu einer sich aufschaukelnden Wechselwirkung kommen.

Es lässt sich folgende Hypothese aufstellen: Eine Erregung der Motoneurone aus verschiedenen Inputs führt zum erhöhten Muskeltonus, wodurch die Nozizeptoren des Muskels, der Sehnenansätze und der Gelenke verstärkt erregt werden. Nun ist bekannt, dass nozizeptive Afferenzen an Fremdreflexen beteiligt sind, somit also reflektorisch zur Verstärkung von Muskelkontraktionen beitragen. Diese, so die ätiologische Hypothese, verstärken wiederum die Erregung der Nozizeptoren, und dadurch kommt besagter Teufelskreis der Selbstunterhaltung eines Muskelschmerzes in Gang.

Praxistipp

Ein solcher Mechanismus einer zentralen (spinalen) Reflexsteigerung kann zu einer peripher-zentralen Spirale der Schmerzchronifizierung beitragen oder sie in Gang setzen.

Ansätze zur Behandlung solcher Spannungsschmerzen zielen darauf ab, die erhöhte Muskelspannung zu lösen oder den Zusammenhang zwischen Muskelspannung und Erregung der Nozizeptoren abzuschwächen.

Neurophysiologische Maßnahmen

Neurophysiologisch begründete Maßnahmen sind

- therapeutische Lokalanästhesie (z. B. in myofasziale Triggerpunkte),
- Aktivierung zentraler Schmerzhemmungssysteme zur Kompensation übersteigerter Reflexerregbarkeit (z. B. durch transkutane elektrische Nervenstimulation (S. 445) oder Analgetika),
- Verringerung der zentralnervösen motorischen Erregung (z. B. durch zentrale Muskelrelaxanzien),
- aktive muskuläre Entspannung und Umlernen der zu Fehlhaltungen führenden motorischen Steuerprogramme des ZNS (z. B. mit Hilfe von Biofeedback),
- Bewegungs- und Haltungstraining bei der Rückenschule.

Auch Fehlfunktionen des sympathischen Nervensystems können zur Unterhaltung und Verstärkung chronischer Schmerzen beitragen, wie aus vielen klinischen und experimentellen Beobachtungen gefolgert wurde.

Physiologische Ansätze für psychosomatische Schmerzmechanismen

Die vom Gehirn absteigenden Einflüsse auf die Motorik sind auch als Bindeglieder der Psychosomatik zu verstehen. Stress, Angst und psychische Anspannung können zu einer Mitinnervation der Motorik führen. Experimentell induzierter emotionaler Stress kann eine deutliche Erhöhung des EMG der Rückenmuskulatur bewirken. Bei Patienten mit chronischen Rückenschmerzen sind der Spannungszustand und die elektromyografischen Signale meist größer als bei Gesunden, außerdem klingen sie nach Ende der Stresssituation langsamer ab als bei den normalen Probanden.

Psychische Vorgänge können sich auch als Aktivitätsänderungen im sympathischen Nervensystem äußern. Emotionale Belastungen führen zur Verstärkung der Schweißsekretion und zu Veränderungen der Durchblutung, der Magensekretion usw. Solche physiologischen Manifestationen können durch Messung des Hautwiderstandes und der Hauttemperatur erfasst werden (Biometrie).

Auf der Basis dieser experimentellen Beobachtungen ist denkbar, dass psychosomatische Störungen z. T. über physiologische Mechanismen des efferenten motorischen und sympathischen Nervensystems vermittelt werden und sich schließlich als schmerzhafte Regulationsstörungen manifestieren.

19.2 Schmerzmanagement auf der Intensivstation

Ruth Boche, Thomas Wittling, Esther Pogatzki-Zahn

In deutschen Krankenhäusern geben 80 % der behandelten Patienten Schmerzen an. Dies betrifft sowohl Patienten aus operativen wie auch aus konservativen Bereichen (Maier et al. 2010). Zur Qualität der Schmerzen auf Intensivstationen gibt es kaum Untersuchungen, doch ist zu vermuten, dass auch hier Verbesserungspotenzial besteht. Schlecht behandelte Schmerzen können Patienten unabhängig davon, ob sie auf einer Intensivstation liegen oder nicht, erheblich beeinträchtigen. Patienten mit zusätzlichen Risiken (und dazu gehören Intensivpatienten häufig) sind aber deutlich mehr gefährdet und profitieren damit wahrscheinlich noch weitaus mehr von einer guten Schmerztherapie. So konnte gezeigt werden, dass eine Verbesserung der Schmerztherapie durch Erhebung der Schmerzintensitäten und Behandlung inadäquater Schmerzzustände (bei gleichzeitigem Verhindern inadäquat hoher Analgosedierung) nicht nur zu einer Verminderung der Schmerzscores, sondern auch zu einer Reduktion der Beatmungsdauer und Verminderung nosokomialer Infektionen führen kann (Chanques et al. 2006).

Hauptprobleme einer inadäquaten Schmerztherapie können u. a. sein:

- erschwerte Mobilisation
- vermehrte Stressbelastung der Patienten
- Entwicklung von Atelektasen/Pneumonien
- Störungen im Tag/Nacht-Rhythmus
- starke Beeinträchtigung des Schlafes
- Wundheilungsstörungen
- Ausbildung von Ängsten
- Ausbildung eines Delirs
- verlängerter Intensivaufenthalt/höhere Komplikationsrate
- Entwicklung von chronischen Schmerzen

Voraussetzungen für eine adäquate Schmerztherapie sind (Zahn 2008):

- regelmäßige Schmerzerfassung und Dokumentation der Schmerzintensität
- Festlegung von Interventionsgrenzen
- Implementierung von Therapiealgorithmen oder SOPs für die Schmerztherapie
- interdisziplinäre Zusammenarbeit aller beteiligen Berufsgruppen, besonders zwischen ärztlichen Kollegen unterschiedlicher Disziplinen, Pflegefachkräften und Physiotherapeuten.

Weitere besondere Aspekte auf der Intensivstation:

Viele Patienten müssen sich während des Intensivaufenthaltes einer Vielzahl von schmerzhaften Untersuchungen und thera-

peutischen Maßnahmen unterziehen. Dazu gehören z. B. radiologische Untersuchungen, Punktionen, schmerzhafte Verbandswechsel, endotracheales Absaugen, Physiotherapie, Neuanlage von intravenösen Kathetern, Anlage oder Entfernung von Thoraxdrainagen, Schmerz bei Lagerung oder Schmerz durch schlechte Lagerung. Pflegerische Interventionen können ebenfalls Schmerzen verursachen. Durch eine präventive Schmerzmedikation und den evtl. Einsatz anderer schmerzreduzierender, nicht medikamentöser Maßnahmen lässt sich dieser prozedurenspezifische Schmerz deutlich lindern. Die Interventionen lassen sich schmerzarm und komplikationsloser durchführen, der Patient erlebt seinen Krankenhausaufenthalt schmerz- und stressfreier, kann besser schlafen und leidet möglicherweise unter deutlich weniger Sekundärproblemen wie z. B. chronischen Schmerzen oder Belastungsstörungen.

19.3 Schmerzerfassung und Dokumentation

Bevor Schmerz gut behandelt werden kann, muss er erfasst werden. Die Schmerzerfassung stellt im Intensivbereich aufgrund des heterogenen Patientengutes oft eine Herausforderung dar.

► **Selbst- und Fremdeinschätzung des Schmerzes.** Die deutschen S 3-Leitlinien zur Akutschmerztherapie (AWMF 2009) und die amerikanischen Guidelines (ACCM 2013) empfehlen eine routinemäßige Schmerzmessung auf der Intensivstation. Hierbei ist die Selbsteinschätzung der Schmerzen (S. 430) durch den Patienten der Goldstandard. Dies ist auch auf einer Intensivstation wenn möglich zu realisieren und mit geeigneten Instrumenten durchzuführen. Es gibt auf der Intensivstation aber auch Patienten, die nicht in der Lage sind, ihre Schmerzen selbstständig einzuschätzen, sodass eine Fremdeinschätzung mit validierten Assessmentinstrumenten durch die Pflegenden und/oder Ärzte vorgenommen werden muss.

► **Ruhe- und Belastungsschmerz.** Bei der Selbsteinschätzung sowie bei der Fremdeinschätzung sollte eine Unterscheidung des Schmerzes in Ruhe- und Belastungsschmerz erfolgen. Der Ruheschmerz bezeichnet den Schmerz des Patienten, wenn er ohne Anspannung ist, also in einer Ruhesituation. Dies kann liegend im Bett, aber auch im Sitzen sein. Der Belastungsschmerz bezeichnet den Schmerz in Situationen wie Mobilisierung oder Wechsel von der liegenden in die sitzende Position, beim Husten, bei der Physiotherapie usw.

Die aktive Befragung des Patienten zu seinen Schmerzen spielt eine große Rolle für eine adäquate Therapie von Schmerzen. Schmerzen in Ruhe können z. B. deutlich besser durch Opiate reduziert werden als Belastungsschmerzen. Aber gerade der deutlich therapieresistentere Belastungsschmerz beeinträchtigt eine gute Rekonvaleszenz von Patienten durch Behinderung von Spontanatmung, Physiotherapie, Mobilisation usw. Die Schmerzen müssen deshalb so therapiert werden, dass der Patient nicht nur dann, wenn er ruhig im Bett liegt, möglichst schmerzarm ist, sondern auch dann, wenn er passiv oder aktiv belastet wird, z. B. im Weaning oder bei der Mobilisierung.

Prozeduraler Schmerz bedarf ebenfalls einer guten Schmerzerfassung, um den zwar episodischen und ggf. nur kurz andauernden, z. T. aber sehr erheblichen und damit belastenden Schmerz durch die Prozedur zu erfassen. Immer sollte vor Prozeduren schon prophylaktisch dafür gesorgt werden, dass die zu erwartenden Schmerzen reduziert sind. Trotzdem muss eine Erfassung auch während der Prozedur sicherstellen, dass dies der Fall ist und falls nicht eine Intervention initiieren.

► **Regelmäßige Schmerzerfassung und zeitnahe Dokumentation.** Die Selbst- und Fremdeinschätzung des Schmerzes (Ruhe- und Belastungsschmerz) sollte mindestens alle 8 Stunden erfolgen. Bei schmerzbedingten Problemen und nach Gabe von Schmerzmedikamenten muss die Schmerzerfassung entsprechend häufiger als Wirksamkeitsprüfung durchgeführt werden. Die Dokumentation des erhobenen Schmerzes erfolgt zeitnah in das vorhandene Kurvensystem, unabhängig davon, ob manuell oder online erfasst wird. Ist ein Schmerzscore nicht in das klinikeigene Dokumentationssystem implementiert, muss dies nachgeholt werden. Eine Dokumentation in den Freitext des Pflegeberichtes reicht nicht aus, da i.d.R im klinischen Alltag derartig dokumentierte Daten nicht regelmäßig in der Patientenvisite abgefragt werden. Ideal ist die Platzierung an einem für alle an der Therapie beteiligten Personengruppen einsehbaren Ort, am besten im Zusammenhang mit den Vitalparametern. In ► Abb. 19.6 sind die am

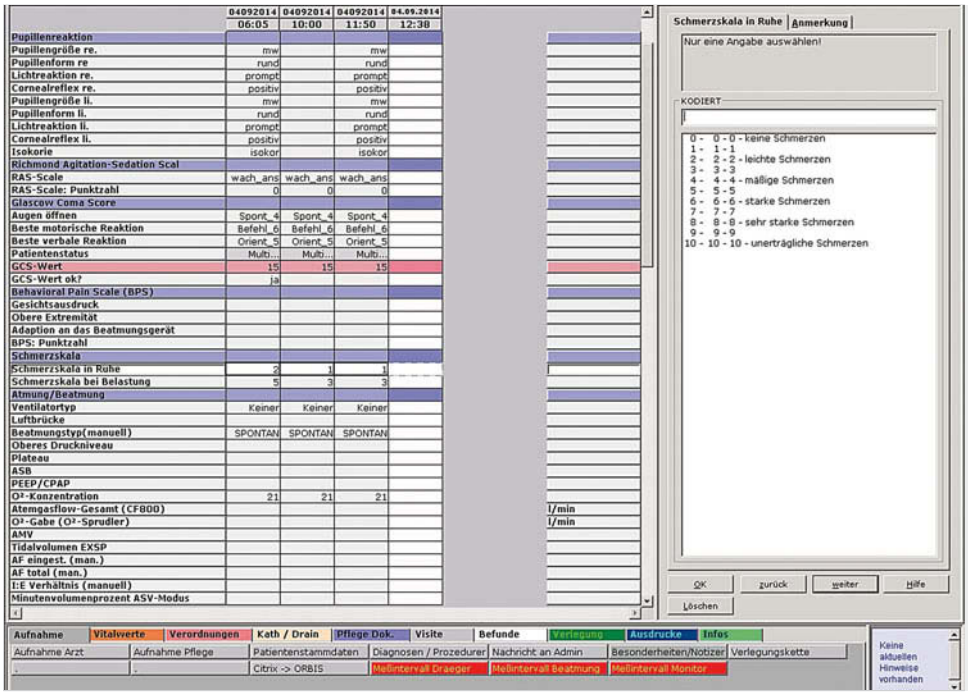


Abb. 19.6 In das elektronische Dokumentationssystem (Quantitative Sentinel) integrierte Schmerzerfassungsinstrumente am UKM (Universitätsklinikum Münster). (Universitätsklinikum Münster, Fotozentrale)

Universitätsklinikum Münster in das Patientendaten-Management-System (PDMS) integrierten Schmerzerfassungsinstrumente dargestellt.

Merke

Schmerzbehandlung setzt eine Schmerzerfassung voraus. Hierbei hat die Selbsteinschätzung der Schmerzen durch den Patienten immer Vorrang vor der Fremdeinschätzung. Dokumentation der Schmerzintensität in Ruhe und bei Belastung in das entsprechende Dokumentationssystem der Station an exponierter Stelle muss gewährleistet sein.

19.3.1 Erfassungsinstrumente

Selbsteinschätzung

Das Schmerzerleben von Menschen ist subjektiv und individuell sehr unterschiedlich. Der Goldstandard ist deshalb die Selbsteinschätzung des Schmerzes durch die Patienten. Dies gilt auch für Patienten auf der Intensivstation. Die Gegebenheiten des intensivmedizinischen Aufenthaltes des Patienten erschweren häufig die Selbsteinschätzung. Der Patient scheint augenscheinlich wach und ansprechbar, aber ein mögliches Delir, die Weaningphase oder Intubation erschweren die Selbsteinschätzung bzw. machen sie unmöglich. In dieser Situation kann ein Sedierungsscore (RASS [Richmond Agitation Sedation Scale] oder Ramsey-Score) oder eine Delirscore (CAM-ICU [Confussion Assessment Methode for Intensiv Care Unit] oder NU-DESC [Nursing Delirium Screening Scale]) zu Hilfe genommen und so der Vigilanz-Status des Patienten evtl. besser eingeschätzt werden. Abhängig von den Begleitphänomenen muss dann ggf. eine besondere Methode der Schmerzselbsteinschätzung eingesetzt werden.

Skalen zur Schmerz-Selbsteinschätzung

Um das subjektive Empfinden von Schmerz objektivierbar zu machen, gibt es unterschiedliche Skalen für die Schmerzerfassung. Die gängigen Scoringsysteme für wache und ansprechbare Patienten sind (▶ Abb. 19.7)

- die NRS (Numerische Ratingskala),
- die VRS (Visuelle Ratingskala) und
- die VAS (Visuelle Analogskala).

Diese Assessmentinstrumente sind in fast allen Krankenhäusern vorhanden und finden i.d.R. dort auch Anwendung; auf Intensivstationen fehlen sie aber häufig, sind nicht in den klinischen Alltag integriert oder werden nicht adäquat (abhängig von Wachheit und Orientiertheit) eingesetzt.

▶ **NRS (Numerische Ratingskala).** Die NRS beinhaltet eine Ziffernskalierung mit den Endpunkten „0“ (kein Schmerz) und „10“ (unerträglicher Schmerz). Sie wird als Papierversion zum Ankreuzen, als Schmerzlineal mit Schieber zum Einstellen auf die entsprechende Zahl oder in verbaler Form eingesetzt. Diese Skala sollte bei wachen, ansprechbaren und orientierten Patienten idealer Weise eingesetzt werden.

▶ **NRS visual enlarged (visuell vergrößerte Numerische Ratingskala, V-NRS).** Für Patienten auf der Intensivstation, die intubiert, aber nur leicht bis gar nicht sediert sind und die die gängigen Skalen schlecht bis gar nicht benutzen können, kann die NRS-V (visuell vergrößerte Numerische Ratingskala 10 × 30 cm) eingesetzt werden. Im Vergleich mit anderen Selbsteinschätzungsinstrumenten gibt NRS-V dem intubierten Intensivpatienten die beste Möglichkeit, seinen Schmerz selbst einzuschätzen (Chanques et al. 2010). Auch bei Patienten mit Tracheotomie oder gerade extubierten Patienten mit Sprechproblemen kann die vergrößerte NRS hilfreich sein. Die Patienten müssen erweckbar sein, sollten den Augenkontakt über 10 Sekunden halten (entspricht RASS-2) und auf Ansprache die Hand drücken können. Der Patient zeigt nach Befragung über Ruhe- und Belastungsschmerzen jeweils auf die Zahlenwerte, die seiner Schmerzstärkeeinschätzung entsprechen. Der Unterarm kann dabei vom Behandler leicht mitgeführt werden (▶ Abb. 19.8). Die Skala kann laminiert (wie alle anderen Skalen auch) mehrfach verwendet werden.

▶ **VRS (verbale Ratingskala).** Bei der VRS beschreibt der Patient seinen Schmerz mit Hilfe von Adjektiven, die anschließend

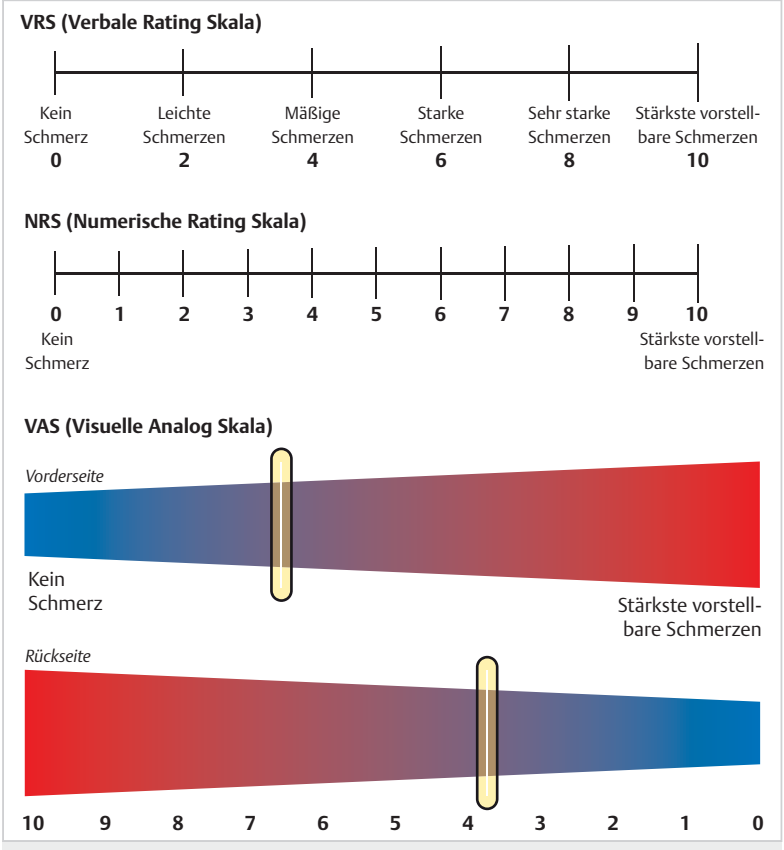


Abb. 19.7 Verschiedene Skalen zur Schmerzerfassung.

Abb. 19.8 Beispiel einer Schmerzerfassung mittels NRS-V (10 × 30 cm). (Universitätsklinikum Münster, Fotozentrale)

einer Zahl zugeordnet werden. Die Angaben variieren häufig; vorgeschlagen wird hier, um den entsprechenden Schmerzbeschreibungen eine geeignete Zahl von 0–10 zuordnen und entsprechend dokumentieren zu können:

- kein Schmerz = 0
- leichter Schmerz = 2
- mäßiger Schmerz = 4
- starker Schmerz = 6
- sehr starker Schmerz = 8
- stärkster Schmerz = 10

Merke

Ältere Patienten können mit dieser verbalen Ratingskala ihren Schmerz oft besser beschreiben.

▶ **VAS (Visuelle Analogskala).** Der Patient gibt mit Hilfe eines Schiebers auf einer Farbskala seine Schmerzstärke an (▶ Abb. 19.7), der eingestellte Wert ist auf der Rückseite in Zahlen von 0 (kein Schmerz) bis 10 (stärkster Schmerz) ablesbar. Falls nur ganze Zahlen in das Dokumentationssystem eingegeben werden können, muss entsprechend ab- oder aufgerundet werden.

Fremdeinschätzung

Die Fremdeinschätzung von Schmerzen bei Patienten, die nicht in der Lage sind, Schmerzen selber einzuschätzen, ist möglich und sollte, sobald der Patient zur Selbsteinschätzung nicht fähig ist, durchgeführt werden. Hierzu gehören Patienten mit eingeschränkten Kommunikationsmöglichkeiten wie beatmete, desorientierte, demente oder delirante Patienten, bei denen eine Fremdbeurteilung des Schmerzniveaus durch indirekte, schmerzassoziierte Verhaltensweisen und physiologische Parameter die praktikabelste Möglichkeit darstellt, Schmerzen ansatzweise einzuschätzen. Zu den Verhaltensweisen gehören u. a. Mimik, Bewegung, Abwehrverhalten, Lautäußerungen z. T. auf definierte Schmerzreize oder Adaption an das Beatmungsgerät; als Vitalparameter werden Herzfrequenz, Atemfrequenz usw. hinzugezogen. Da es aber immer ein sehr indirektes Erfassen von Schmerzen ist, sollte sie wirklich nur dann herangezogen werden, wenn der Patient nicht selbst Auskünfte über seine Schmerzintensität tätigen kann.

▶ **BPS (Behavioral Pain Scale).** Ein validiertes und ins Deutsche übersetztes Scoringsystem für beatmete Patienten ist die BPS (Behavioral Pain Scale) (Payen et al. 2001). Hierbei werden die Mimik, die Bewegung der oberen Extremität und die Adaption an das Beatmungsgerät beobachtet und mit einer Punktzahl bewertet. Der Patient erhält mindestens 3 Punkte und maximal 12 Punkte (▶ Tab. 19.2). Diese Skala wird national und international als Fremderhebungstool bei Patienten auf der Intensivstation empfohlen (Guidelines of The American College of Critical Care Medicine (ACCM) 2013, Deutsche S 3-Leitlinien Analgesie, Sedierung, Delirmanagement in der Intensivmedizin 2009).

Tab. 19.2 Verschiedene Schmerzerfassungsinstrumente zur Fremdeinschätzung.

Item	Beschreibung	Punkte
BPS (Behavioral Pain Scale)		
Gesichtsausdruck	entspannt	1
	teilweise entspannt	2
	stark angespannt	3
	grimassieren	4
obere Extremität	keine Bewegung	1
	teilweise Bewegung	2
	Anziehen mit Bewegung	3
	ständiges Anziehen	4
Adaptation an das Beatmungsgerät	Tolerierung	1
	seltenes Husten	2
	kämpfen mit dem Beatmungsgerät	3
	kontrollierte Beatmung nicht möglich	4
BPS-NI (Behavioral Pain Scale Non Intubatet)		
Gesichtsausdruck	entspannt	1
	teilweise entspannt	2
	stark angespannt	3
	grimassieren	4
Obere Extremität	keine Bewegung	1
	teilweise Bewegung	2
	Anziehen mit Bewegung	3
	ständiges Anziehen	4
Schmerzäußerung	keine Schmerzäußerung	1
	seltenes Jammern (< 3/min)	2
	häufiges Jammern (> 3/min)	3
	jammern, stöhnen, verbale Beschwerden wie „Au, Oh“; Luft anhalten	4

▶ **BPS-NI (Behavioral Pain Scale Non Intubatet).** Für nicht beatmete, aber kommunikations- bzw. kognitiv stark eingeschränkten Patienten, die nicht selbst ihre Schmerzen einschätzen können, ist die BPS-NI (Behavioral Pain Scale Non Intubatet) geeignet. Die Beobachtungsparameter entsprechen der BPS, wobei die Adaption an das Beatmungsgerät durch den Parameter „Lautäußerungen“ ersetzt wird (▶ Tab. 19.2).

▶ **ZOPA (Zurich Observation Pain Assessment).** ZOPA ist ein weiteres Fremderfassungsinstrument für Patienten mit beeinträchtigter Kognition (▶ Tab. 19.3). Die Beobachtung des Patienten findet anhand von 13 Verhaltensmerkmalen statt. Diese werden als vorhanden oder nicht vorhanden aufgenommen. Schon bei einem vorhandenen Verhaltensmerkmal kann angenommen werden, dass Schmerz vorliegt. Es findet keine Gewichtung der Verhal-

Tab. 19.3 Fremderfassungsinstrument ZOPA.

ZOPA (Zurich Observation Pain Assessment)

- keine Anzeichen
- Lautäußerungen
  - Stöhnen/Klagen
  - Brummen
- Gesichtsausdruck
  - verzerter, gequälter Gesichtausdruck
  - starrer Blick
  - Zähne zusammenpressen (Tubus beißen)
  - Augen zukneifen
  - Tränenfluss
- Körpersprache
  - Ruhelosigkeit
  - Massieren oder Berühren eines Körperteils
  - angespannte Muskeln
- physiologische Indikatoren
  - Veränderungen der Vitalzeichen
    - Blutdruck/Puls
    - Atmung
  - Veränderung der Gesichtsfarbe
    - Schwitzen/Röte

tensmerkmale statt und auch bei mehreren vorhandenen Verhaltensmerkmalen kann keine Aussage über die Schmerz*intensität* getroffen werden (Handel 2009).

19.3.2 Interventionsgrenzen

Die Erfassung und Dokumentation von Schmerz ist eine wichtige Basis, trägt aber alleine nicht zur besseren Analgesie bei. Wichtig ist die Festlegung von Grenzen, bei denen eine Schmerztherapie eingeleitet bzw. die eingeleitete Analgesie, die nicht adäquat für den Patienten ist, erweitert wird. Am besten geeignet, aber auch nicht wissenschaftlich validiert, sind die Interventionsgrenzen bei den Selbsterfassungsinstrumenten. Diese sollten auch die individuelle Schmerzakzeptanz und Schmerztoleranz des Patienten berücksichtigen (Maroney et al. 2004). Die Fremderhebungsinstrumente sollen ebenfalls „graduell" mit ansteigenden Zahlenwerten ansteigende Schmerzintensitäten widergeben. Ob dies allerdings entsprechend zu den Analogskalen der Selbsterfassungsinstrumente der Fall ist, ist bisher so nicht nachgewiesen. So ist z. B. die BPS nur in den „unteren" Zahlenwerten gut untersucht. Dies bedeutet, dass bei den Fremderhebungsinstrumenten wahrscheinlich schon bei einer Überschreitung der Grenzwerte von „kein Schmerz" zu „Schmerz" interveniert werden müsste. Absolut unklar ist bei den Fremderhebungsinstrumenten, welche Werte für Ruhe-, Belastungsschmerz als intervenierbedürftig angesehen werden müssen.

In ▶ Tab. 19.4 sind die Interventionsgrenzen für unterschiedliche Erfassungsinstrumente und die Grenzwerte, ab denen angenommen werden muss, dass der Patient Schmerzen hat, dargestellt.

Merke

Mit einer Fremdeinschätzung von Schmerzen kann die Intensität des Schmerzes nicht erhoben werden.

19.4 Medikamentöse Schmerztherapie

Patienten auf Intensivstationen bedürfen einer gezielten und adäquaten Schmerztherapie, insbesondere um schmerzbedingte Stressreaktionen mit negativen Auswirkungen auf den gesamten Organismus zu verhindern. Schmerzen bei intensiv stationär behandelten Patienten entstehen dabei einerseits im Rahmen der Grund- und Begleiterkrankungen, andererseits als Folge erforderlicher Operationen oder intensivmedizinisch notwendiger diagnostischer, therapeutischer sowie pflegerischer Maßnahmen (S 3-Leitlinie „Analgesie, Sedierung, Delirmanagement in der Intensivmedizin" der DGAI 2009). Eine Behandlung von Schmerzen, die adaptiert an die individuelle Schmerzintensität und den Bedarf des Patienten angepasst wird, kann dabei nicht nur unnötige Schmerzen mindern, sondern auch eine Übertherapie vermeiden.

Ein wesentliches Problem der Schmerztherapie stellt die Auswahl des geeigneten Medikamentes bzw. der geeigneten Medikamentenkombination dar. Ein ideales Analgetikum sollte folgenden Anforderungen genügen:

- effektive Schmerztherapie
- schneller Wirkungseintritt
- gute Steuerbarkeit
- von Organinsuffizienz unbeeinträchtigte Metabolisierung
- keine Akkumulation oder aktive Metaboliten
- einfache Anwendung und Titration möglich
- keine schwerwiegende kardiopulmonale Depression
- wenig Nebenwirkungen und Risiken
- in verschiedenen Applikationsformen verfügbar

Die Auswahl und der Einsatz der geeigneten Analgetika sind in der Intensivmedizin zusätzlich dadurch erschwert, dass die üblichen Dosierungen nicht problemlos von „Normalpatienten" auf Intensivpatienten übertragen werden können. Abbau und Elimination der Medikamente werden oft durch zahlreiche Kofaktoren wie veränderte Leber- und Nierenfunktion beeinflusst. Die Notwendigkeit der gleichzeitigen Applikation zahlreicher Medikamente führt zu teilweise unüberschaubaren Medikamenteninteraktionen, sodass gerade bei Intensivpatienten mit unkalkulierbaren Wirkungen in Bezug auf Wirkungseintritt, Wirkungsstärke, Wirkdauer sowie unerwünschten Begleiterscheinungen gerechnet werden muss. Analgesie bei Intensivpatienten erfordert eine balancierte Schmerztherapie, die neben der Festlegung und wiederholten Überprüfung des Therapiezieles und dem Monitoring des Analgesiegrades ein an die jeweiligen Bedürfnisse angepasstes Therapieschema beinhalten sollte.

19.4.1 Nicht-Opioid-Analgetika

Nicht-Opioid-Analgetika (NOPA) sollten bei Patienten nach Operationen im Allgemeinen – und bei Patienten nach Operationen, die auf einer Intensivstation behandelt werden, im Besonderen – zur Basisanalgesie gehören. NOPA führen zu einer – abhängig von der Substanz – mehr oder weniger ausgeprägten Analgesie und dadurch zu einer Einsparung von Opioiden. Letzteres ist besonders wichtig, um die Gefahr eines Ileus zu reduzieren, Übelkeit und Erbrechen zu vermindern und unnötige Sedierung zu vermeiden.

Im intensivmedizinischen Bereich kommen vorrangig nicht saure antipyretische Analgetika (Paracetamol, Metamizol) zur Anwendung. Nicht steroidale, „saure" Antiphlogistika (NSAID, z. B. Ibuprofen oder Diclofenac) einschließlich spezifischer COX-2 Hemmer (z. B. Etoricoxib, Parecoxib) haben eine hohe Effektivität, die stärker als die von Paracetamol und ungefähr gleich stark wie die von Metamizol ist (Moore et al. 2011, Pogatzki-Zahn et al. 2014). Sowohl COX-Hemmer als auch Metamizol senken die Schmerzen effektiv und vermindern zusätzlich und klinisch relevant den Bedarf an Opioiden. Aufgrund ihrer potenziellen Nebenwirkungen und Risiken ist der Einsatz der NSAIDs aber nur eingeschränkt bei Patienten auf der Intensivstation möglich.

Tab. 19.4 Interventionsgrenzen der unterschiedlichen Erfassungsinstrumente.

Erfassungsinstrument	Punktespanne	Interventionsgrenze Ruheschmerz	Interventionsgrenze Belastungsschmerz
NRS; NRS-V; VAS; VRS	0–10	≥ 3	≥ 5
BPS; BPS-NI	3–12	≥ 5*	unklar, ggf. > 5* unter Belastungsbedingungen
ZOPA	keine	ein vorhandenes Verhaltensmerkmal	ein vorhandenes Verhaltensmerkmal
BESD	0–10	≥ 2 (es wird angenommen, dass Schmerz vorhanden ist) ≥ 6 (eine Intervention wird empfohlen)	unklar, ggf. ≥ 6 unter Belastungsbedingungen

*ab diesem Punktwert wird angenommen, dass der Patient Schmerzen hat

Risiken und Nebenwirkungen

Bezüglich der Nebenwirkungen und Risiken der NOPA (Pogatzki-Zahn et al. 2014) stehen bei Intensivpatienten

- potenzielle gastrointestinale Komplikationen (insb. durch nicht spezifische, nicht steroidale Antiphlogistika [nsNSAIDs], die sowohl die Cyclooxygenase 1 [COX-1] als auch die COX-2 hemmen),
- kardiovaskuläre Komplikationen bei den nsNSAIDs und den spezifischen COX-2 Hemmern, außer ggf. bei Naproxen – insbesondere wenn sie länger als 7–10 Tage eingesetzt werden – sowie
- nephrotoxische Komplikationen (bei allen nsNSAIDs und COX-2 Hemmerns) im Vordergrund.

Gastrointestinale Komplikationen treten dabei v. a. bei Gabe von nsNSAIDs wie Ibuprofen oder Naproxen sowie Diclofenac auf. Ihre Inzidenz ist abhängig von zusätzlichen Risikofaktoren, zu denen höheres Alter der Patienten, vorbestehende GI-Erkrankungen wie Gastritis, Ulkus oder gastrointestinale Blutung zählen sowie zusätzliche Kortikoideinnahme, Stress und Dauer der Gabe.

Alle NSAIDs können zur renalen Vasokonstriktion beitragen und bei Patienten mit Hypovolämie oder anderen Risikofaktoren eine Verschlechterung der Nierenfunktion bis hin zum (reversiblen) Nierenversagen verursachen. Ebenfalls ist das kardiovaskuläre Risiko für (fast) alle NSAIDs erhöht, zumindest dann, wenn sie die COX-2 hemmen. Dies bedeutet gerade für Patienten mit vorbestehenden Risikofaktoren (z. B. vorbestehender Myokardinfarkt) und/oder bei gleichzeitiger Gabe von ACE-Hemmern ein deutlich erhöhtes Risiko. Während längere Zeit angenommen wurde, dass dieses erhöhte Risiko nur für COX-2 Hemmer bestehe, ist heute klar, dass auch für nicht spezifische Substanzen wie Diclofenac und sogar für Ibuprofen ein erhöhtes Risiko besteht. Nur für Naproxen gibt es Hinweise, dass das Risiko ggf. nur leicht erhöht ist. Unklar ist aber, wie lange ein Patient ein NSAID einnehmen muss, bevor das Risiko ansteigt; es gibt Daten dass eine kurze Einnahme von 10 Tagen das Risiko zumindest bei Nicht-Risikopatienten postoperativ nicht erhöht; ausgenommen sind hier Patienten nach einer Herz-OP, für die immer, auch bei Kurzzeitgabe, das Risiko erhöht ist und NSAID deswegen kontraindiziert sind.

Nebenwirkungen bei Metamizol

Metamizol hat einen ähnlich guten analgetischen und Opioid-einsparenden Effekt wie die NSAIDs (Moore et al. 2011). Kardiovaskuläre und renale Risiken sind bei Metamizol ausgesprochen selten, das gleiche gilt für gastrointestinale Nebenwirkungen und Komplikationen. Metamizol stellt damit eigentlich das ideale Analgetikum für den Patienten auf einer Intensivstation dar. Trotzdem muss auf Nebenwirkungen hingewiesen werden. Für Metamizol ist eine allergische Reaktion nicht selten; diese kann von leichten allergischen (Haut)reaktionen bis hin zu Bronchospasmus oder Anaphylaktischem Schock reichen. Eine Anamnese hierzu ist wichtig, sowie das Absetzen der Medikation bei Auftreten eines Allergieverdachtes. Darüber hinaus sind Blutdruckabfälle bei Gabe von Metamizol beschrieben, v. a. bei zu schneller i. v.-Gabe. Metamizol sollte deshalb langsam i. v. (1 ml/min) oder kontinuierlich über einen Perfusor verabreicht werden.

Viel diskutiert ist das Risiko einer Agranulozytose durch Metamizol. Metamizol ist eigentlich ein Prodrug; 2 seiner Metabolite wirken analgetisch und eines dieser beiden, das 4-Methylaminoantipyrin (MAA), wird auch für die Bildung von Antikörpern gegen Granulozyten verantwortlich gemacht. Es kommt zu einem Granulozytenabfall, der massiv sein und nicht oder nur schwer beherrschbare Infekte zur Folge haben kann. Wie häufig eine Agranulozytose unter Metamizolgabe auftritt ist nicht klar, da die Daten dazu sehr uneinheitlich sind; neuere Daten aus Deutschland weisen auf ein Risiko von 1:3–4 Millionen DDD hin. Die Agranulozytose ist in 70 % der Fälle erfolgreich behandelbar, muss aber frühzeitig erkannt werden.

Die Deutschen Akutschmerzleitlinien empfehlen Metamizol als First-Line NOPA aufgrund seiner guten Nutzen/Risiko-Bewertung. Obwohl ausgesprochen selten muss aber bei einem Abfall der Granulozyten bei Patienten unter Metamizoltherapie an eine Agranulozytose gedacht werden.

Nebenwirkungen bei Paracetamol

Auch Paracetamol ist nicht nebenwirkungsfrei (Zahn et al. 2010). Das wichtigste Risiko bei Gabe von Paracetamol ist die Lebertoxizität. Paracetamol wird überwiegend (80–95 %) über die Leber abgebaut und anschließend über die Nieren ausgeschieden. In der Leber wird ein geringer Teil des eingenommenen Paracetamols (ca. 5 %) zum toxischen Metaboliten N-Acetyl-p-Benzoe-Quinon-Imin (NAPQI) umgewandelt; beteiligt dabei ist das Zytochrom P450 (CYP2E1; CYP3A4) (Zahn et al. 2010). Das potenziell toxische Abbauprodukt NABQI wird noch in der Leber durch Konjugation mit Glutathion (Glutathion-S-Transferase; GST) inaktiviert und an Cystein sowie Mercaptursäure gebunden, das über den Urin ausgeschieden wird. Eine kritische Anhäufung von NAPQI in der Leber führt zu Leberzellnekrosen und kann, im Extremfall, zum Leberausfallkoma führen. Wichtigste Risikofaktoren hierfür sind fastende Patienten (ggf. auch „fastende" Intensivpatienten), Alkoholabusus, gleichzeitige Gabe bestimmter, die entsprechende Leberenzymaktivität steigernde Medikamente sowie eine Überdosierung von Paracetamol.

Für Paracetamol muss darüber hinaus ebenfalls ein möglicher Blutdruckabfall beachtet werden, der insbesondere bei kritisch kranken Patienten beobachtet worden ist (Maat et al. 2010). Da Paracetamol allerdings, um einen guten Effekt zu erzielen, schnell i. v. gegeben werden sollte, ist die langsame Gabe keine Option bei Auftreten einer Hypotension, sondern das Absetzen der Substanz. Eine weitere, neben der Schmerzreduktion intensivmedizinisch oft erwünschte Wirkung der genannten Medikamente besteht in der Fiebersenkung.

Applikationsformen

Bezüglich der Applikationsart ist nicht unerheblich, dass einige NOPA in Deutschland nicht in intravenöser Form zur Verfügung stehen (wie z. B. Ibuprofen oder Diclofenac). Intravenöse Applikationsformen liegen in Deutschland für Metamizol, Parecoxib und Paracetamol vor. Die intravenöse Form ist nicht wirksamer als die orale, ist aber dann zu bevorzugen, wenn eine orale Gabe nicht möglich ist. Eine rektale Gabe ist bei einigen Substanzen möglich, führt aber zu unzuverlässigeren Wirkspiegeln, e. g. bei Paracetamol.

Dosierungen und Kontraindikationen

In ▶ Tab. 19.5 sind Dosierungen und Kontraindikationen für die gängigen NOPA aufgeführt.

19.4.2 Opioid-Analgetika

Opioide sind für die Therapie starker Schmerzen in der Intensivmedizin häufig unverzichtbar. Fentanyl, Hydromorphon und Morphin stellen die dabei international empfohlenen Substanzen dar. In Deutschland wird überwiegend Piritramid bei intermittierender Applikation angewendet (S3-Leitlinie Analgesie, Sedierung und Delirmanagement in der Intensivmedizin 2009).

Tab. 19.5 Dosierung und Kontraindikationen der gängigen, in Deutschland zur Verfügung stehenden NOPA (Erwachsene).

Wirkstoff (Handelsname)	Verabreichung	Einzeldosis*	maximale Tagesdosis*	Kontraindikationen/Besonderheiten
Diclofenac (z. B. Voltaren)	p. o.	3 × 50 mg/d Retardform: 2 × 75 mg/d	200 mg (2 mg/kg)	• Allergie, Asthma, COPD • Ulzera im Gastrointestinaltrakt, Anamnese chronischer Magen-Darm-Beschwerden • bestehende Herzinsuffizienz (New York Heart Association, NYHA, Stadien II-IV), ischämische Herzerkrankung • periphere Arterienerkrankung oder zerebrovaskuläre Erkrankung • Die Behandlung mit Diclofenac sollte bei Patienten mit signifikanten Risikofaktoren für kardiovaskuläre Ereignisse (z. B. Hypertonie, Hyperlipidämie, Diabetes mellitus, Rauchen) nur nach sorgfältiger Abwägung begonnen werden) • schwere Leber- und Niereninsuffizienz • Volumenmangel, Schock • Alter > 65 Jahre • Porphyrie • Schwangerschaft (3. Trimenon)
	supp.	25–100 mg 2–3 × /d		
Etoricoxib (z. B. Arcoxia)	p. o.	1 × 60–120 mg/d	120 mg	• Allergie • aktives peptisches Ulkus oder akute gastrointestinale Blutung • koronare Herzerkrankung und Herzinsuffizienz (NYHA II-IV) • Z. n. Herzinfarkt oder Apoplex • akute oder chronische Niereninsuffizienz (Kreatininclearance < 30 ml/min), schwere Leberfunktionsstörungen (Albumin < 25 g/l) • Schwangerschaft, Stillzeit • nicht eingestellter Hypertonus (relativ) • Alter < 18 Jahre; > 65 Jahre
Ibuprofen	p. o.	3 × 400–800 mg/d Retardform: 3 × 800 mg/d	2400 mg	• Allergie, Asthma, COPD • Ulzera im Gastrointestinaltrakt Anamnese chronischer Magen-Darm-Beschwerden • schwere Leber-, Nieren- oder Herzinsuffizienz • Volumenmangel, Schock • Alter > 65 Jahre • Schwangerschaft (3. Trimenon)
	supp.	3 × 600 mg/d		
Indometacin (z. B. Amuno)	p. o.	3 × 25–50 mg Retardform: 2 × 75 mg	200 mg	• Allergie • Ulzera im Gastrointestinaltrakt, Anamnese chronischer Magen-Darm-Beschwerden • schwere Leber- Nieren- oder Herzinsuffizienz • Hämatopoesestörungen • Porphyrie • Schwangerschaft
	supp.	2 × 100 mg		
Metamizol (z. B. Novalgin)	p. o.	4 × 500–1000 mg/d 4 × 20–40 Trpf. (20 Trpf. = 500 mg)	4–6 g	• Allergie, Asthma • Volumenmangel, Schock • Hämatopoesestörungen (Leuko-, Granulozytopenie) • Porphyrie • Glukose-6-Phosphat-Dehydrogenasemangel • Schwangerschaft, Stillzeit
	supp.	4 × 1000 mg		
	i. v.	1 g/2,5 g	8–16 mg/kg	
Paracetamol (z. B. Ben-u-ron, Perfalgan)	p. o.	4 × 500–1000 mg	4 g	• bekannte Unverträglichkeit • schwere Leber- und Niereninsuffizienz • Glukose-6-Phosphat-Dehydrogenase-Mangel • Alkoholabusus, Mangelernährung
	supp.	4 × 500–1000 mg		
	i. v.	4 × 500–1000 mg		
Parecoxib (z. B. Dynastat)	i. v.	2 × 20–40 mg/d	80 mg	• Allergie • aktives peptisches Ulkus oder akute gastrointestinale Blutung • koronare Herzerkrankung und Herzinsuffizienz (NYHA II-IV) • Z. n. Herzinfarkt oder Apoplex • akute oder chronische Niereninsuffizienz (Kreatininclearance < 30 ml/min), schwere Leberfunktionsstörungen (Albumin < 25 g/l) • Schwangerschaft, Stillzeit • nicht eingestellter Hypertonus (relativ)

* Die Dosierungen beziehen sich auf Patienten mit normaler oder nur geringfügig eingeschränkter Nieren- und Leberfunktion.

Applikationsformen

Bei der Anwendung in der Intensivmedizin werden Opioide häufig kontinuierlich als Dauerinfusion verabreicht. Hierbei ist die Steuerbarkeit dieser Therapie von besonderem Interesse. Um die Erholungszeiten von der Medikamentenwirkung zu vergleichen, kann das Konzept der „**kontextsensitiven Halbwertzeit** (ksHWZ)" hilfreich sein. Diese ist definiert als die Zeit, die benötigt wird, damit im zentralen Kompartiment die Konzentration eines Medikamentes, nach Beendigung der Zufuhr, um die Hälfte abfällt. Der Begriff beschreibt den Zusammenhang zwischen Infusionsdauer und Abfallgeschwindigkeit der Plasmakonzentration und gibt Auskunft über die unterschiedliche Steuerbarkeit der Medikamente. So ist z. B. die ksHWZ von Sufentanil im Vergleich mit Fentanyl deutlich kürzer und damit günstiger, wenn ein Patient geweckt werden soll, steigt allerdings auch mit Dauer der Anwendung. Siehe Analgosedierung (S. 449).

Generell gilt, dass bei Einsatz einer Opioid-Dauerinfusion das Opioid niemals abrupt abgesetzt werden soll. Die Dauerinfusion sollte ausgeschlichen und durch ein festes Schema mit zusätzlicher Bedarfsmedikation verändert werden. Starke Opioide (Piritramid, Morphin, Fentanyl, Sufentanil, Hydromorphon) haben den Vorteil, dass es keine klinisch relevante Maximaldosis gibt. Zur Durchführung der Analgosedierung siehe Kap. 19.8 (S. 449).

Eine kontinuierliche Opioidapplikation bei Intensivpatienten sollte, sobald der Patient wach und ansprechbar ist, möglichst schnell patientenkontrolliert verabreicht werden. Dies kann sowohl als patientenkontrollierte intravenöse Schmerzpumpe, PCIA (S. 442), oder oral als bedarfsadaptierter Algorithmus geschehen. Siehe orale Therapieschemata (S. 440).

Obwohl die patientenkontrollierten Gaben auch sehr gut auf der Normalstation weitergeführt werden können (Opioidgaben über Perfusoren sollten bei Verlegung vermieden werden) ist eine frühzeitige und umsichtige Umstellung auf der Intensivstation am sichersten und effektivsten. Ideal ist bei der Umstellung die Verwendung der gleichen Wirksubstanz, unabhängig von der Verabreichungsform. Hydromorphon steht sowohl intravenös als auch in oraler Form zur Verfügung. Anders als bei anderen Opioidretardformen sind bei Hydromorphon Pelletts in der Kapsel in der retardierten Form enthalten; diese können nach Öffnung der Kapsel entnommen und auch über eine Magen- oder PEG-Sonde verabreicht werden, ohne dass der retardierte Mechanismus verloren geht. Dies geht bei anderen retardierten Opioiden nicht. Deshalb eignet sich Hydromorphon ausgezeichnet für alle Phasen der Intensivtherapie, ohne dass ein Opioidwechsel aufgrund einer Veränderung des Applikationsweges nötig wird.

Risiken und Nebenwirkungen

Bei Patienten mit einer Niereninsuffizienz kommt es bei der Gabe von Opioiden, bei deren Abbau aktive Metabolite entstehen, möglicherweise zu einer erhöhten Wirkung und v. a. auch erhöhten Nebenwirkungen aufgrund einer Akkumulation der z. T. aktiven Metabolite. Dies gilt insbesondere bei einer Therapie mit Morphin, da bei einer bestehenden Nierenfunktionsstörung u. a. der aktive Metabolit Morphin-6-Glucuronid kumuliert. Morphin 6-glucuronid scheint für vermehrte Sedierung und Übelkeit bei Therapie mit Morphin bei nierenfunktionseingeschränkten Patienten verantwortlich zu sein. Der Einsatz eines Opioides mit Metabolisierung zu v. a. inaktiven Produkten (wie Hydromorphon) und damit nur geringer veränderter Wirkung bei Niereninsuffizienz ist deshalb gerade auf der Intensivstation sinnvoll. Nicht nur die Niereninsuffizienz bei ICU-Patienten, sondern auch die höhere Zahl alter Patienten mit per se schon eingeschränkter Nierenfunktion favorisiert deshalb ebenfalls eine Therapie mit Hydromorphon. Bei Hämofiltration steigt die Plasma-HWZ von Hydromorphon im Blut, bei Hämodialyse eher nicht.

▶ Tab. 19.6 zeigt mögliche Dosierungen und substanzspezifische Besonderheiten der Opioide auf.

Die allgemeinen Nebenwirkungen und Kontraindikationen sind für alle Opioide sehr ähnlich. Zu den **allgemeinen Kontraindikationen** für Opioide zählen:

- Überempfindlichkeit gegenüber der entsprechenden Substanz oder einem der sonstigen Bestandteile
- schwere Atemdepression
- schwere chronisch obstruktive Atemwegserkrankung (COPD)
- Koma
- akutes Abdomen
- paralytischer Ileus
- gleichzeitige Gabe von Monoaminoxidase-Hemmern oder wenn diese innerhalb der letzten 14 Tage abgesetzt wurden

Besondere Vorsicht für die Anwendung gilt bei Patienten mit:

- Kopfverletzungen aufgrund des Risikos eines erhöhten Hirndrucks
- Krampfleiden
- Alkoholismus, Delirium tremens
- toxischer Psychose
- Hypotonie bei Hypovolämie
- Bewusstseinsstörungen
- chronisch obstruktiver Atemwegserkrankung
- verminderter Atemreserve, Atemdepression (in nicht überwachten Situationen)
- Gallenwegserkrankungen
- Gallen- oder Nierenkolik
- Pankreatitis
- obstruktive oder entzündliche Darmerkrankungen
- Prostatahypertrophie
- Nebennierenrindeninsuffizienz (z. B. Morbus Addison)
- Hyperthyreose
- Leber- oder Niereninsuffizienz
- höherem Lebensalter oder geschwächtem Allgemeinzustand

Bei allen genannten Patienten wird eine niedrigere Dosierung empfohlen. Die **allgemeinen Nebenwirkungen** von Opioiden werden in ▶ Tab. 19.7 beschrieben.

Für den klinischen Alltag, insbesondere auf der Intensivstation, sind die Kontraindikationen für Opioide, e. g. die mit einem Vorsichtsgebot versehenen Begleiterkrankungen/Besonderheiten, natürlich oft Hindernisse für eine Opioidtherapie, sollten aber nicht dazu führen, komplett auf eine Analgesie, auch nicht mit Opioiden, zu verzichten. So kann einem Patienten mit COPD natürlich nicht eine gute Analgesie (ggf. mit Opioiden) vorenthalten werden. Ebenfalls kann es bei Gabe aller Opioide z. B. zu Spasmen des Sphinkter Oddi kommen, sodass sie bei Patienten mit Gallenwegserkrankung, einschließlich akuter Pankreatitis, mit Vorsicht angewendet werden. Für Schwangere Patientinnen sollte ebenfalls eine Risiko-Nutzen-Abwägung erfolgen.

Wichtig ist, dass die Dosis der Opioide bei diesen und anderen Risikopatienten wirklich an den Bedarf angepasst werden muss (und nicht überdosiert werden darf). Wenn möglich, sollte bei diesen Patienten immer an den Einsatz eines Regionalanalgesieverfahrens gedacht werden; hier ist eine individuelle Risiko-Nutzen-Abwägung notwendig. Außerdem sollten evtl. Koanalgetika zum Einsatz kommen, die den Opioidverbrauch z. T. signifikant senken können.

Überdosierung von Opioiden

Eine Opioidüberdosierung führt i. d. R. zu einer Sedierung und zur typischen Atemdepression, bei der der Patient keinen Atemantrieb mehr hat und deswegen deutlich verlangsamte Atemzüge aufweist. Typisch ist auch ein nach Aufforderung suffizientes, tiefes Einatmen, das nach Beendigung der Aufforderung schnell wieder nachlässt bzw. komplett zum Stillstand führt. Die Therapie ist eine sofortige Unterbrechung der Opioidzufuhr

Tab. 19.6 Opioide – Dosierung und substanzspezifische Besonderheiten.

Wirkstoff und Verabreichungsform	Dosierung	substanzspezifische Besonderheiten*
Hydromorphon orale Retardform (z. B. Palladon retard 4/8/16 mg)	4–20 mg Einzeldosis alle 12 h	• Kapsel kann geöffnet werden • Pellets nicht zerkleinern • Gabe in Sondennahrung via Sonde ab 15 CH
Hydromorphon orale nicht retardierte Form (z. B. Palladon 1,3/2,6 mg)	1,3–2,6 mg Einzeldosis alle 2–4 h	• Tablette kann gemörsert werden, in Wasser auflösen und Gabe via Sonde ab 8 CH
Hydromorphon intravenöse Form (z. B. Palladon injekt 2/10/100 mg)	0,15–0,45 mg/h bzw. 0,004 mg/kgKG/h (im Perfusor: 6 mg auf 50 ml, Start mit 2 ml/h)	
Oxycodon orale Retardform (z. B. Oxygesicretard 5/10/20/40/80 mg)	10–50 mg Einzeldosis alle 12 h	• Tablette nicht teilen, nicht mörsern, nicht zerkauen
Oxycodon/Naloxon orale Retardform (z. B. Targin)	10/5–40/20 mg Einzeldosis alle 12 h, nach Schema erhöhen; max. 80 mg/d	• Vorteil hinsichtlich gastrointestinaler Nebenwirkungen • CAVE: Leber-, Niereninsuffizienz (insb. bei Leberinsuffizienz kann das Naloxon nicht abgebaut werden und zu einer Antagonisierung des Oxycodoneffektes führen) • Tablette nicht teilen, nicht mörsern, nicht zerkauen
Oxycodon intravenöse Form (z. B. Oxygesic injekt 10/20 mg)	1–10 mg bei Bedarf alle 4 h	
Oxycodon orale nicht retardierte Form (z. B. Oxygesic akut 5/10/20 mg)	5–20 mg Einzeldosis bei Bedarf alle 4 h	• Gabe der Pellets in Sondennahrung via Sonde ab 15 CH
Morphin orale Retardform (z. B. MST)	10–150 mg Einzeldosis alle 8–12 h	• Tablette nicht teilen, nicht mörsern, nicht zerkauen
Morphin orale nicht retardierte Form (z. B. Sevredol)	10–40 mg bei Bedarf alle 4 h	• Tablette kann gemörsert werden • in Wasser auflösen und Gabe via Sonde ab 8 CH
Morphin retardiertes Morphin in Granulatform: (z. B. MST Granulat-Retard)	10–50 mg Einzeldosis alle 12 h	• in Wasser auflösen und Gabe via Sonde ab 8 CH, aufgelöst innerhalb von 20 min verabreichen (bleibt solange in retardierter Form erhalten)
Morphin Injektionslösung	1–15 mg Einzeldosis bei Bedarf alle 4–6 h	
Tapentadol orale Retardform (z. B. Palexia retard)	2 × 50–250 mg pro Tag max. 500 mg Tagesdosis	• Vorteile hinsichtlich GI-Nebenwirkungen, neben einem μ-rezeptoragonistischen Effekt wirkt Tapentadol auch auf das noradrenerge System (Noradrenalin-Wiederaufnahmehemmer); dies vermindert opioidbedingte Nebenwirkungen • Tablette nicht teilen, nicht mörsern, nicht zerkauen
Tapentadol (z. B. Palexia-Lösung) nicht retardierte Form	50–100 mg Einzeldosis alle 4–6 h max. 500 mg Tagesdosis	• orale Einnahme unverdünnt oder mit Wasser, kann via Sonde verabreicht werden
Buprenorphin sublingual (z. B. Temgesic 0,2 mg; Temgesic forte 0,4 mg)	0,2–0,4 mg sublingual Einzeldosis alle 6–8 h	• Sublingualtabletten unter die Zunge legen, lösen sich interhalb von 5–10 min auf • Tablette nicht teilen, nicht mörsern, nicht kauen, nicht lutschen oder schlucken • CAVE bei Leberinsuffizienz
Buprenorphin intravenöse Form (z. B. Temgesic Amp. 0,3 mg)	0,3 mg i. v. Einzeldosis alle 6–8 h	• CAVE bei Leberinsuffizienz
Piritramid intravenöse Form (z. B. Dipidolor)	0,1–0,2 mg/kg als Einzelgabe	

und bei Gefährdung des Patienten atemunterstützende Maßnahmen und ggf. die Gabe eines Opioidrezeptorantagonisten (z. B. 0,4–2 mg Naloxonhydrochlorid) intravenös. Diese Einzeldosis muss je nach klinischer Erfordernis in 2–3-minütigen Abständen wiederholt werden. Empfohlen wird auch die Gabe einer kontinuierlichen Dauerinfusion von Naloxonhydrochlorid z. B. 1 mg in 500 ml isotonischer Kochsalz- oder 5 %iger Dextroselösung (entsprechend 0,004 mg Naloxon/ml). Die Nalaxongabe antagonisiert dabei aber nicht nur die Nebenwirkungen der Opioide, sondern ggf. auch die analgetische Wirkung; deshalb muss eine Naloxongabe immer sehr kontrolliert erfolgen und alle Parameter in Betracht ziehen. Da auch ein begleitender Kreislaufschock, Herzstillstand oder eine Arrhythmie unter Opioidüberdosierung auftreten kann, müssen ggf. auch herzkreislaufstabilisierende Maßnahmen durchgeführt werden. Bei oraler Opioideinnahme kann eine Magenspülung in Erwägung gezogen werden.

Tab. 19.7 Allgemeine Nebenwirkungen von Opioiden.*

Nebenwirkung	sehr häufig >1/10	häufig >1/100 bis <1/10	gelegentlich >1/1000 bis <1/100	selten >1/10 000 bis <1/1000	sehr selten <1/10 000
Erkrankungen des Immunsystems			Überempfindlichkeitsreaktionen		anaphylaktische Reaktionen
psychiatrische Erkrankungen		Verwirrtheit, Angstzustände, Schlaflosigkeit	Dysphorie, Euphorie, Halluzinationen, Depression	Angst, Agitiertheit, Aggression, Abhängigkeit	
Erkrankungen des Nervensystems	Müdigkeit	Schwindel, Kopfschmerz	Tremor, Parästhesie, Myoklonien	Krampfanfälle, Sedierung	Sprachstörungen, Hyperalgesie
Erkrankungen der Augen und Ohren		Miosis	Sehstörungen, Hörstörungen, Tinitus		
Herzerkrankungen			Tachykardie	Bradykardie, Palpitationen	
Gefäßerkrankungen		Hypotonie	Vasodilatation		
Erkrankungen der Atemwege, des Brustraums und des Mediastinums			Dyspnoe	Atemdepression, Bronchospasmus	
Erkrankungen des Gastrointestinaltraktes		Obstipation, Übelkeit, Erbrechen, Mundtrockenheit, Abdominalschmerz, Flatulenz	Dyspepsie, Diarrhö, Geschmacksstörungen	Melaena, Zahnerkrankungen	paralytischer Ileus
Erkrankungen der Leber und der Galle		Erhöhung leberspezifischer Enzyme (bei Targin)		Gallenkoliken, Erhöhung von Pankreasenzymen	Erhöhung leberspezifischer Enzyme
Erkrankungen der Haut und des Unterhautzellgewebes		Pruritus, Schwitzen	Hautausschlag, Urtikaria	Rötung des Gesichts	
Erkrankungen der Nieren und Harnwege			Miktionsstörungen (Harnverhalt sowie vermehrter Harndrang)		
Erkrankungen der Geschlechtsorgane und der Brustdrüse			Erektionsstörungen, verminderte Libido		
allgemeine Erkrankungen und Beschwerden		Schwächezustände (Asthenie), Müdigkeit, Gefühl der Körpertemperaturveränderung	Entzugserscheinungen (gesteigerte Erregbarkeit, Angst Nervosität, Schlaflosigkeit, Hyperkinesie, Tremor, gastrointestinale Symptome)		

* zusammengetragen aus den verschiedenen Fachinformationen

19.4.3 Koanalgetika

Die S3-Leitlinie zur Analgesie, Sedierung und Delirmanagement in der Intensivmedizin 2009 (AWMF Reg.Nr. 001–012, siehe www.awmf.org) empfiehlt den Einsatz begleitender Substanzen unter Beachtung der Kontraindikationen in allen Phasen der Analgosedierung. Die Vorteile des Einsatzes dieser Substanzen bestehen in ihrem opioidsparenden Effekt und der damit verbundenen Möglichkeit der Reduktion von Nebenwirkungen durch Opioide wie Übelkeit, Erbrechen, Harnverhalt, Pruritus und Sedierung. Darüber hinaus geht es um die Verbesserung der Darmfunktion mit einer Verminderung der postoperativen Ileusgefahr.

Möglicherweise ist der Effekt aller Koanalgetika deutlich stärker, wenn die Schmerzintensität bzw. der Opioidbedarf hoch ist. Dies gilt für alle Koanalgetika und bedeutet, dass sie besonders dann ihren Platz haben, wenn der Opioidverbrauch hoch ist oder signifikant über Tage hinweg steigt oder wenn Opioide bei Patienten so weit wie möglich eingespart werden müssen (z. B. bei Patienten mit akuter Pankreatitis, Patienten mit COPD oder OSAS). Welches der hier aufgeführten Medikamente unter welchen Bedingungen bevorzugt eingesetzt werden soll, ist bislang unklar. Auf der Intensivstation bietet sich die Gabe von Clonidin oder Dexmedetomidin bevorzugt bei zusätzlich agitierten, deliranten und kardiovaskulär stabilen Patienten an, Lidocain i. v. bei Patienten nach gastrointestinalen Eingriffen und Ketamin bei allen anderen Patienten, die keine Kontraindikationen gegen diese Substanz aufweisen. Ob eine Kombination der Koanalgetika zu einem additiven Effekt führt ist unklar, wird aber in Studien untersucht.

Clonidin

Clonidin wird in allen Phasen der Analgosedierung auf deutschen Intensivstationen eingesetzt. Hauptgrund ist eine mögliche Verbesserung des Weanings durch Clonidin sowie dessen antideliranter Effekt. Clonidin wirkt ebenfalls sympathikolytisch, anxiolytisch, sedierend sowie Opioid- und Anästhetika einsparend und damit koanalgetisch, wenn es zusammen mit Opioiden verabreicht wird.

Hinsichtlich der Opioideinsparung scheint Clonidin deutlich effektiver zu sein als Paracetamol, aber etwas geringer als NSAIDs (nsNSAIDs und COX-2 Hemmer) und Ketamin. Noch etwas besser co-analgetisch wirkt der neuere 2-Agonist Dexmedetomidin (Schnabel et al. 2013). Die Wirkung ist möglicherweise abhängig von Dosis und Dauer der Infusion; echte Dosiswirkungsstudien und Studien bei Patienten auf der ICU zur Analgesie gibt es aber weder für Clonidin noch für Dexmedetomidin. Aus den publizierten Studien und den 2 Meta-Analysen zur Effektivität bei perioperativer Gabe können folgende Dosierungen hinsichtlich der Nutzen/Risiko-Abwägung empfohlen werden, müssen aber klinisch individuell angepasst werden.

Dosierung

Dosierungsvorschlag für Clonidin/Dexmedetomidin mit dem Ziel verbesserter Analgesie/Opioideinsparung

- Clonidin i. v.: 0,1–0,2 µg/kgKG/h
  - Clonidin-Perfusoreinstellung: (1,5 mg auf 50 ml): 3 ml/h bei 90 kgKG
- Dexmedetomidine i. v.: 0,5–1 µg/kg/h
  - Dexmedetomidine-Perfusoreinstellung: (1 mg auf 50 ml): 2,25 ml/h bei 90 kgKG

► **Nebenwirkungen.** Häufige Nebenwirkungen sind hämodynamische Reaktionen wie Bradykardie (Dexmedetomidin, Clonidin) und Hypotension (v. a. bei Clonidin) sowie sedierende Effekte, denen durch Einsparung von Sedativa zumindest bei analgosedierten Patienten entgegengewirkt werden könnte.

Ketamin

Ketamin wirkt im subanästhetischen Dosierungsbereich antihyperalgetisch, kann Opioide einsparen und damit ggf. opioidbedingte Nebenwirkungen reduzieren. Hierdurch lässt sich bei der postoperativen Schmerztherapie eine opioidsparende Wirkung erzielen und möglicherweise Phänomene wie eine sog. opioidinduzierte Hyperalgesie reduzieren. Durch Ketamin kann dosisabhängig eine sog. „dissoziative Anästhesie" erzeugt werden. Damit wird ein Zustand beschrieben, in welchem der Patient wie entkoppelt von seiner Umwelt wirkt. Neben dieser Hauptwirkung kann Ketamin auch psychomimetische Nebenwirkungen, wie Halluzinationen, Albträume oder Dysphorie auslösen. Es ist deshalb bei einigen Patienten notwendig, die Gabe von Ketamin mit der gleichzeitigen Applikation von Propofol oder Benzodiazepinen zu ergänzen. Ob S-Ketamin eine bessere Wirkung hat als Ketamin ist umstritten; es sollte deshalb S-Ketamin mit der gleichen Dosierung benutzt und ggf. nach Wirkung und Nebenwirkung die Dosierung adaptiert werden.

Dosierung

Dosierungsvorschlag für **Ketamin** mit dem Ziel verbesserter Analgesie/Opioideinsparung:

- Ketamin 2 (1–5) µg/kgKG/min (z. B. Patient mit 90 kgKG: Beginn mit 10,8 mg/h)
  - Ketaminperfusor: 2 Amp Ketamin 50 mg/5 ml + 40 ml NaCl entspricht 1 ml = 2 mg
  - Perfusoreinstellung bei Patient mit 90 kg: 5,4 ml/h

Ggf. kann (z. B. vor einer Operation oder bei sedierten Patienten) ein Initialbolus von 0,5 mg/kgKG gegeben werden.

Intravenöses Lidocain

Lidocain i. v. ist ein in jüngerer Zeit immer häufiger klinisch eingesetztes Koanalgetikum. Aktuelle Daten weisen darauf hin, dass intravenös verabreichtes Lidocain v. a. bei abdominalchirurgischen Eingriffen positive Effekte hat. Lidocain scheint die Dauer eines postoperativen Ileus nach diesen Operationen zu reduzieren, die Schmerzintensität zu senken und Übelkeit und Erbrechen zu reduzieren. Interessanterweise scheinen Eingriffe (Tonsillektomie, Hüftchirurgie, koronare Bypasschirurgie) von einer Lidocain-Gabe nicht zu profitierten (Englbrecht u. Pogatzki-Zahn 2014). Ein Zusammenhang mit einem direkten Effekt von intravenösem Lidocain auf den Darm im Sinne einer beschleunigten Erholung der Darmfunktion ist dabei möglich. Die intravenöse Lidocaingabe scheint also bei abdominalchirurgischen Eingriffen (und ggf. auch in der postoperativen Phase bei Auftreten eines paralytischen Ileus) eine interessante Therapieoption zu sein. Vergleichende Studien zur Epiduralanalgesie sind aber bisher rar; die intravenöse Gabe von Lidocain stellt damit deshalb zum heutigen Zeitpunkt keine Alternative zur epiduralen Analgesie (EDA) dar (Englbrecht u. Pogatzki-Zahn 2014).

► **Nebenwirkungen.** Bei Einsatz von intravenös verabreichtem Lidocain muss auf mögliche Nebenwirkungen, insbesondere zentralnervöse (Schläfrigkeit, Schwindelgefühl, Ohrklingeln, verwaschene Sprache, Muskelzittern, Nystagmus, Sehstörungen bis hin zu generalisierten Krämpfen, Koma und zentrale Atemdepression) oder kardiale (negative Inotropie, verlangsamte Erregungsleitung der Purkinje-Fasern, direkte Vasodilatation, Sinusbradykardie, Herzstillstand) hingewiesen werden. Jedoch werden bei gängiger Dosierung (s. u.) nach der intravenösen Gabe von Lidocain ähnliche Plasmaspiegel erreicht wie bei peripheren Nervenblockaden oder EDA, sodass vital bedrohliche Komplikationen bei korrekter Anwendung und Dosierung ausgesprochen gering sind. Dennoch sollte ein Patient unter laufender intravenöser Lidocain-Infusion nicht auf eine Normalstation verlegt werden.

Dosierung

Dosierungsvorschlag für **Lidocain i. v.** mit dem Ziel verbesserter Analgesie/Opioideinsparung:

- Lidocain: 1,5–3 mg/kg/h (Patient mit 90 kgKG: Beginn mit z. B. 180 mg/h [entspricht 2 mg/kg/h])
  - Lidocainperfusor: 10 Amp. Lidocain 2 % = 1000 mg/50 ml entspricht 20 mg/ml
  - Perfusoreinstellung: 9 ml/h

Ggf. kann (z. B. vor einer Operation) ein Initialbolus von 1,5 mg/kgKG gegeben werden.

19.4.4 Begleitmedikamente zur Therapie von Nebenwirkungen

Opioidbedingte Nebenwirkungen sind u. a. Übelkeit, Erbrechen und Obstipation. Da diese Nebenwirkungen sehr häufig auftreten und den Patienten maßgeblich in seiner Befindlichkeit stören können oder sogar zu Komplikationen beitragen (z. B. Aspiration bei Erbrechen), ist neben dem Versuch der Opioideinsparung durch Gabe von NOPA und/oder Koanalgetika auch früh an eine symptomatische Therapie zu denken (► Tab. 19.8, ► Tab. 19.9).

19.4.5 Behandlungsschemata

Der Begriff Behandlungsschema beschreibt i. d. R. einen ausgearbeiteten Plan zur Schmerzbehandlung, der stations- oder klinikintern zur Anwendung kommt und klare Handlungsempfehlungen geben soll. Dieser Plan sollte klinikinterne Besonderheiten berücksichtigen und wichtige Elemente wie die Indikationsstellung, die Definition von Therapiezielen und Angaben über Medikamente und Dosierungen beinhalten.

Tab. 19.8 Antiemetika (Dosisangaben gelten für Erwachsene).

Wirkstoff (Handelsname)	Verabreichung	Einzeldosis	Kontraindikationen
Dexamethason (z. B. Fortecortin)	p. o. i. v.	2–4 × 4–8 mg	• gastrointestinale Ulzera, Infektionen, Glaukom, schwere Osteoporose, Schwangerschaft, Stillzeit
Dimenhydrinat (z. B. **Vomex**)	p. o. supp. i. v.	3–4 × 50–100 mg 3–4 × 80–150 mg 2–3 × 62–124 mg	• Eklampsie, Epilepsie, Prostataadenom, Glaukom, Alkoholabusus, zerebrovaskuläre Insuffizienz, Schwangerschaft(strenge Indikation), Stillzeit
Metoclopramid (z. B. **Paspertin, MCP**)	p. o. i. v.	3–4 × 10 mg 2–3 × 10 mg	• gastrointestinale Perforationen, mechanischer Ileus, Neuroleptika, Morbus Parkinson, Epilepsie, prolaktinabhängige Tumore, Phäochromozytom, Schwangerschaft (strenge Indikation), Stillzeit
Ondansetron (z. B. **Zofran**)	p. o. i. v.	4–8 mg 4 mg	• Allergie, Leitungsstörungen des Herzens, Antiarrhythmikatherapie, schwere Leberfunktionsstörungen, Schwangerschaft (strenge Indikation), Stillzeit

Tab. 19.9 Obstipationsprophylaxe/-therapie (Dosisangaben gelten für Erwachsene).

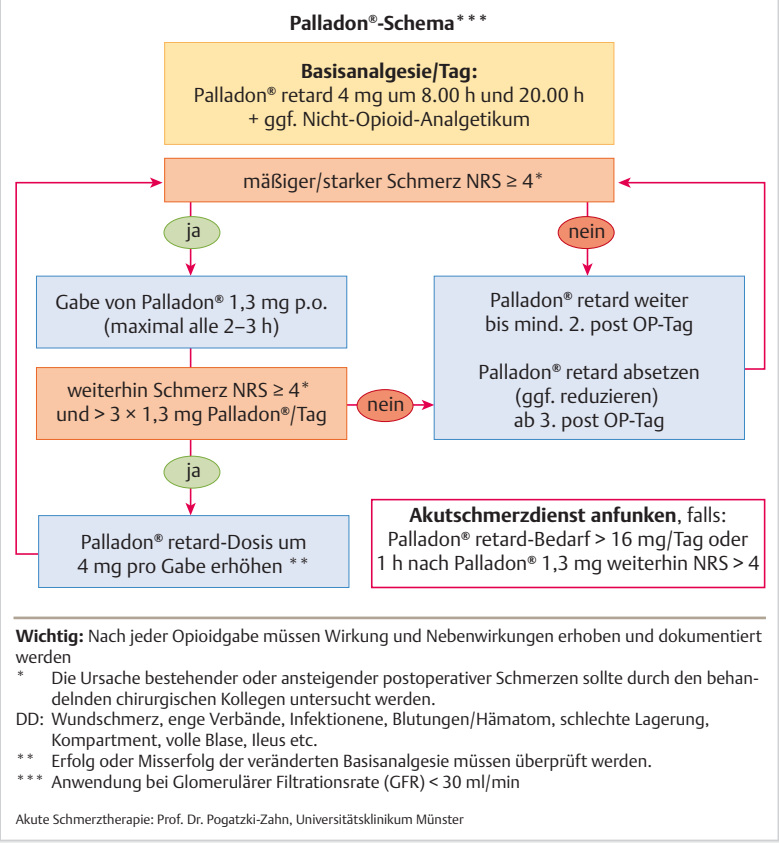
Wirkstoff (Handelsname)	Verabreichung	Dosis	Kontraindikationen
Bisacodyl (z. B. Dulcolax)	p. o. supp.	5–10 mg 10 mg	• mechanischer Ileus, Schwangerschaft (strenge Indikation), Stillzeit (strenge Indikation)
Lactulose (z. B. Bifiteral)	p. o.	1–3 × 5–10 g	• mechanischer Ileus, akut-entzündliche Magen-Darmerkrankungen, Fructose-Intoleranz, Galactosämie, Glukose-Galaktose-Malabsorbtionssyndrom
Macrogol (z. B. Movicol)	p. o.	1–3 × 1 Beutel	• mechanischer Ileus, schwere entzündliche Darmerkrankungen, Fructose-Intoleranz, Schwangerschaft (strenge Indikation)
Methylnaltrexon (z. B. Relistor)	s. c.	38–61 kg: 1 × 8 mg alle 2 d 62–114 kg: 1 × 12 mg alle 2 d > 114 kg: 1 × 0,15 mg/kg alle 2 d	• mechanischer Ileus, akutes Abdomen, Allergie, terminale Niereninsuffizienz
Naloxon (z. B. Narcanti)	per MS	1 × 4 mg (1 Amp. = 0,4 mg = 1 ml)	• Gefahr von Entzugssyndromen, Schwangerschaft (strenge Indikation), Stillzeit (strenge Indikation)
Paraffin (z. B. Obstinol)	p. o.	10–45 ml/d	• mechanischer Ileus, Bewusstseinsstörungen, Schluck- und Magenentleerungsstörungen, Schwangerschaft (strenge Indikation), Stillzeit (strenge Indikation)

Unverzichtbar ist bei Anwendung solcher Behandlungsschemata die Überprüfung des Erreichens der Therapieziele durch regelmäßige Schmerzerfassung und Dokumentation. Bei weiter bestehenden oder ansteigenden postoperativen Schmerzen müssen auch andere Ursachen für Schmerzen ausgeschlossen werden, wie z. B. enge Verbände, Infektion, Blutung, Hämatom, schlechte Lagerung, Kompartment, volle Blase, Ileus usw. Die S 3-Leitlinie „Analgesie, Sedierung und Delirmanagement in der Intensivmedizin“ (AWMF-Reg. Nr. 001–012) gibt z. B. ein allgemein gehaltenes Behandlungsschema für das Monitoren und die Therapie von Schmerzen auf einer Intensivstation an. Sehr gut in dieses Schema integriert ist die Definition von Interventionsgrenzen, anhand derer eine Schmerztherapie oder eine Verbesserung der Schmerztherapie eingeleitet werden sollte. Analgesieschemata sollten dabei zusätzlich immer konkret das Medikament der 1. Wahl (ggf. mit Alternativmedikation bei Kontraindikation) angeben und ggf. zwischen Medikament zur Behandlung von Ruheschmerzen und Medikament für Belastungsschmerzen differenzieren.

Die entsprechenden Therapieschemata müssen, was die Gabe von Substanzen und Therapiemöglichkeiten anbelangt, in jeder Klinik abhängig von den Gegebenheiten entwickelt werden. Ideal wäre auf einer Intensivstation die Entwicklung von einem Therapieschema für sedierte oder beatmete Patienten mit systemischer Analgesie (▶ Tab. 19.10) und einem Therapieschema für Patienten mit der Möglichkeit oraler Analgetikaeinnahme (▶ Abb. 19.9). Letzteres ist insbesondere auf einer Intensivstation/Observationsstation dann einzuleiten, wenn der Übergang auf die allgemeine Pflegestation vorbereitet werden soll. Derartige Therapieschemata können für fast alle Patienten gelten mit leichten Abweichungen aufgrund spezieller Besonderheiten wie Austausch eines NOPAs aufgrund von KI, zusätzlicher Gabe eines Co-Analgetikums aufgrund eines hohen Opioidbedarfs o. ä.

Tab. 19.10 Äquianalgetische Dosierungen von Hydromorphon i. v. und Piritramid i. v.

Hydromorphon i. v.	Piritramid i. v.
2 mg/1 ml	15 mg/2 ml
1 mg/ 0,5 ml	7,5 mg/1 ml
0,5 mg/0,25 ml	3,75 mg/0,5 ml
0,133 mg	1 mg
6 mg im Perfusor ad 45 ml NaCl 0,9 % = 0,133 mg/ml	45 mg im Perfusor ad 45 ml NaCl 0,9 % = 1 mg/ml



Wichtig: Nach jeder Opioidgabe müssen Wirkung und Nebenwirkungen erhoben und dokumentiert werden

* Die Ursache bestehender oder ansteigender postoperativer Schmerzen sollte durch den behandelnden chirurgischen Kollegen untersucht werden.

DD: Wundschmerz, enge Verbände, Infektionene, Blutungen/Hämatom, schlechte Lagerung, Kompartment, volle Blase, Ileus etc.

** Erfolg oder Misserfolg der veränderten Basisanalgesie müssen überprüft werden.

*** Anwendung bei Glomerulärer Filtrationsrate (GFR) < 30 ml/min

Akute Schmerztherapie: Prof. Dr. Pogatzki-Zahn, Universitätsklinikum Münster

Abb. 19.9 Palladon®-Schema. Entwickelt am Universitätsklinikum Münster. (Pogatzki-Zahn 2014)

In jedem Krankenhaus sollten ebenfalls konkrete Therapiekonzepte für Patienten nach bestimmten operativen Eingriffen, die in der Klinik besonders häufig vorkommen, existieren (sog. *prozedurenspezifische Konzepte*, siehe z. B. Reichl u. Pogatzki-Zahn 2009). Dies könnte z. B. ein Schema für Patienten nach

- herzchirurgischen Eingriffen (dies würde z. B. keine NSAIDs, keine Regionalanalgesie, sondern abhängig von der Klinikgegebenheit orale oder intravenöse Opioide, ggf. PCIA beinhalten, ggf. Metamizol als NOPA),
- gastrointestinalen Eingriffen (bei größeren Eingriffen sollten hier Epiduralanalgesien eingesetzt werden, bei KI einer Epiduralanalgesie ggf. i. v. Lidocain, Metamizol als NOPA)
- unfallchirurgischen Eingriffen (i. d. R. periphere Regionalanalgesieverfahren plus NSAID) sein.

Derartige Schemata sollten dann für die Abteilungen und Stationen übergreifend ausgearbeitet werden und entsprechend gelten, sodass ein Patient bei Verlegung nicht plötzlich andere Substanzen oder Verfahren bekommt. Dies gilt auch für Analgesieschemata auf der Intensivstation. Es sollten natürlich nicht zu viele Behandlungsschemata und v. a. auch nicht zu viele unterschiedliche Analgetika vorgehalten und eingesetzt werden. Dies würde nur Verwirrung stiften und möglicherweise eine konsequente Analgesie verzögern oder sogar verhindern.

Beispiel für systemische Analgesieschemata

In den angloamerikanischen Ländern hat sich das Hydromorphon (S. 435) als Analgetikum (e. g. für die kurzzeitige Analgosedierung oder reine i. v. Analgesie) auf Intensivstationen durchgesetzt, da es verschiedenste Vorteile bietet. Auch in Deutschland nutzen verschiedene Kliniken Hydromorphon vermehrt und machen dabei gute Erfahrungen. Ein Dosierungsbeispiel für die i. v.-Gabe von Hydromorphon im Vergleich zu Dipidolor finden Sie in ▶ Tab. 19.10.

Die Umstellung auf orales Hydromorphon kann dann entweder auf die Retardform (als Tablette oder in Form der Pellets über die Magensonde, siehe oben) oder auf die nicht – retardierte Form erfolgen.

Beispiel für orale Analgesieschemata

Eine gute Möglichkeit, Patienten mit zu erwartenden mittelstarken Schmerzen nach Operationen effektiv zu therapieren, besteht in der oralen Gabe von retardierten Opioiden, am besten im Rahmen eines systematischen Behandlungskonzeptes. Grundlage dieses Konzeptes ist die planmäßige Verabreichung einer Basisanalgesie, bestehend aus einem retardierten Opioid und einem Nicht-Opioid-Analgetikum (Pogatzki-Zahn et al. 2013). Im Rahmen eines derartigen Algorithmus ist es besonders wichtig, dem Patienten die Möglichkeit einzuräumen, sich aktiv an der Schmerztherapie zu beteiligen und sich bei Bedarf ein schnell wirksames Analgetikum (nicht retardiertes Opioid) einfordern zu können, ohne jeweils eine neue ärztliche Anordnung zu benötigen. Dies ermöglicht eine effektive Analgesie. Die Basisanalgesie (retardiertes Opioid) sollte dabei nicht besonders hoch sein, sodass immer der Bedarf eines Patienten (durch Anforderung des nicht retardierten Opioids) „sichtbar" ist, um eine Überdosierung zu vermeiden.

Voraussetzungen für die erfolgreiche Einführung und Durchführung eines solchen Algorithmus sind neben organisatorischen und logistischen Dingen auch regelmäßige Schulungen des pflegerischen und ärztlichen Personals. Dieser recht zeitaufwendige Einsatz wird sich lohnen, wenn man bedenkt, dass eine Vielzahl postoperativer Patienten, die bisher analgetisch unterversorgt waren, nun effektiv therapiert werden können. Dies erhöht sehr stark die Zufriedenheit der Patienten als auch auf längere Sicht die des Personals.

Orale Therapieschemata sind für die wenigsten Patienten auf der Intensivstation von Bedeutung. Die Intensivstation sollte aber die Analgesie eines Patienten, der auf die Allgemeinstation verlegt wird, explizit vorbereiten und idealerweise adäquat prüfen, bevor der Patient verlegt wird. Dazu gehört eine frühzeitige Umstellung auf ein Therapieverfahren, das auch auf der Allgemeinstation möglich ist. Dies gilt i. d. R. nicht für perfusorgesteuerte Opioidanalgesie, Gabe von Lidocain i. v. usw. Deshalb ist es wichtig, mit z. B. diesen oralen Therapiealgorithmen zu beginnen, bevor der Patient verlegt ist, um die Effektivität zu prüfen und z. B. bei Versagern frühzeitig ein anderes Verfahren (z. B. intravenöse patientenkontrollierte Analgesie mittels „Schmerzpumpe") zu wählen.

Merke

- Behandlungsschemata sollen bedarfsadaptierte Schmerztherapie ermöglichen.
- Wartezeiten zwischen dem Auftreten von Schmerzen und deren Behandlung sollen deutlich verkürzt werden.
- Darüber hinaus bieten Schemata die Möglichkeit, prozedurenspezifische Schmerzen mit der Bedarfsmedikation und evtl. ergänzenden nicht medikamentösen Maßnahmen wirksam zu behandeln.
- Pflegende können selbständig innerhalb definierter Grenzen Opioide verabreichen.
- Voraussetzung ist das aktuelle Wissen um Wirkung und Nebenwirkung der Medikamente.
- Unverzichtbar ist die regelmäßige Schmerzerfassung und Dokumentation.
- Es gibt eine Vielzahl von Behandlungsschemata, ihre Ausgestaltung ist sehr stark von klinikspezifischen Gegebenheiten bestimmt.

19.4.6 Spezielle Analgesieverfahren

Patientenkontrollierte epidurale Analgesie (PCEA)

Rückenmarknahe Analgesieverfahren zählen zu den effektivsten Methoden der perioperativen Schmerztherapie: Sie zeichnen sich aus durch

- besonders effektive Schmerzreduktion nach Operationen,
- Reduktion perioperativer Komplikationen einschließlich Mortalität.

Unumstritten ist die Anwendung einer Epiduralanalgesie bei großen abdominellen und thorakalen Eingriffen. Hier gibt es Vorteile nicht nur hinsichtlich der Schmerzreduktion, sondern auch hinsichtlich pulmonaler und gastrointestinaler Komplikationen wie z. B. einer Verbesserung der Magen-Darmmotilität und Vorbeugen eines paralytischen Ileus, aber auch der Gesamtmortalität (Pöpping et al. 2014).

Die Verwendung einer Kombination aus Opioiden und Lokalanästhetika ist effektiver als die Verwendung der Einzelsubstanzen. Durch Lokalanästhetika werden sensorische, motorische und vegetative Fasern blockiert. Es kommt damit nicht nur zur Schmerzreduktion, sondern auch zu motorischer Beeinträchtigung von Muskeln entsprechend zu den blockierten Segmenten und zu einer Vasodilatation. Letzteres kann zu einer verbesserten Durchblutung und kardial zu einer protektiven Wirkung führen, aber auch den Blutdruck senken, sodass es ggf. zu unerwünschten Hypotonien kommen kann. Der Zusatz von Opioiden bewirkt eine zusätzliche Analgesie, die spinal vermittelt ist und zu einer Dosisreduktion der Lokalanästhetika führt. Dies wiederum vermindert Lokalanästhetika-bedingte Nebenwirkungen.

Zugelassen für die epidurale Anwendung sind in Deutschland das lipophile Sufentanil, welches eher eine segmentale Analgesie macht (dadurch aber auch in Gefäße diffundiert und systemische Nebenwirkungen machen kann), und das hydrophile Morphin (das sich eher im Liquor verteilt und ggf. eine späte Atemdepression als Komplikation hervorrufen kann).

Dosierung

Epiduralanalgesie – Dosisbeispiele

- In Deutschland übliche **Lokalanästhetika**-Dosierungen:
  - Bupivacain 0,1 bis 0,175 % oder
  - Ropivacain 0,15 bis 0,2 %
- In Deutschland übliche **Opioid**-Dosierungen:
  - Fentanyl 2 bis 4 µg/ml
  - Sufentanil 0,5 bis 1 µg/ml (ideal scheint 0,7 µg/ml zu sein, da es eine ideale Nutzen-Risiko-Bewertung hat)
- Übliche Laufraten bei kontinuierlicher Gabe:
  - 5 bis 8 ml/h (die bei den Visiten des Akutschmerzdienstes angepasst werden).
- Übliche zusätzliche Bolusgabe über eine PCEA:
  - 2 ml/Bolus, Lock-Out-Zeit 20 Minuten

Obwohl die ideale Dauer der perioperativen Durchführung einer Epiduralanalgesie nicht endgültig geklärt ist, scheint bei einer generellen Risiko-Nutzen-Abwägung (Schmerzintensität, Begleiterkrankungen, Infektionsrisiko) eine Therapiedauer von ca. 4 Tagen sinnvoll zu sein. Bei Patienten mit perioperativen Komplikationen wie z. B. einem postoperativen Ileus, Re-Operation o. ä. sollte individuell entschieden werden, wie lange der Patient zusätzlich noch von der Epiduralanalgesie profitieren kann.

► **Überwachung und Kontrolle .** Eine regelmäßige Kontrolle von Wirkung und Nebenwirkung der Epiduralanalgesie ist zwingend erforderlich, idealerweise durch speziell geschultes Personal eines Akutschmerzdienstes (S. 447). Dies gilt auch bei Patienten auf einer Intensivstation. Aber auch die Station, unabhängig, um was für eine es sich handelt, muss regelmäßig über den Umgang mit einer Periduralanalgesie einschließlich der Risiken und Komplikationen geschult werden. Das Personal des Akutschmerzdienstes sollte die Bereitstellung einschließlich Bestückung der Systeme und Programmierung der Schmerzpumpen sicherstellen. Dies reduziert Komplikationen durch Fehlprogrammierung oder Fehlbefüllung.

► **Risiken und Komplikationen.** Bei rascher plötzlicher Zunahme einer motorischen Blockade und ggf. hinzukommenden neurologischen Symptomen muss z. B. sofort an eine epidurale Raumforderung gedacht werden. Es muss in einem solchen Falle unverzüglich der Akutschmerzdienst informiert werden, um das weitere Vorgehen so schnell und so gezielt wie möglich einleiten zu können. Liegt wirklich ein epidurales Hämatom vor, kann nur durch die sehr schnelle therapeutische Maßnahme (i. d. R. eine entlastende Laminektomie) eine komplette Heilung erzielt werden (Pogatzki-Zahn et al. 2007). Gerinnungsstörungen stellen einen der wichtigsten Risikofaktoren für die Ausbildung eines epiduralen Hämatoms dar. Deshalb sind z. B. Empfehlungen zur Durchführung von rückenmarknahen Regionalanästhesieverfahren und der Anwendung antithrombotischer Medikamente aufgestellt worden. Diese sollen sowohl bei der Anlage, als auch bei der Entfernung rückenmarknaher Katheter berücksichtigt werden (Gogarten et al. 2007).

Der epidurale Abszess ist eine weitere seltene, aber schwerwiegende Komplikation (Pogatzki-Zahn et al. 2007). Prädisponierende Faktoren sind v. a. eine Immunsuppression und die Katheterliegedauer. Auch bei der Anlage des Katheters gesetzte kleine Hämatome können als Nährboden für Bakterien dienen und einen epiduralen Abszess induzieren. Aus diesen Gründen sollten Epiduralkatheter nur nach kritischer Risiko-Nutzen-Abwägung länger als 4–5 Tage belassen werden. Eine Tunnelung des Katheters unter die Haut kann ggf. das Infektionsrisiko vermindern.

► **Pflegerische Besonderheiten.** Hierzu zählen u. a.:

- steriler Verbandwechsel (► Abb. 19.10).
- Vorsicht bei Transfer und Mobilisation
- geschlossenes System
- Wissen um Wirkung und Nebenwirkungen des Verfahrens
- gute Kommunikation mit den Mitarbeitern des Akutschmerzdienstes

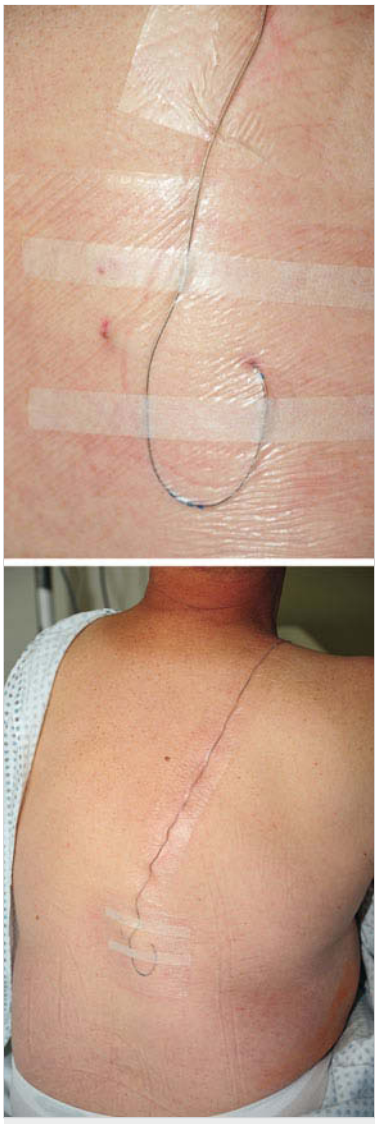


Abb. 19.10 Verbandstechnik beim Periduralkatheter. (Universitätsklinikum Münster, Fotozentrale)

Regionale Analgesieverfahren

Ausgedehnte Eingriffe an den großen Gelenken wie Schulter oder Knie oder an den Extremitäten können postoperativ bereits in Ruhe erhebliche Schmerzzustände hervorrufen. Zur Gewährleistung des Operationserfolges (oder auch zur verbesserten Physiotherapie bei Patienten nach Polytrauma) ist häufig eine frühe Mobilisierung von Gelenken nötig. Die Blockade peripherer Nerven mit Lokalanästhetika kann eine sehr gute Analgesie bieten. Periphere Nervenblockaden sind der intravenösen Gabe von Opioiden bezüglich der postoperativen Analgesie und möglicher Nebenwirkungen überlegen.

► **Indikationen.** Indikationen für periphere Schmerzkatheter finden sich zumeist im Bereich der orthopädischen Chirurgie und der Unfallchirurgie. Generell gehen Eingriffe an Schulter und Knie, v. a. wenn eine Arthrotomie durchgeführt wurde, mit starken postoperativen Schmerzen einher. Neben den Aspekten zur postoperativen Analgesie sowie zur physiotherapeutischen Behandlung spricht für die Anlage eines peripheren regionalen Schmerzkatheters auch die regelmäßig zu findende Sympathikolyse im betroffenen Areal. Die verbesserte Durchblutung kann die Wundheilung besonders bei Eingriffen bei Risikopatienten (Diabetes mellitus, pAVK) oder nach Replantation z. B. von Fingern günstig beeinflussen. Die peripheren Nervenblockaden sind bei einer Antikoagulation, die nach gefäßchirurgischen und mikrovaskulären Eingriffen häufig durchgeführt wird, in der praktischen Handhabung postoperativ im Vergleich zum rückenmarknahen Katheter unproblematischer. Trotzdem sollte das erhöhte Blutungsrisiko beachtet werden und besondere Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden. Hierzu gehören u. a.:

- Durchführung der Punktion idealerweise unter Ultraschallkontrolle
- Vermeiden von Mehrfachpunktionen
- Vermeidung direkter Gefäßpunktionen
- Punktion durch erfahrenen Anästhesisten
- gute Nachsorge
- Aufklärung des Patienten/der Angehörigen

Besonders problematisch ist der Psoas-Kompartment-Block (bei dieser sollte unbedingt wie bei einer Epiduralanalgesie vorgegangen werden).

Relativ unproblematisch sind folgende Verfahren:

- axilläre Plexusanästhesie (Ausnahme transarterielle Technik),
- interscalenäre Plexusblockade (nur Techniken, die keine Gefahr der Punktion der A. vertebralis beinhalten, z. B. Technik nach Meier),
- Nervus Femoralisblockade,
- distale Ischiadicusblockade (hinterer oder seitlicher Zugang) und
- alle Blockaden im Bereich von Ellenbogen- und Kniegelenk sowie distal dieser Gelenke (Büttner et al. 2005).

Periphere Katheter der unteren Extremität (i. d. R. N. Femoralis oder N. Ischiadicuskatheter) werden zur Operation mit einem Lokalanästhetikum aufgespritzt, z. B. mit 20 ml Bupivacain 0,5 % oder Ropivacain 0,375 %. Postoperativ ist die kontinuierliche Gabe von ca. 5–10 ml/h Bupivacain 0,175–0,25 % oder Ropivacain 0,2–0,375 % eine gängige Methode, ggf. mit Supplementierung patientenkontrollierter Boli. Bei axillären Plexuskathetern können ähnliche Vorgehensweisen benutzt werden.

► **Kontrolle und Überwachung.** Wie auch bei Patienten mit Epiduralanalgesie ist eine regelmäßige Visite bei Patienten mit einem peripheren Schmerzkatheter von einem fachkundigen Mitarbeiter eines Akutschmerzdienstes notwendig. Die Visite muss wichtige Parameter bezüglich der Wirksamkeit des Verfahrens erheben. Außerdem gilt es, Nebenwirkungen oder Komplikationen zu erfassen. Die Beurteilung der Neurologie sollte das Ausmaß der motorischen und sensiblen Blockade beinhalten. Eine motorische Blockade ist i. d. R. nicht erwünscht und sollte möglichst vermieden werden; ist dies nicht möglich, sollte nach Rücksprache mit dem Operateur die Motorik postoperativ regelmäßig so weit wie möglich hergestellt werden. Ausgeschlossen werden muss dabei sowohl eine neuronale Verletzung durch den Katheter als auch durch die Operation. Dies bedeutet, dass die Zufuhr der Lokalanästhetika zu diesem Zwecke reduziert oder ggf. für eine gewisse Zeit ausgesetzt werden muss. Dem Patienten muss in dieser Zeit bei möglichem Schmerzanstieg eine systemische Analgesie zur Verfügung gestellt werden. Eventuell muss die Laufrate des Lokalanästhetikums anschließend angepasst werden.

Die Einstichstellen peripherer Katheter müssen täglich visuell und palpatorisch auf mögliche Infektzeichen untersucht werden. Regelhaft wird am ersten Tag der saugfähige Erstverband durch eine transparente Folie ersetzt. Der Patient sollte gezielt nach möglichen Komplikationen befragt werden. Auch leichtgradige Komplikationssymptome müssen erfasst und ernst genommen werden. Täglich soll die Indikation für den Katheter kritisch geprüft werden.

Patientenkontrollierte intravenöse Analgesie (PCIA)

Der Hauptvorteil einer patientenkontrollierten Analgesie (PCA) liegt in der Möglichkeit für den Patienten, die Dosis entsprechend seines individuellen Bedarfs selbständig, ohne Wartezeiten, abzufordern. Die Nebenwirkungen der i. v.-PCA sind zum Teil seltener als bei konventioneller Schmerzbehandlung, v. a. wenn auf eine kontinuierliche Opioidinfusion verzichtet wird und organisatorische Rahmenbedingungen (Dokumentation, Überwachung, Betreuung durch den Akutschmerzdienst) eingehalten werden. Unter anderem steigt auch die Zufriedenheit der Patienten mit einer PCIA im Vergleich zu einer konventionellen Opioidtherapie an.

► **Voraussetzungen.** Folgende Bedingungen sollten für einen sicheren Gebrauch eingehalten werden:

- standardisierte Einstellung von
  - Bolus (Morphin, Oxycodon, Piritramid, jeweils 1–2 mg als Einzelbolus für Erwachsene)
  - Sperrzeit (5–15 min)
  - maximale Anzahl möglicher Boli/h
- keine kontinuierliche Rate
- keine weiteren Opioide (oral, epidural, i. v.)
- tägliche Visite durch den Schmerzdienst
- regelmäßige Einweisung des Stationspersonals in das Therapieschema und Kenntnis über Wirkung und Nebenwirkung von i. v.-Opioidtherapie. Opioidtypische Nebenwirkungen müssen behandelt werden und bedürfen der unverzüglichen Information des Akutschmerzdienstes.

► **Regeln bei PCIA-Therapie.** Grundsätzlich sollten bei einer PCIA folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- PCIA nur über separaten Zugang ohne Dreiwegehahn betreiben.
- Infusionssystem mit eingebautem Rückschlagventil verwenden, um unkontrollierte Opioidgabe zu verhindern.
- Die Bolusgabe erfolgt nur durch den Patienten (patienten- und **nicht** angehörigenkontrolliert).
- Programmierungsänderung und Medikamentenwechsel erfolgen nur durch den Akutschmerzdienst.

Typische Komplikationen einer PCIA entstehen aufgrund von Programmier- und Bedienungsfehlern. Es ist deshalb wichtig, dass die Patienten mit einer PCIA von einem Akutschmerzdienst eng betreut werden. Dieser sollte darüber hinaus auch die Schmerzpumpe befüllen und programmieren.

Bei Benutzung einer PCIA unmittelbar postoperativ besteht die Möglichkeit, dass Patienten wiederholt einschlafen und dann – da sie sich kein Opiat über die PCA abgerufen haben – mit starken Schmerzen erwachen. Deshalb ist ein solches Verfahren nicht geeignet, wenn der Patient nicht in der Lage ist oder es ihm nur mit großer Anstrengung möglich ist, den Auslöser adäquat zu betätigen. Darüber hinaus muss die Analgesie ggf. am Vormittag etwas angepasst werden, wenn der Patient in der Nacht weniger oft den Auslöser betätigt hat. Dies sollte allerdings nur durch das Personal des Akutschmerzdienstes erfolgen.

Eine PCA sollte dann beendet werden, wenn die intravenöse Analgesie auf eine orale Medikation umgestellt werden kann. Hierzu gibt es keine festen Regeln; idealerweise sollte der Opioidverbrauch i. v. auf den oralen Bedarf (der gleichen Substanz) umgerechnet und oral in der berechneten Dosierung (ggf. aufgeteilt in retardierte Basisanalgesie und nicht retardierte Bedarfsanalgesie) verabreicht werden. Viele Kliniken in Deutschland haben deshalb auch auf das seit einigen Jahren zur intravenösen Analgesie verfügbare **Oxycodon** umgestellt, da dieses sowohl als Retardpräparat als auch in nicht retardierter Form zur Verfügung steht (s. ► Tab. 19.6). Es gibt auch Hinweise darauf, dass Oxycodon eine etwas niedrigere Nebenwirkungsrate hat als Morphin. Ob es Vorteile gegenüber dem in Deutschland häufig verwendetem Piritramid hat, ist bisher weitgehend unklar.

Dosierung

Umstellung von intravenösem auf orales Oxycodon: ein Beispiel

Patient X benötigte am Vortag 18 mg Oxycodon i. v. über 24 h. Die Umrechnung von Oxycodon i. v. auf Oxycodon oral ist 1:2 (die 18 mg Oxycodon i. v. entsprechen damit einem oralen Oxycodonäquivalent von 36 mg). Der Patient erhält deshalb 10 mg Oxycodon (retardiert) morgens und 10 mg Oxycodon (retardiert) abends sowie 5 mg Oxycodon (nicht retardiert) als Bedarfsmedikation maximal alle 4–6 h.

19.4.7 Patienten mit vorbestehender Opioidmedikation

Ein besonderes Augenmerk sollte Patienten geschenkt werden, die schon vor dem Krankenhausaufenthalt chronische Schmerzen haben. Insbesondere Patienten mit einer vorbestehenden, längeren Opioidtherapie sind hier von besonderer Bedeutung. Diese Patienten benötigen häufig deutlich mehr Schmerzmittel als opioidnaive Patienten. Standard-Analgesiekonzepte versagen häufiger oder führen zu exorbitanten Opioidverbräuchen und zwangsläufig zu Nebenwirkungen, die eine gute Analgesie oft verhindern. Darüber hinaus können bei Intensivpatienten die vorher eingenommenen Medikamente – aus verschiedensten Gründen – in vielen Fällen nicht weiter eingenommen werden. Der Umgang mit häufig schon langfristig eingenommenen Substanzen muss deshalb sorgfältig bedacht werden.

Hinweise für eine schwierige Schmerztherapie können sein:

- hohe Schmerzintensität vor Intensivaufenthalt
- bestehende Opioideinnahme vor Intensivaufenthalt (> 3 Monate, z. T. können aber auch deutlich weniger lange Einnahmen bei Absetzen schon zu Entzugssymptomen führen)
- höheres Lebensalter
- erhöhte Ängstlichkeit, Depressivität, Neigung zum Katastrophisieren

Diese Angaben können oft nur aus der Anamnese (u. a. durch Angaben von Angehörigen) oder durch Hinzuziehen präoperativer Angaben in Anästhesieprämedikationsbögen oder chirurgischen Anamnesen bei operativen Patienten erhoben werden. Es ist deshalb nicht unwichtig, diese Angaben zu prüfen, um schon im Vorhinein eine mögliche Adaptierung der Analgesie in die Wege zu leiten. Bei Hinweis auf vorbestehende Schmerzen ist es wichtig, sich über die Art und den Umfang der Schmerzen ausführlich zu informieren sowie genaue Informationen über die Schmerzmedikation und deren Wirkung und Nebenwirkung zu erlangen und zu dokumentieren.

Wird der Patient mit vorbestehenden Schmerzen schon vor einer Operation gesehen, sollten folgende Dinge abgeklärt werden:

- Welche Medikamente werden eingenommen, wie oft und seit wann?
- Welche Region des Körpers wird operiert und wie lange wird das voraussichtlich dauern? (Cave: transdermale Opioidanwendung, Auskühlung, hohe Flüssigkeitsumsätze)
- Steht die Operation im Zusammenhang mit den vorbestehenden Schmerzen und der eingenommenen Medikation?
- Wird das im Haus übliche Analgesieregime für den jeweiligen Eingriff den voraussichtlichen höheren Bedarf abdecken? Wenn nicht, welche Vorgehensweise wird präferiert?
- Ist eine Regionalanalgesie sinnvoll und möglich?
- Besteht die Gefahr von Entzugserscheinungen bei kurzen oder langen Unterbrechungen der Dauermedikation (z. B. auch auf der Intensivstation)?
- Wann kann voraussichtlich eine orale Medikation wieder begonnen werden?

Danach sollte zusammen mit dem Patienten das geeignete Analgesieregime ausführlich besprochen werden. Hierzu gehört auch der Umgang mit den präoperativ schon eingenommenen Medikamenten, die postoperative Zusatzmedikation und die Möglichkeit des Einsatzes nicht medikamentöser und medikamentöser Verfahren. Grundsätzlich sollte bei chronischen Schmerzpatienten auf eine angstreduzierende und vertrauenschaffende Atmosphäre besonderen Wert gelegt werden.

Opioidumstellung

Es ist üblich, dass eine präoperativ begonnene Opioidtherapie (z. B. wenn sie länger als 3 Monate besteht) perioperativ i. d. R. weiter geführt werden sollte. Wenn medizinisch vertretbar, wird eine orale Opioidmedikation auch am Operationstag fortgesetzt, bevorzugt in retardierter Form. Eine Umstellung eines z. B. oralen Opioids auf eine andere Applikationsform (typisch von oral oder transdermal auf i. v.-Therapie) ist in verschiedensten Situationen möglich. Dies ist möglich bei Patienten mit zu erwartenden Schluckstörungen postoperativ oder einem geplanten intensivmedizinischen postoperativem Aufenthalt mit zu erwartender Intubationspflicht. Auch ein Opioidwechsel, ggf. kombiniert mit einem Wechsel der Applikationsart kann in einigen Situationen sinnvoll sein.

Idealerweise sollten die Umstellungen schon präoperativ vorgenommen werden. Es ist dabei sehr wichtig, die äquianalgetischen Dosierungen zu beachten. Bei einem Wechsel eines Opioids oder der Applikationsform sollte anfangs aus Sicherheitsgründen nur 50 % der errechneten äquianalgetischen Dosis fest verabreicht werden. Dabei ist es für den Patienten sehr wichtig die Möglichkeit zu haben, sich eine adäquate Bedarfsmedikation abrufen zu können oder – bei Fremdbeurteilung von Schmerzen und Sedierung des Patienten o. ä. – den Zusatzbedarf an Opioiden im Auge zu behalten.

Bei nachlassendem postoperativem Schmerz (wenn der präoperative Schmerz die Operationsindikation dargestellt hat) muss eine individuelle Dosisreduktion und engmaschige Überwachung erfolgen, damit der Patient nicht überdosiert wird. Eine Reduktion von 20–25 % der Tagesdosis alle 2–3 Tage sollte nicht überschritten werden, um Entzugserscheinungen zu vermeiden. Insgesamt muss eine genaue Differenzierung zwischen Unter- und Überdosierung vorgenommen und der Patient bei einer Umstellung der Opioidtherapie engmaschig kontrolliert und die Dosis angepasst werden.

Transdermales Fentanyl oder Buprenorphin kann perioperativ weiter geführt werden; bei Buprenorphin besteht die theoretische Möglichkeit, dass zusätzlich systemisch verabreichte Opioide nicht entsprechende Effekte erzielen, da es sich beim Buprenorphin um einen partialen Agonisten handelt; er verhindert die Bindung anderer Opioide und damit deren Wirkung. Trotzdem ist bei kleinen und mittelgroßen operativen Eingriffen eine Umstellung wahrscheinlich mit größeren Problemen verbunden als die Weiterführung und zusätzliche Analgesie bei Schmerzen mit einem reinen Agonisten.

Tab. 19.11 Äquianalgetische Opioiddosierungen.

Wirkstoff	Äquivalenz Dosis			
Morphin i. v.	10 mg	20 mg	30 mg	60 mg
Oxycodon i. v.	7,5 mg	15 mg	22,5 mg	45 mg
Hydromorphon i. v.	2 mg	4 mg	6 mg	12 mg
Piritramid i. v.	15 mg	30 mg	45 mg	90 mg
Sufentanil i. v.	7,5 µg	15 µg	22,5 µg	45 µg
Buprenorphin i. v.	0,3 mg	0,6 mg	0,9 mg	1,8 mg
Morphin p. o.	30 mg	60 mg	90 mg	180 mg
Oxycodon p. o.	15 mg	30 mg	45 mg	90 mg
Hydromorphon p.o	4 mg	8 mg	12 mg	24 mg
Buprenorphin s. l.	0,4 mg	0,8 mg	1,2 mg	2,4 mg
Tramadol p. o.	300 mg	600 mg	–	–
Fentanyl TTS*	12,5 µg/h	25 µg/h	37,5 µg/h	75 µg/h
Buprenorphin TTS*	17,5 µg/h	35 µg/h	52,5 µg/h	105 µg/h

*TTS = Transdermales Therapeutisches System

Eine direkte Wärmeeinwirkung im Bereich jedes Pflasters ist strikt zu vermeiden und auch bei geplanter Gabe von Katecholaminen sollte eine Umstellung auf i. v.-Gabe erfolgen.

In Situationen, in denen perioperativ Resorptionsstörungen befürchtet werden können (z. B. starkes Schwitzen bei Fieber, Auskühlen bei langen Operationen, große Operationen mit starken Veränderungen des intravasalen Flüssigkeitshaushaltes und zu erwartenden Störungen der Homöostase) sollte die transdermale Applikation beendet und der Grundbedarf i. v. substituiert werden.

Bei jedem Abbruch oder Neubeginn einer transdermalen Opioidtherapie ist es wichtig, die langsame Abflutung bzw. Anflutung des Medikamentes zu beachten. Transdermale Systeme haben eine Latenzzeit von ca. 12–16 Stunden, um ihre analgetischen Effekte maximal zu entfalten. Diese Zeit muss individuell bei jedem Patienten überbrückt werden.

19.5 Nicht medikamentöse Schmerztherapie

Die Anwendung nicht medikamentöser Maßnahmen in der Schmerztherapie steigert die Zufriedenheit der Patienten und wird in der Pflege in Ergänzung zur medikamentösen Therapie empfohlen. Obwohl die wissenschaftliche Evidenz der unterschiedlichen nicht medikamentösen Maßnahmen nur bedingt gegeben ist, haben sie einen wichtigen Stellenwert in der Behandlung von Schmerzen (DNQP 2011). Sie können einen positiven Effekt auf das Schmerzerleben und die Lebensqualität haben. Die Kombination von medikamentöser und nicht medikamentöser Schmerztherapie hat sich bei der Schmerzbehandlung bewährt und kann die Dosis der Analgetika und die unerwünschten Nebenwirkungen verringern. Der Einsatz dieser Maßnahmen hat jedoch nicht das Ziel Schmerzmedikamente einzusparen. Nicht medikamentöse Maßnahmen können aus pflegerischen, physiotherapeutischen und psychologischen Interventionsmöglichkeiten bestehen. Sie unterstützen die medikamentöse Therapie und die Patienten werden in ihrer Eigenständigkeit im Umgang mit den Schmerzen gefördert. Die Auswirkungen der komplementären Maßnahmen haben z. B. positiven Einfluss auf:

- emotionale Belastung
- Müdigkeit
- Angst
- Schlaf
- Wohlbefinden
- Muskelentspannung
- Sauerstoffzufuhr
- Herzfrequenz
- Blutdruck
- Kontrolle über die Schmerzen

Um Wohlbefinden und eine Schmerzlinderung zu erzielen, sind die Bedürfnisse des Patienten zu beachten, wie z. B. das Bemühen um einen ausreichenden Schlaf-Wach-Rhythmus, Ruhephasen im Wechsel mit Phasen der Bewegung, Mobilisation und Ablenkung. Die Anwendung von nicht medikamentösen Maßnahmen erfordert oft das Feedback der Patienten, bei beatmeten oder kommunikationseingeschränkten Patienten stellt dies eine große Herausforderung dar, ist aber nicht unmöglich.

19.5.1 Peripher und zentral wirksame Maßnahmen

Die nicht medikamentösen Therapieformen werden in peripher und zentral wirksame Maßnahmen unterteilt.

Peripher wirkende Maßnahmen

Hierzu zählen:
- Kälte und Wärmetherapie
- Lagerung und Positionswechsel
- Aktivierung und Mobilisierung durch Physiotherapie
- Angebote der basalen Stimulation
- Transkutane Elektrische Nervenstimulation (TENS)
- Massagen

Wärmeanwendungen (Thermotherapie)

Die wärmezuführenden Maßnahmen führen zu einer lokalen Durchblutungsverbesserung und zu einer Anregung des Stoffwechsels. Dadurch kommt es zu einer Muskelentspannung und einer Zunahme der Mobilität. Weiterhin hat die Wärmezufuhr eine entspannende und krampflösende Wirkung.

Anwendung findet die Wärmetherapie bei Rücken- und Muskelschmerzen, bei chronischen Gelenkbeschwerden und bei abdominellen Krämpfen. Keine Anwendung bei akuten Entzündungen, bei Sensibilitätsstörungen und Durchblutungsstörungen (venös und arteriell).

Kälteanwendung (Kryotherapie)

Schon seit Jahrhunderten wird von Patienten die Anwendung von Wickeln und Umschlägen als sehr wohltuend empfunden. Durch die Anwendung von Kälte kommt es zu einer Verminderung des Gewebestoffwechsels und zu einer Vasokonstriktion. Anwendung findet die Kältetherapie nach Traumata, bei akuten Schwellungen und Prellungen. Keine Anwendung der Kältetherapie bei vaskulären Erkrankung, Sensibilitätsstörungen und Hautschäden.

Eispackungen sind eine Form der Kryotherapie. Sie werden in Form von Gelpacks oder Crasheis angewendet und sind deutlich intensiver als die Kälteanwendungen und finden Anwendung bei akuten Traumata und Schwellungen. Eine Schmerzlinderung wird am ehesten bei der Anwendung von kontinuierlicher Kälte mit einer Temperatur über 4ºC von den Patienten als angenehm empfunden. Exakte Empfehlungen zu Temperatur und Dauer der Kältetherapie können nicht gegeben werden (Cina-Tschumi 2007). Keine Anwendung bei Sensibilitätsstörungen, venösen oder arteriellen Durchblutungsstörungen, Kälteempfindlichkeit und Neugeborenen.

Merke

Wärme oder Kältetherapie dürfen nicht bei kommunikationseingeschränkten oder analgosedierten Patienten angewendet werden. Es kann zu Verbrennungen oder Erfrierungen kommen.

Lagerung und Positionswechsel

Für regelmäßige Veränderung der Körperposition zur Vermeidung von Komplikationen gibt es neben der schmerzlindernden Wirkung, der Muskel- und Gelenkentspannung, Druckentlastung und Förderung der Körperwahrnehmung eine Vielzahl von Gründen. Es finden im Intensivbereich unterschiedliche Lagerungsarten Anwendung (z. B. Weichlagerung, Mikropositionswechsel, Oberkörperhochlagerung, Lagerung in Spezialbetten). Die Lagerung und der Positionswechsel sollten auf die individuellen Bedürfnisse und die Situation der Patienten abgestimmt sein (Rothaug et al. 2008). Die Lagerung des Patienten in einer angenehmen, schmerzlindernden und funktionsgerechten Ruheposition und ein Lagewechsel ohne Schmerzverstärkung sollten im Vordergrund stehen.

Aktivierung und Mobilisierung durch Physiotherapie

Der Physiotherapie fallen in der postoperativen Phase zahlreiche Aufgaben zu. Priorität hat die frühzeitige Aktivierung und Mobilisierung des Patienten (Gerleve 2007) mit aktiven und passiven Bewegungsübungen.

Basale Stimulation

Die Basale Stimulation (S. 138) nach Fröhlich und Bienstein erfolgt durch angenehme und eindeutig wahrnehmbare Anregung des Körpers. Der Schwerpunkt der Stimulation liegt auf den vorhandenen Fähigkeiten (Ressourcen) des Patienten innerhalb der basalen Wahrnehmungsbereiche Vibration, Gleichgewicht, Hautkontakt (Henkel et al. 2009).

TENS (Transkutane elektrische Nervenstimulation)

Transkutane-Elektrische-Nerven-Stimulation (TENS) bedeutet die elektrische Reizung von Hautarealen über Elektroden,

Abb. 19.11 TENS. Transkutane elektrische Nervenstimulation mittels Klebeelektroden (Fa. Ostimex GmbH).

mit dem Ziel, durch diese Stimulation eine Hemmung der Schmerzwahrnehmung (Disselhoff 2007) zu erreichen (▶ Abb. 19.11). Die TENS-Stimulation kann kontinuierlich oder intermittierend erfolgen. TENS ist nicht in der Lage, die Ursache der Schmerzen bzw. die schmerzauslösenden Erkrankungen zu beseitigen. Es werden gezielt Punkte, meist über dem schmerzhaften Hautareal, auch über versorgenden Nervenstämmen, elektrisch stimuliert (Gerleve 2007). Manchmal erfolgt die Platzierung der Elektroden auch kontralateral zum Schmerzort.

▶ **Indikationen (DNQP 2011)**
- postoperative Schmerzen z. B. Thorax-, Meniskus-, Abdomeneingriffe
- als zusätzliche Anwendung nach Operationen (reduziert den Analgetikabedarf, jedoch nicht den Schmerz)
- Menstruationsbeschwerden (sehr gute Erfolge, effektive Therapie)
- Zosterschmerzen
- Nutzung bei älteren Patienten zur Steigerung der Opioid-Effektivität

▶ **Kontraindikationen**
- Herzschrittmacher
- Schwangerschaft
- Keine Anwendung im Bereich von Metallimplantaten, es kann zu verstärkter Wärmeentwicklung kommen
- keine Platzierung der Elektroden direkt über den Karotiden (vasovagaler Reflex)
- Hautirritationen, offene Wunden
- Anwendung im Mund, Schleimhäuten
- keine Stimulation von Hautarealen mit sensiblen Ausfällen
- keine Anwendung bei frischen Thrombosen

▶ **Nebenwirkungen**
- allergische Hautveränderungen durch die Klebeelektroden

Der therapeutische Effekt ist beim einzelnen Patienten nicht vorhersehbar, einige Patienten profitieren von der TENS-Anwendung. Erfolge in den ersten Wochen der Anwendung sind wesentlich besser als bei der Anwendung über Monate bzw. Jahre.

Massage

Die klassische Massage dient der Muskelentspannung und lokalen Beeinflussung von Haut, Unterhaut und Bindegewebe. Durch Streichungen, Knetungen, Klopfungen und Vibrationen kommt es zu einer Verbesserung der Mikrozirkulation, der Ödemreduktion und einer Lösung von Muskelverspannungen und Muskelverhärtungen (Schöps 2013). Durchblutungssteigerung und Wärmeentwicklung sind ein gewünschter Therapieeffekt. Nach großen Operationen kann eine durch Physiotherapeuten durchgeführte Massage die Angst und die Schmerzintensität der Patienten senken (Mitchinson et al. 2007). Nicht angewendet werden sollten Massagen u. a. bei Gerinnungsstörungen, effektiver Antikoagulation, Thrombosen und lokalen Entzündungen.

Zentral wirkende Maßnahmen

Zentral wirken:
- Ablenkung
- Atemübungen
- Imagination, Entspannungsübungen
- Aromapflege

Ablenkung

Ablenkung verfolgt das Ziel, die Aufmerksamkeit vom Schmerz weg zu lenken und sich einer anderen Sache zu widmen und dabei den Schmerz an den Rand des Bewusstseins zu schieben. Es gibt visuelle, auditorische und taktile Ablenkungsstrategien.

Imagination/Entspannungsübungen

Ziel ist eine Muskelentspannung und Angstreduktion. Bei den Entspannungsübungen gelangt der Patient durch die gelenkte Vorstellung von Bildern, Geschichten, Gedanken oder schönen Erfahrungen zu der gewünschten Entspannung.

Atemübungen

Die Kontaktatmung ermöglicht die Erfahrbarkeit des Atems, indem dieser von den oberen Lungenflügeln bis hin zum Zwerchfell geleitet wird (Middendorf 1991). Eine Möglichkeit der Kontaktatmung ist die **Atemstimulierende Einreibung, ASE** (S. 186). Hierbei handelt es sich um eine rhythmische Einreibung, mit

Tab. 19.12 Nicht medikamentöse Maßnahmen bei Schmerzen.

	Indikation	Kontraindikation	Besonderheiten
Wärme			
Wärmflasche	• Gelenkbeschwerden • Rücken- und Muskelschmerzen • krampfartige Schmerzen, Koliken	• periphere Gefäßerkrankungen • Sensibilitätsstörungen Hautirritationen • bewusstseinseingetrübte und demente Patienten • Hemiplegiker	• Wärmflache: heißes Wasser (60–70°), kein kochendes Wasser • Dichtigkeitsprüfung/Luftleere • nur mit Schutzbezug verwenden
Heiße Rolle	• Rücken- und Muskelschmerzen • krampfartige Schmerzen	• offene Wunden, akute entzündliche Prozesse, arterielle Durchblutungsstörungen, Lymphödeme • bewusstseinseingetrübte und demente Patienten • Hemiplegiker	• zusammengerollte Frotteetücher werden mit heißem Wasser (60–70°) getränkt und dann Schritt für Schritt abgerollt
Kälte			
Gel-Packs, Eisbeutel	• akute Traumata Schwellungen, Prellungen • akute rheumatische Arthritis, Gelenkbeschwerden	• periphere Gefäßerkrankungen • Hautirritationen • bewusstseinseingetrübte und demente Patienten • Hemiplegiker	• Anwendung nach therapeutischen Erfordernissen 5–30 min • Schutzbezug (z. B. Frotteetuch) verwenden
NaCl 0,9 %-Kompressen, Schwarz-Tee-Kompressen	• Hämatome und Schwellung im Bereich der Augen	• offene Wunden	• Schwarz-Tee-Kompressen abkühlen lassen
Lagerung			
Mikrolagerungen, Seitenlagerung, Lagerung in Schienen, Spezialmatratzen		• Lagerungsbeschränkung durch die Operation	• evidenzbasierte Lagerungsempfehlung bei Ischämieschmerz ist die Tieflagerung der Extremität
Bewegung/Mobilisation			
regelmäßige Bewegung, Bewegungsübungen	• akute Nacken- und Rückenschmerzen	• Bewegungsbeschränkung durch die Operation	• physiotherapeutische Maßnahmen wie Übungen im Bett, Hilfe beim Aufstehen und Gehen, Vermittlung schmerzarmer Bewegungsabläufe oder entlastende Ausgangsstellungen
Einreibungen			
atemstimulierende Einreibung	• Atemstörungen • Schonatmung durch Schmerzen		• ohne Handschuhe durchführen • unparfümierte Pflegemittel verwenden
Ablenkung/Entspannung			
gezielter Einsatz von Musik, Lesen, Fernsehen, Spielen	• schmerzhafte Prozeduren z. B. lumbal Punktionen, Fäden ziehen • schmerzhafte Injektionen, Venenpunktionen	• bei Pat., die auf äußere Reize hypersensibel reagieren(z. B. Migräne, Meningitis)	• Veränderung der Aufmerksamkeit lindert die Schmerzintensität und Distress • Nutzung der Patientenressourcen

kreisenden Bewegungen entlang der Wirbelsäule, siehe ▶ Abb. 8.26. Die Hände bleiben während der Einreibung immer in Kontakt mit dem Patienten. Der Patient wird bei einer gleichmäßigen, ruhigen und tiefen Atmung unterstützt.

19.6 Beratung und Information

Der Expertenstandard zum Schmerzmanagement in der Pflege bei akuten Schmerzen (DNQP 2011) empfiehlt Patienten Informationen zum Umgang mit Schmerzen zur Verfügung zu stellen, um die postoperative Schmerztherapie zu verbessern und zu vereinfachen. Für den Bereich der Intensivtherapie sind solche konkreten Empfehlungen nicht vorhanden, doch spricht vieles dafür, Patienten und Angehörige vor elektiven Aufenthalten auf der Intensivstation über Schmerztherapie zu informieren. Die Gründe für die umfassende Information und Anleitung von Betroffenen entsprechen auch rechtlichen und ethischen Aufgaben der Pflege:

- Gewährleistung der Selbstbestimmung des Patienten,
- beinhaltet die Möglichkeit, eine informierte Entscheidung zu treffen,
- entspricht dem Einhalten der gesetzlichen Aufklärungspflicht und dem Recht des Patienten auf Aufklärung,
- es kommt zu einer Verbesserung klinischer Parameter im Rahmen des Schmerzmanagements.

Laut Expertenmeinung konnten folgende Effekte durch Patienteninformation identifiziert werden:

- Das Wissen über die Schmerzen und die Möglichkeiten ihrer Beeinflussung wird erhöht.
- Effektiveres Schmerzmanagement ist eher durch angemessene Edukation und Organisationsstrukturen zum Ermöglichen von Schmerzlinderung zu erwarten, denn von analgetischen Techniken.
- Es kommt zu einer positiveren Einstellung gegenüber Schmerzmedikamenten.
- Aufklärung bewirkt eine Reduktion der präoperativen Angst.
- Aufklärung bewirkt erhöhte Toleranz gegenüber den Schmerzen durch das Wissen um die potenzielle Beeinflussbarkeit der Schmerzen.
- Adäquate Information bewirkt eine Reduktion der postoperativen/posttraumatischen Schmerzen.
- Vor schmerzhaften Prozeduren verbessert adäquate Anleitung und Schulung die Wirkung von Schmerztherapie.
- Verbesserte Information führt zu einer Erhöhung der Patientenzufriedenheit.

Der Expertenstandard (DNQP 2011) empfiehlt, dass schriftliche Edukationsunterlagen (Patienteninformation und -aufklärung) die Effektivität dieser Maßnahmen deutlich steigern. Diese Informationsmaterialien sollen jedoch so vorliegen, dass sie für alle Patientengruppen zugänglich und verständlich sind. Dabei sollten die häufigsten Sprachen der Herkunftsländer der Patienten berücksichtigt werden.

19.6.1 Inhalte der Patienteninformation

Inhalte, die im Rahmen von Informationsweitergabe zum Schmerzmanagement Erwähnung finden sollten, jedoch an den individuellen Schulungsbedarf und die Aufnahmefähigkeit des Betroffenen angepasst werden müssen, beziehen sich zunächst auf den Schmerz an sich sowie auf zu erwartenden Schmerz und Schmerzverlauf. Auch die Ursachen des Schmerzes sollten unbedingt erklärt werden. Den Betroffenen sollte versichert werden, dass Schmerzintensitäten, die über der Interventionsgrenze der verwendeten Skala liegen, die Erholung, Genesung und Lebensqualität beeinträchtigen können und unbedingt in einer Anpassung der Schmerztherapie resultieren sollten.

Es ist wichtig, die medizinische Bedeutung der Schmerzkontrolle und die Folgen nicht gelinderter Schmerzen zu vermitteln und dabei eine Ermunterung auszusprechen, sich bei bestehenden Schmerzen, Veränderung des Schmerzes oder bei neuen Schmerzquellen umgehend zu melden.

Um die Haltung und Einstellung des Betroffenen und seiner Angehörigen anzusprechen, ist es von Bedeutung, in edukativen Maßnahmen zum Schmerzmanagement Mythen und Vorurteile über Analgetika zu berichtigen. Besondere Ängste vor Medikamenten sollten angesprochen werden und auf die unterschiedlichen Prozesse der Sucht- und Toleranzentwicklung sollte eingegangen werden.

Spezielle Informationsbroschüren oder Flyer zum Thema „Schmerz“ bieten eine weitere Möglichkeit der Patienteninformation. Sie ermöglichen dem Patienten den Vorteil, die wichtigsten Informationen nochmals in Ruhe nachlesen zu können. Häufig ergeben sich dann Fragen, die im persönlichen Gespräch geklärt werden können.

Erwartungen, Ziele, Grenzen und Wünsche des Patienten in Bezug auf die Schmerztherapie sollten thematisiert werden. Individuelle Ziele, aber auch Grenzen des Schmerzmanagements sind zu besprechen. Wichtigstes Ziel ist, die Akzeptanz und aktive Mitarbeit des Patienten zu erreichen.

Abb. 19.12 Beratung und Information. Zeitpunkt und Umfang der Patienteninformation sollen gut geplant und patientenorientiert umgesetzt werden. (Universitätsklinikum Münster, Fotozentrale)

Schmerztherapie ist in hohem Maße geprägt von Sprache und Verständnis zwischen Behandlern und Patienten. Bei Patienten, die die Sprache des Landes nicht ausreichend beherrschen, sollte ein Dolmetscher hinzugezogen werden. Hierbei sollte darauf geachtet werden, dass der Dolmetscher möglichst nicht aus dem persönlichen Umfeld des Kranken kommt, denn Familienangehörige und Freunde bringen häufig ihre eigenen Wertvorstellungen ein und übersetzen nicht immer im Sinne des Betroffenen.

Kulturelle Unterschiede und höchst unterschiedliche Umgangsweisen und Ausdruck von Schmerzen sollten im Rahmen eines professionellen Schmerzmanagements immer Beachtung finden.

19.7 Aufbau und Organisation eines Akutschmerzdienstes

Vor der Etablierung eines Akutschmerzdienstes (ASD) in einer Klinik müssen organisatorische Aspekte der Durchführung von postoperativer Schmerztherapie geplant werden. Zu klären sind Fragen nach der **Struktur** des ASD, nach der personellen Organisation und der Festlegung der Zuständigkeiten. Darüber hinaus stellt sich auch die Frage nach dem Umgang mit Schmerzerfassung und Dokumentation und dem Risikomanagement. Das Vorhandensein von Therapiealgorithmen ist wichtige Voraussetzung. Sehr wichtig ist natürlich auch die Frage, welche Ziele mit postoperativer Schmerztherapie erreicht werden sollen.

Ein Akutschmerzdienst (ASD) betreut i. d. R. Patienten mit neuroaxialen Analgesieverfahren (PDK) und kontinuierlichen Regionalanalgesieverfahren sowie PCA-Pumpen auf Normal- und Intensivstationen. Der Anteil der vom ASD mitbehandelten Patienten macht ca. 15–25 % aller operierten Patienten aus. Idealerweise profitieren aber auch andere, nicht direkt vom Akutschmerzdienst betreute Patienten von der Einführung eines Akutschmerzdienstes. Dieser sollte z. B. auch das Stationspersonal regelmäßig zu Fragen der Schmerzerfassung und Therapie schulen, bei der Einführung von Schmerzalgorithmen helfen sowie bei Anfrage zur Behandlung von „Problempatienten" auch ohne Schmerzkatheter im Rahmen von Konsilen mitbehandeln.

Somit leistet eine Akutschmerztherapie wichtige Dienste zur Verbesserung der Schmerztherapie, um Patienten nach Operationen möglichst schnell und anhaltend genesen zu lassen. Wichtig für den Verlauf sind gut erträgliche Schmerzen, frühe Ernährung und Mobilisierung. Darüber hinaus geht es auch um die Vermeidung perioperativer Komplikationen und Spätschäden, die bei adäquater Therapie vermieden werden können.

19.7.1 Strukturelle Voraussetzungen

Bei den Planungen für die Einrichtung eines akuten Schmerzdienstes müssen viele Faktoren bedacht werden.

- Die Schmerztherapie muss in ein perioperatives Gesamtkonzept eingebunden sein.
- Die Verantwortungsbereiche müssen festgelegt sein.
- Die Organisationsform muss den Verhältnissen des Krankenhauses angepasst sein.
- Schriftlich fixierte Therapie- und Überwachungsalgorithmen müssen vorhanden sein.
- Regelungen zum Komplikations- und Risikomanagement müssen vorhanden sein.
- Schulungen müssen durchgeführt werden.
- Auf Re-Evaluierung und Qualitätsverbesserung muss geachtet werden.
- Kosten-Nutzen Analysen müssen durchgeführt werden.

Weitere strukturelle Voraussetzungen können evtl. die Bereitstellung von geeigneten Räumen für den Akutschmerzdienst sein. Ebenso ist die Frage nach der personellen Besetzung zu entscheiden, einschließlich der Finanzierung, z. B. des Personals. Da eine komplexe Akutschmerztherapie zwar im DRG-System berücksichtigt ist (und auch angegeben werden sollte falls zutreffend, Ziffer 8.917), ist sie nicht erlösrelevant. Vielmehr sollte die Finanzierung klinikübergreifend erfolgen, da alle beteiligten Abteilungen von einem solchen Dienst profitieren.

Weiterhin muss die apparative Ausstattung (PCA-Pumpen) gesichert sein. Möglichkeiten zur Dokumentation und Leistungserfassung müssen zur Verfügung gestellt werden.

Das Gesamtkonzept sollte schriftlich fixiert sein und eine verbindliche Vereinbarung zwischen allen Beteiligten und den Klinikleitungen darstellen.

► **Mindestkriterien.** Folgende Mindestkriterien muss ein ASD erfüllen:

- ständige Erreichbarkeit (24 Stunden)
- spezifische Qualifikation
- Vorhandensein von Therapiealgorithmen

19.7.2 Personelle Ausstattung

In der Regel ist der ASD ärztlich und pflegerisch besetzt. In der Pflege gibt es geeignete Zusatzqualifikationen, die u. a. für den Einsatz in einem Akutschmerzdienst besonders schulen (z. B. „Pain Nurse", „Algesiologische Fachassistenz" oder „Pflegeexperte im Schmerzmanagement"). Ärztliche Mitarbeiter sind i. d. R. anästhesiologische Ärzte in der Weiterbildung, die eine gewisse Erfahrung mit regionalanästhesiologischen Verfahren aufweisen. Es sollte aber sichergestellt werden, dass ein erfahrener ärztlicher Mitarbeiter bei Fragestellungen jederzeit hinzugezogen werden kann; dies ist in den meisten Fällen ein Oberarzt, der als Supervisor fungiert und den Kollegen in der Weiterbildung schmerztherapeutisch schult. Allerdings wird in verschiedenen Kliniken je nach Struktur der Akutschmerzdienst noch unterschiedlich besetzt. Ein Patient mit einem Epiduralkatheter sollte mindestens 1-mal täglich durch einen Arzt gesehen werden. Ideal ist deshalb eine regulär ärztliche und pflegerische Besetzung von Mitarbeitern, die geeignet sind und zum Zeitpunkt des Einsatzes im Akutschmerzdienst keine weiteren Aufgaben erledigen müssen.

Merke

Kontinuierliche Regionalanalgesieverfahren sollten auf Normalstationen nicht ohne einen ärztlich und pflegerisch besetzten Akutschmerzdienst durchgeführt werden.

19.7.3 Organisatorische Aspekte

Wie ein Akutschmerzdienst konkret organisiert wird, ist entscheidend davon abhängig, welche schmerztherapeutischen Verfahren auf Normalstationen durchgeführt werden sollen. Wenn kontinuierliche rückenmarsnahe Verfahren durchgeführt werden, sollten mindestens 2 Visiten/Tag durchgeführt werden. Es geht dabei auch um die frühzeitige Erkennung und Behandlung möglicher Komplikationen (z. B. epidurale Blutung oder Infektion). Bei peripheren Nervenblockaden reicht ggf. eine Visite/Tag aus; trotzdem ist eine 2-malige Visite deutlich effektiver und kann Probleme vermindern und Komplikationen möglicherweise reduzieren. Immer sollten kurzfristige Visiten innerhalb kurzer Zeit (10–15 Minuten) jederzeit möglich sein. In der Kernarbeitszeit sollten ein ASD über Personal verfügen, dass idealerweise ausschließlich für diese Tätigkeit eingesetzt ist. Der Einsatz von Anästhesisten, die während der Bereitschaftsdienste längere Zeit im OP gebunden sind und zusätzlich Schmerzdienst leisten sollen, ist kritisch zu sehen, v. a. dann, wenn eine gewisse Anzahl von Patienten mit invasiveren Therapiemaßnahmen behandelt werden.

Die Aufgaben eines Akutschmerzdienstes gehen allerdings – wie oben schon angesprochen – weit über die direkte Betreuung von Patienten hinaus. Wichtig ist v. a. die Schulung aller an der postoperativen Schmerztherapie in einer Klinik beteiligten Mitarbeiter. Diese Schulungen beinhalten besondere Aspekte bei Patienten mit Schmerzpumpen und speziellen Analgesieverfahren, das Erkennen und Vorgehen bei V. a. auf oder dem Eintreten von Komplikationen und idealerweise auch die Etablierung von Schmerzschemata und ihre Besonderheiten bei Patienten ohne spezielle Analgesieverfahren.

Die Mitarbeiter des ASD sollten nicht nur für die direkte und indirekte Versorgung ihrer Patienten zuständig sein, sondern das Schmerzmanagement aller postoperativen Patienten im Krankenhaus verbessern. Das bedeutet auf keinen Fall, dass alle Patienten nach Operationen vom Akutschmerzdienst direkt betreut werden. Vielmehr umfasst dies die regelmäßigen Schulungen aller Mitarbeiter hinsichtlich Evaluation und Dokumentation von Schmerzen, Qualitätsmanagement und weitere Aspekte wie z. B. die Etablierung von Schmerzkonzepten. Ferner sollte vom ASD auch eine konsiliarische Betreuung für akute schmerztherapeutische Probleme angeboten werden.

19.8 Analgosedierung

Hans-Georg Bone

Der Glaube an die heilenden Wirkungen des sog. künstlichen Komas kommt in dem von Laien häufig benutzten Begriff „Heilschlaf" zum Ausdruck. Schon im antiken Griechenland glaubte man, dass durch den Schlaf im Äskulap-Tempel körperliche und geistige Krankheiten geheilt werden könnten. Auch in der Intensivmedizin ging man lange Zeit davon aus, dass bei kritisch erkrankten Patienten ein solcher ‚Heilschlaf' sinnvoll sei. Erst in den letzten Jahren wird die routinemäßige Sedierung von kritisch kranken Patienten erheblich in Frage gestellt und strengere Indikationen für eine Sedierung gefordert. Eine Analgosedierung von Intensivpatienten kann aus verschiedenen Komponenten bestehen:

- Analgesie
- Sedierung
- Dämpfung der Stressantwort
- in Ausnahmefällen Muskelrelaxation

19.8.1 Gründe für eine Analgosedierung auf der Intensivstation

Ethische und juristische Gründe

Es gehört zu den selbstverständlichen ethischen Verpflichtungen von Ärzten und Pflegekräften auf Intensivstationen Schmerzen bei den Patienten zu vermeiden oder zu lindern und Angst- und Unruhezustände der Patienten zu behandeln. Neben der ethischen Pflicht gibt es auch eine einklagbare juristische Pflicht zu einer adäquaten Schmerztherapie (Uhlenbruck 1994). Leider sieht die Realität auf den Intensivstationen anders aus: Bis zu 80 % der Patienten leiden in Abhängigkeit von dem Grad der Mobilisation unter Schmerzen und bis zu 50 % der Patienten sind zu keiner Zeit ihres Intensivaufenthaltes schmerzfrei (Walder et al. 2002). Bei vielen Intensivpatienten ist die Erinnerung an Schmerzen die wichtigsten und häufig sogar die einzige Erinnerung an ihre Zeit auf der Intensivstation (Reade u. Finfer 2014). Auch Maßnahmen, bei denen ärztliche oder pflegerische Mitarbeiter primär nicht davon ausgehen, dass sie schmerzhaft sind, können von Patienten als sehr schmerzhaft empfunden werden. So wurde z. B. von Intensivpatienten der Schmerz durch ein bronchiales Absaugen im Mittel mit einem Wert von 4,9 auf einer visuellen Analogskala von 0 (kein Schmerz) bis 10 (maximaler Schmerz) bewertet (Puntillo 1994, Puntillo et al. 2014).

Medizinische Gründe

Die Analgosedierung eines Patienten ist eine medizinische Intervention, die eine klare Indikation haben sollte. Mögliche Indikationen für eine medikamentöse Analgosedierung sind:

- Vermeidung von Schmerzen
- Vermeidung bzw. Behandlung von Angstzuständen
- Bewusstlosigkeit bei invasiven schmerzhaften Maßnahmen
- Verminderung der Stressantwort
- Ermöglichung von Schlaf
- Schutz des Patienten vor unbeabsichtigtem Entfernen von Kathetern u. a.
- Ermöglichung von invasiven Beatmungsformen bei stark eingeschränkter respiratorischer Funktion
- Reduktion des Sauerstoffverbrauchs
- Hirndrucksenkung

Unabhängig von der ethischen und juristischen Verpflichtung zur adäquaten Schmerztherapie gibt es auch medizinische Gründe für eine ausreichende Analgesie zu sorgen, denn eine verbesserte Analgesie führt zu:

- Verbesserung der pulmonalen Funktion
- Reduktion kardialer Komplikationen
- verringerter Rate an Selbstextubationen
- Reduktion von deliranten Phasen
- Reduktion der Behandlungskosten
- evtl. verbesserter Wundheilung
- Reduktion posttraumatischer Belastungstörungen

Sedierung/Anxiolyse

Neben Schmerzen waren bei einer Befragung von Intensivpatienten das Fehlen von Schlaf und Behinderungen durch Tuben und Katheter in Mund, Nase oder an anderen Körperstellen die wichtigsten Stressoren während des Intensivaufenthaltes. Bei den Patienten, die sich an ihren Intensivaufenthalt später erinnern können, überwiegen manchmal sehr negative Erinnerungen wie z. B. Schmerzen, Angst, seelische Anspannung, Albträume, das Gefühl nicht kommunizieren zu können und Einsamkeit (Rotondi et al. 2002). Gleichzeitig empfehlen aber alle neueren Leitlinien zur Sedierung von Intensivpatienten, dass nur möglichst leichte Stadien der Sedierung angestrebt werden sollten, weil eine tiefere Sedierung von Intensivpatienten mit einem schlechteren Outcome und auch mit vermehrten posttraumatischen Belastungsstörungen verbunden ist (Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin 2010, Barr et al. 2013).

Eine Vielzahl nicht medikamentöser Maßnahmen kann eine medikamentöse Sedierung auf der Intensivstation unterstützen bzw. z. T. ersetzen. Zu nennen sind hier u. a. die Verwendung von patientengetriggerten Beatmungsformen, das Einhalten von Tag-Nacht-Rhythmen, die Reduktion von Lärm auf der Intensivstation oder das verstärkte Beachten der Patientenbedürfnisse. Besonders den Intensivpflegekräften kommt bei diesen nicht medikamentösen Sedierungsmaßnahmen eine zentrale Rolle zu. Bei vielen Intensivpatienten ist dennoch eine medikamentöse Analgosedierung erforderlich.

Sedierung und Anxiolyse haben das Ziel, den Patienten Angst- und Unruhezustände zu nehmen. Dafür gibt es – wie für die Analgesie – neben der ethisch-moralischen Verpflichtung auch medizinische Gründe. Denn Patienten mit erheblichen Angst- und Agitationszuständen müssen u. a. länger beatmet werden und länger auf der Intensivstation verbleiben (Woods et al. 2004).

Merke

Eine angemessene Analgosedierung von Intensivpatienten führt zu einer Verbesserung des medizinischen Outcomes.

Relaxierung

Eine kontinuierliche neuromuskuläre Blockade ist bei Intensivpatienten nur in Ausnahmefällen erforderlich (z. B. Patienten mit ARDS, die anders nicht zu beatmen sind). In dieser kleinen Untergruppe an Patienten kann eine Relaxierung mit einer Outcome-Verbesserung verbunden sein. Bei den relaxierten Patienten ist eine tiefe Bewusstlosigkeit sicher zu stellen und die Muskelrelaxation mit einem Nervenstimulator zu überwachen.

19.8.2 Überwachung der Analgosedierung

Ohne regelmäßige standardisierte Beurteilung der Sedierungstiefe besteht die Gefahr, dass Patienten entweder zu tief oder zu wenig sediert werden. Mögliche Risiken zu flacher oder zu tiefer Sedierung sind in ▶ Tab. 19.13 aufgeführt. Es wird in der Intensivmedizin gefordert, dass patientenorientierte Behandlungskonzepte zur Analgesie, Sedierung und zur Behandlung des Delirs für jeden Patienten festgelegt werden und dass der aktuelle Grad von Analgesie, Sedierung und Delir mindestens alle 8 h erfasst und dokumentiert wird (Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin 2010).

Tab. 19.13 Risiken zu tiefer oder zu geringer Sedierung.

Risiken zu geringer Sedierung	Risiken zu tiefer Sedierung
Hypertension	Hypotension
Tachykardie	Bradykardie
Angst	Koma
erhöhte Atemarbeit	Atemdepression
Verletzungsgefahr	nosokomiale Pneumonie
Selbstextubation	Immunosuppression
	paralytischer Ileus
	Cholestase
	Sinusitis

Einflussfaktoren auf die Sedierungstiefe

▸ **Personelle Ausstattung.** Die durchschnittliche Sedierungstiefe auf einer Intensivstation wird neben patientenbezogenen Parametern wie z. B. Schweregrad der Erkrankung, Beatmungsform usw., leider auch erheblich durch die personelle Ausstattung der Intensivstationen beeinflusst: Intensivstationen mit einem schlechteren Pflegekraft/Patienten-Schlüssel tendieren zu einer tieferen Sedierung der Patienten, da tiefer sedierte Patienten leichter zu versorgen sind als wache und evtl. agitierte Patienten. Außerdem erfordern wachere Patienten eine stärkere persönliche Zuwendung, die bei personeller Unterbesetzung weder von pflegerischer noch von ärztlicher Seite ausreichend gewährt ist.

▸ **Apparative Ausstattung.** Neben der personellen Ausstattung kann auch die apparative Ausstattung einer Intensivstation die durchschnittliche Narkosetiefe beeinflussen. So sind mit modernen Beatmungsgeräten assistierende Beatmungsformen möglich, die eine geringere Sedierung erfordern. Ebenfalls kann die frühzeitige Tracheotomie zu einem geringeren Sedierungsbedarf führen.

Klinische Folgen der Sedierungstiefe

Einzelne Untersuchungen belegen eine vermehrte Morbidität von Intensivpatienten im Zusammenhang mit der Sedierungstiefe. So konnte in mehreren Studien nachgewiesen werden, dass bei Patienten, die ihre Sedierungsmedikation kontinuierlich und nicht intermittierend erhielten bzw. deren Sedierung nicht täglich unterbrochen wurde, Beatmungsdauer, Intensivbehandlung und Krankenhausaufenthaltsdauer signifikant verlängert waren und typische Komplikationen häufiger auftraten (Kress et al. 2000). Wenn jedoch durchgehend ein striktes Sedierungsprotokoll auf der Intensivstation genutzt wird, ist eine Sedierung nach diesem Protokoll ebenso gut wie eine tägliche Unterbrechung der laufenden Sedierung (Mehta et al. 2012). Bei bestimmten Gruppen beatmeter Patienten kann evtl. ganz auf eine Sedierung verzichtet werden und eine ausschließliche Analgesie mit Opiat-Bolusgaben zu einer weiteren Reduzierung der Beatmungsdauer führen.

Methoden zur Überwachung der Sedierungstiefe

Die oben aufgeführten Ergebnisse legen es nahe, die Indikation zur kontinuierlichen Sedierung für viele Intensivpatienten kritisch zu prüfen und bei Patienten, die kontinuierlich sediert werden müssen, die Sedierungstiefe gezielter zu titrieren. Dass für diese Titration der „klinische Blick" alleine nicht ausreicht, ist mittlerweile gesichert. Darum werden im Folgenden verschiedene Methoden zum Monitoring der Sedierung kurz vorgestellt.

Scoringsysteme

Um den Sedierungsgrad von Intensivpatienten zu untersuchen, wurden verschiedene Scoringsysteme entwickelt. Im Vergleich zur unstrukturierten klinischen Beurteilung haben diese Systeme den Vorteil, dass sie zu einer konsistenteren und objektiveren Beurteilung der Sedierungstiefe durch unterschiedliche Personen führen. Häufig benutzte Scores zur Beurteilung von Analgesie, Sedierung und Delir sind in ▸ Tab. 19.14 aufgeführt. Besonders empfohlen wird die Benutzung der Richmond Agitation-Sedation Scale (RASS) und der Sedation-Agitation Scale (SAS), die wissenschaftlich am besten validiert wurden (Barr et al. 2013). Neben diesen Systemen gibt es noch weitere Scores, die jedoch seltener benutzt werden. Die Glasgow Coma Scale (GCS) wurde entwickelt, um die initiale Untersuchung von traumatisierten Patienten mit neurologischen Defiziten zu standardisieren und die Art und die Dauer ihres Komas einheitlich zu beschreiben. Die GCS ist aufgrund ihrer Struktur nicht gut geeignet, um die Sedierungstiefe von intubierten und evtl. sogar relaxerten Intensivpatienten zu untersuchen. Siehe ▸ Abb. 25.4.

Elektrophysiologische Untersuchung der Sedierungstiefe

Zahlreiche elektrophysiologische Methoden sind beschrieben worden, um die Sedierungstiefe eines Patienten zu beurteilen, wie z. B.: Lifescan EEG-Analyse, spektrale EEG-Eckfrequenz, medianes EEG-Powerspektrum, BIS-Monitoring, Narcotrend-Monitoring, akustisch evozierte Potenziale, Herzfrequenzvariabilität. Nachdem früher große Hoffnung in diese apparativen Verfahren zur Überwachung der Sedierungstiefe gesetzt wurde, wird heute aufgrund vieler enttäuschender Studienergebnisse von ihrer Verwendung zur Steuerung der Sedierung abgeraten (Barr et al. 2013).

Beurteilung der Analgesiequalität

Neurobiologische oder elektrophysiologische Parameter zur objektiven Messung von Schmerzen gibt es nicht. Daher werden Patienten häufig über das Vorhandensein von Schmerzen befragt. Hierzu werden visuelle Analogskalen (0 mm [kein Schmerz] bis 100 mm [maximal vorstellbarer Schmerz]) oder Ratingskalen (0

Tab. 19.14 Häufig benutzte Scores zur Beurteilung von Analgesie, Sedierung und Delir.

Beurteilung	Scores
Scores zur Beurteilung der Analgesie	• Verbale Rating Skala (VRS) • Visuelle Analogskala (VAS) • Behavioral Pain Scale (BPS) • Critical-Care Pain Observation Tool (CPOT) • Behandlung von Schmerzen bei Demenz (BESD)
Scores zur Beurteilung der Sedierung	• Richmond Agitation Sedation Score (RASS) • RAMSAY Sedation Scale (RSS) • Sedation Agitation Scale (SAS) • Motor Activity Assessment Scale (MAAS) • Vancouver Interaction and Calmness Scale (VICS)
Scores zur Beurteilung des Delirs	• Confusion Assessment Method for the Intensive Care Unit (CAM-ICU) • Intensive Care Delirium Screening Checklist (ICDSC) • Nursing Delirium Screening Scale (NU-DESC) • Delirium Detection Score (DDS)

Alle Scores sind einsehbar in der Leitlinie der DGAI zu Analgesie, Sedierung und Delirmanagement in der Intensivmedizin (2010); AWMF Reg. Nr. 001–012, www.awmf.org.

[kein Schmerz] bis 10 [maximal vorstellbarer Schmerz]) benutzt (▶ Abb. 19.7). Ein Großteil der Intensivpatienten ist allerdings zumindest zeitweilig nicht in der Lage so zu kommunizieren, dass Schmerzintensitäten mit Hilfe dieser Skalen erfasst werden können. Bei diesen Patienten ist man dann auf indirekte Zeichen des Schmerzempfindens wie z. B. Mimik, Bewegungen, hämodynamische Veränderungen usw. angewiesen. Auch diese indirekten Zeichen sollten mit einem Score erfasst werden. Am besten geeignet sind hier die Behavioral Pain Scale (BPS) und das Critical-Care Pain Observation Tool (CPOT) (Barr et al. 2013).

Beurteilung des Ausmaßes eines Delirs

Sehr viele Intensivpatienten erleiden im Rahmen ihres Intensivaufenthaltes ein Delir. Beim Vorliegen eines unbehandelten Delirs wird die Behandlungsdauer der Patienten verlängert und gleichzeitig das Outcome verschlechtert. Aus diesem Grund sollten Intensivpatienten täglich auf das Vorliegen eines Delirs gescreent werden. Die Confusion Assessment Method for the ICU (CAM-ICU) und die Intensive Care Delirium Screening Checklist (ICDSC) sind die bekanntesten und am besten untersuchten Scores für die Erfassung eines Delirs von Intensivpatienten und ihre Anwendung wird in aktuellen Leitlinien gefordert.

Medikamente zur Sedierung

Im Jahr 2006 wurden 214 deutsche Intensivstationen zu der Art der durchgeführten Sedierung befragt (Martin et al. 2007). Die Medikamente, die laut dieser Befragung am häufigsten für eine Analgosedierung benutzt wurden, sind in ▶ Tab. 19.15 aufgeführt. Neuere Daten zu den in Deutschland verwendeten Sedierungsmedikamenten, insbesondere Daten bzgl. der Verwendung einer inhalativen Sedierung, liegen bislang nicht vor. Zu Pharmakokinetik, Nebenwirkungen und Dosierungen der einzelnen Medikamente siehe Kap. „Pharmakologie“ (S. 618).

Tab. 19.15 Medikamente und Verfahren, die auf deutschen Intensivstationen regelmäßig zur Sedierung und Analgesie verwendet wurden (in % der Anwendungshäufigkeit für das Jahr 2006, n. Martin et al. 2007).

	Sedierung < 24 h	Sedierung 24–72 h
Midazolam	34 %	62 %
Propofol	82 %	67 %
Remifentanil	16 %	7,9 %
Fentanyl	27 %	40 %
Sufentanil	41 %	58 %
Piritramid	35 %	16 %
Morphin	7 %	7 %
patientenkontrollierte Analgesie	28 %	21 %
Ketamin	14 %	25 %
Clonidin	33 %	49 %
patientenkontrollierte epidurale Analgesie	11 %	9 %

19.8.3 Wie sediert man?

▶ **Sedierungsalgorithmen.** In der Vergangenheit wurde eine Vielzahl unterschiedlicher Sedierungsalgorithmen und Flow-charts zur Durchführung der Sedierung von Intensivpatienten publiziert. Während in einzelnen Studien bei Anwendung solcher Sedierungsalgorithmen deutlich verkürzte Entwöhnungsdauern von der Beatmung nachgewiesen wurden, haben andere Untersuchungen gezeigt, dass bei regelmäßiger Anpassung der Sedierungstiefe an den Bedarf des Patienten die Anwendung fester Sedierungsschemata keinen Vorteil bringt.

▶ **Wachprobe.** Bei langzeitsedierten Patienten wird in aktuellen Leitlinien eine tägliche Wachprobe empfohlen, bei der die Sedierung komplett gestoppt wird und eine erneute Sedierung erst bei ausreichendem Erwachen des Patienten begonnen wird (Barr et al. 2013). Durch diese Maßnahme können typische intensivmedizinische Komplikationen vermieden und die Beatmungsdauer von Patienten verkürzt werden (Schweickert et al. 2004; Kress et al. 2000, Girard 2008). Nur bei Patienten, die durch ein Erwachen vital gefährdet werden könnten, sollte auf diese tägliche Wachprobe verzichtet werden.

▶ **Dosisanpassung aller Komponenten.** Durch festgelegte Sedierungsziele, die Messung der Sedierungstiefe und ggf. eine tägliche Unterbrechung der Sedierung sollen sowohl zu tiefe als auch zu geringe Sedierungen vermieden werden. Eine medikamentöse Sedierung besteht i. d. R. aus der Gabe von verschiedenen Substanzen (Opiate zur Analgesie, Sedativa bzw. Hypnotika, ggf. Additiva zur vegetativen Blockade, extrem selten Muskelrelaxanzien). Diese Substanzen sollten getrennt und nicht als Gemisch zugeführt werden, um ihre Dosis getrennt nach Wirkung zu steuern und eine Überdosierung einzelner Komponenten zu verhindern. Eine Sedierung soll den Patienten schützen und nicht den Arbeitsablauf der Intensivstation vor den Lebensäußerungen des Patienten.

▶ **Patientenorientierung.** Um auf einer Intensivstation eine gute Analgosedierung durchzuführen, ist weniger die Wahl einzelner Medikamente entscheidend, als vielmehr, dass alle pflegerischen und ärztlichen Mitarbeiter der Station sich mehrmals täglich die folgenden Fragen stellen:

- Ist der Patient schmerzfrei?
- Kann durch nicht medikamentöse Maßnahmen eine Schmerzlinderung erreicht werden?
- Muss die Dosis der Analgetika erhöht werden oder ist sogar eine Reduktion möglich?
- Wie ist die Sedierungstiefe des Patienten?
- Braucht der Patient diese Sedierungstiefe?
- Braucht der Patient überhaupt eine Sedierung?
- Kann die Sedierung reduziert werden, indem der Beatmungsmodus verändert wird?
- Kann die Sedierung durch nicht medikamentöse Maßnahmen optimiert werden?

Nur wenn die Analgosedierung sehr genau auf die Bedürfnisse des individuellen Intensivpatienten angepasst wird, kann aus einer Analgosedierung auch ein „Heilschlaf“ werden.

Fallbeispiel

Anamnese. Eine 33-jährige Patientin mit einer Adipositas permagna (165 cm, 196 kg) wird im Krankenhaus wegen eines stark infizierten Sinus pilonidalis-Abszesses aufgenommen. Eine Regionalanästhesie zur Operation wird von der Patientin, die unter einer Angststörung leidet, abgelehnt. Nach einer Nüchternzeit von 8 h wird bei der Patientin die Narkose eingeleitet. Initial ist eine Intubation der Patientin nicht möglich und bei der erschwerten Maskenbeatmung kommt es zur Luftinsufflation in den Magen und nachfolgend zur Aspiration. Die Patientin wird hypo-

xisch. Ein zweiter Intubationsversuch mit Hilfe eines Videolaryngoskops gelingt. Bei schlechtem Gasaustausch wird die Patientin ohne Operation beatmet auf die Intensivstation gebracht.

Verlauf. Auf der Intensivstation (▶ Abb. 19.13) benötigt die Patientin hohe Dosen an Propofol und Sufentanil zur Sedierung. Bei zu niedriger Sedierung presst die Patientin und es kommt zu erheblichen Sättigungsabfällen. Unter Hinzunahme von Ketamin und Clonidin gelingt eine ausreichende Sedierung, sodass die Patientin die Beatmung toleriert, keine Sättigungsabfälle mehr auftreten und die Patientin neurologisch beurteilt werden kann. Glücklicherweise hatte die Patientin keine neurologischen Schäden und konnte am 8. Behandlungstag erfolgreich extubiert werden.

Abb. 19.13 Schwer zu sedierende beatmete Patientin mit morbider Adipositas. (H.-G. Bone)

19.9 Leseservice

19.9.1 Verwendete Literatur

Anatomische und physiologische Grundlagen

Braun R. Manual der Schmerztherapie. Stuttgart: Thieme; 1999

Dhawan BN, Cesselin F, Raghubir R et al. (1996): International Union of Pharmacology. XII. Classification of opioid receptors. In: Pharmacol Rev 48: 567–592

Duus P. Neurologisch topische Diagnostik. Stuttgart: Thieme; 1980

Freye E. Opioide in der Medizin. 7. Aufl. Springer: Berlin; 2008

Hock BAG. Die Darstellung von Opiatrezeptoren im menschlichen Gehirn mit Diprenorphin, Diss. TU München; 2007

Junker U, Nolte T., Hrsg. Grundlagen der Speziellen Schmerztherapie. München: Medizin & Wissen; 2005

Larsen R. Anästhesie und Intensivmedizin für die Fachpflege. 6. Aufl. Berlin: Springer; 2003

Lexikon der Neruowissenschaften. In: http://www.spektrum.de/lexikon/neurowissenschaft/opiatrezeptoren/9 235; Stand: 08.07.2014

Maier C et al. Qualität der Schmerztherapie in deutschen Krankenhäusern. Dtsch Arztebl Int 107.36 (2010): 607–614

Mikus G. Vortrag vom 16.06.2012 in Sinzig, Schmerzforum Klinik, Workshop: Sind alle Opioide gleich?

Nauck F, Klaschik E. Schmerztherapie. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft; 2002

Schaumann O. Analgetika und «protektives System. Naturwissenschaften 1954; 41 : 96

Schockenhoff B, Hrsg. Spezielle Schmerztherapie. München: Urban & Fischer; 1999

Silbernagel S, Despopoulu A. Taschenatlas der Physiologie. 8. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2012

Wörz R. Differenzierte medikamentöse Schmerztherapie. 2. Aufl. München: Urban & Fischer; 2001

Zenz M, Jurna A. Lehrbuch der Schmerztherapie. Stuttgart: Wissenschaftliche Veragsgesellschaft; 1993

Schmerzmanagement, Schmerzerfassung, Schmerztherapie, Beratung und Information, Aufbau und Organisation eines Akutschmerzdienstes

Analgesie, Sedierung, Delirmanagement in der Intensivmedizin. S 3-Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) und der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI); Arbeitskreis der wissenschaftlichen medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) 2009. AWMF-Reg. Nr. 001–012

Braune G et al. Schmerztherapie: Ein Leitfaden für Pflegende in Praxis und Weiterbildung. Stuttgart: Kohlhammer; 2013

Bullmann V et al. Stellenwert der physikalischen Therapie und Physiotherapie in der postoperativen Schmerztherapie. Der Orthopäde 2008; 37: 997–999

Büttner J, Bürkle H, Gogarten W, Wulf H. Thromboembolieprophylaxe bei peripheren Blockadetechniken zur Regionalanästhesie. Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin. Anästh Intensivmed 2005; 46: 319–322

Chanques G et al. Impact of systematic evaluation of pain and agitation in an intensive care unit. Crit Care Med 2006; 34: 1691–9

Chanques G et al. The measurement of pain in intensive care unit: comparison of 5 self-report intensity scales. Pain 2010; 151.3: 711–721

Cina-Tschumi B. Evidenz-basierte Pflege am Beispiel von Kälteanwendungen nach ausgewählten orthopädischen Eingriffen – eine Literaturstudie. Pflege 2007; 20: 258–267

Deutsches Netzwerk für Qualitätsentwicklung in der Pflege (DNQP), Hrsg. Expertenstandard Schmerzmanagement in der Pflege bei akuten Schmerzen: 1. Aktualisierung 2011 Fachhochschule Osnabrück, 2011

Disselhoff B. TENS – Transkutane Elektrische Nervenstimulation. Nichtmedikamentöse Schmerztherapie. Springer: Vienna; 2007; 243–266

Englbrecht JS, Pogatzki-Zahn EM. Perioperative pain management for abdominal and thoracic surgery. Schmerz 2014; 28: 265–81

Fachgesellschaften e.V., Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen. S-3-Leitlinie: Behandlung akuter perioperativer und postraumatischer Schmerzen. Aktualisierte Fassung vom 20.04. 2009. Im Internet: http://www.leitlinien.de/; Stand: 29.08.2014

Fröhlich A. Basale Stimulation in der Pflege. Das Arbeitsbuch. 2. Aufl. Bern: Hans Huber; 2010

Gerleve I, Schilgen M. Postoperative nichtmedikamentöse Schmerztherapie. In: Pogatzki-Zahn E et al. Postoperative Schmerztherapie. Stuttgart: Thieme; 2007

Gogarten W, van Aken H, Büttner J et al. Regional anaesthesia and thromboembolism prophylaxis/anticoagulation. Revised recommendations of the German Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine. Anaesth Intensivmed 2007; 48: 109–S 124

Guidelines of The American College of Critical Care Medicine (ACCM) 2013

Handel E. Praxishandbuch ZOPA. Bern: Hans Huber; 2009

Henkel W et al. Arbeitsgebiete der Kinderkrankenpflege. In: Zernikow B, Hrsg. Schmerztherapie bei Kindern, Jugendlichen und jungen Erwachsenen. Berlin: Springer; 2009

Jaksch B, Messerer H, Baumgart C. Österreichische interdisziplinäe Handlungsempfehlungen zum perioperativen Schmerzmanagement bei Kindern. Schmerz 2014; 28: 7–13
Kirschnick O. Pflegetechniken von A–Z. 4. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2010
Lange M, Lanckohr C. Analgosedierung und Delir in der Intensivmedizin. Intensivmedizin up2date 2012; 8: 213–229
Maat M de, Tijssen T, Brüggemann R, Ponssen H. Paracetamol for intravenous use in medium- and intensive care patients: pharmacokinetics and tolerance. Eur J Clin Pharmacol 2010; 66: 713–719
Maroney C et al. Acceptability of severe pain among hospitalized adults. Journal of palliative medicine 2004; 7: 443–450
Meißner W. Akutschmerz-Taschenbuch. Berlin: Med.-Wiss. Verlag-Ges; 2011
Messerer B, Sandner-Kiesling A. Organisation des Schmerzmanagements bei Kindern. Schmerz 2014; 28: 14–24
Middendorf I. Der erfahrbare Atem: eine Atemlehre. Paderborn: Junfermann; 1991
Mitchinson A et al. Acute postoperative pain management using massage as an adjuvant therapy: a randomized trial. Archives of surgery 2007; 142: 1158–1167
Moore R, Derry S, McQuay H, Wiffen P. Single dose oral analgesics for acute postoperative pain in adults. Cochrane Database Syst Rev 2011; 7: CD008 659
Nestler N et al. Nichtmedikamentöse Maßnahmen in der Schmerztherapie. Der Schmerz 2011; 25: 516–521
Payen JF et al. Assessing pain in critically ill sedated patients by using a behavioral pain scale. Critical care medicine 2001; 29 (12): 2258–2263
Pogatzki-Zahn E. Update Postoperative Schmerztherapie. 2013. Im Internet: http://www.ai-online.info/abstracts/pdf/dacAbstracts/2013/2013–18-RC 282.2.pdf; Stand: 29.08.2014
Pogatzki-Zahn E, Van Aken H, Zahn P, Hrsg. Postoperative Schmerztherapie. Stuttgart: Thieme; 2007
Pogatzki-Zahn E, Englbrecht J, Pöpping D, Boche R, Zahn P. Oraler Therapiealgorithmus bei akuten postoperativen Schmerzen. Eine prospektive Beobachtungsstudie. Schmerz 2013; 27: 26–37
Pogatzki-Zahn E, Wenk M, Wassmann H et al. Postoperative Akutschmerztherapie: Schwere Komplikationen durch Regionalanalgesieverfahren – Symptome, Diagnose und Therapie, AINS 2007: 42: 42–52
Pöpping D, Elia N, Van Aken H et al. Impact of epidural analgesia on mortality and morbidity after surgery: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Ann Surg 2014; 259: 1056–67
Reichl S, Pogatzki-Zahn E. Konzepte zur perioperativen Schmerztherapie: Eine kritische Bestandsaufnahme Anaesthesist 2009; 58: 914–926
Rothaug O et al. Drehen und Wenden – Was ist eigentlich möglich? intensiv 2008: 16: 74–83
Schnabel A, Meyer-Frießem C, Reichl S, Zahn P, Pogatzki-Zahn E. Is intraoperative dexmedetomidine a new option for postoperative pain treatment? A meta-analysis of randomized controlled trials. Pain 2013; 154: 1140–9
Schöps P. Physiotherapeutische und physikalisch-medizinische Verfahren. In: Baron R et al, Hrsg. Praktische Schmerzmedizin. Berlin; Springer; 2013
Trojan S, Wappler F. Schmerztherapie in der Intensivmedizin. Im Internet: http://www.ai-online.info/abstracts/pdf/dacAbstracts/2011/249_trojan.pdf; Stand: 29.08.2014
Warden V, Hurley A, Volicer L. (2003). Development and psychometric evaluation of the pain assessment in advanced dementia (PAINAD) Scale. J Am Med Dir Assoc 2003; 4: 9–15
Weibel L, Schäfer U, Mahrer-Imhof R. Individualisierte Schulung und Beratung auf der Intensivpflegestation bei Patienten mit akutem Koronarsyndrom: Ein Pilotprojekt zur Forschungsanwendung. Pflege 2009; 22: 165–171
Wilhelm W. Praxis der Intensivmedizin. Berlin: Springer; 2011
Zahn P, Sabatowski R, Schug S, Stamer U, Pogatzki-Zahn E. Paracetamol für die perioperative Analgesie: Alte Substanz – neue Erkenntnisse. Anaesthesist 2010; 59: 940–52

Analgosedierung

Barr J et al. Clinical practice guidelines for the management of pain, agitation, and delirium in adult patients in the intensive care unit. Crit Care Med 2013; 41 (1): 263–306
Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin. S 3-Leitlinie Analgesie, Sedierung und Delirmanagement in der Intensivmedizin. 2010. Im Internet: http://www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/001–012.html; Stand: 23.06.2014
Girard TD et al. Efficacy and safety of a paired sedation and ventilator weaning protocol for mechanically ventilated patients in intensive care (Awakening and Breathing Controlled trial). A randomised controlled trial. Lancet 2008; 371: 126–134
Kress JP et al. Daily interruption of sedative infusions in critically ill patients undergoing mechanical ventilation. N Engl J Med 2000; 342(20): 1471–1477
Martin J et al. Changes in sedation management in German intensive care units between 2002 and 2006. A national follow-up survey. Crit Care 2007; 11: R124
Mehta S et al. Daily sedation interruption in mechanically ventilated critically ill patients cared for with a sedation protocol: a randomized controlled trial. JAMA 2012; 308(19): 1985–1992
Puntillo KA. Dimensions of procedural pain and its analgesic management in critically ill surgical patients. Am J Crit Care 1994; 3(2): 116–122
Puntillo KA et al. Determinants of procedural pain intensity in the intensive care unit. The Europain (R) study. Am J Respir Crit Care Med 2014; 189(1): 39–47
Reade MC, Finfer S. Sedation and delirium in the intensive care unit. N Engl J Med 2014; 370(5): 444–454
Rotondi AJ et al. Patients' recollections of stressful experiences while receiving prolonged mechanical ventilation in an intensive care unit. Crit Care Med 2002; 30(4): 746–752
Schweickert WD et al. Daily interruption of sedative infusions and complications of critical illness in mechanically ventilated patients. Crit Care Med 2004; 32: 1272
Uhlenbruck W. Die Rechtspflicht des Arztes zu ausreichender Schmerztherapie. In: Lehmann KA. Der postoperative Schmerz. Berlin: Springer; 1994: 18–25
Walder B et al. Pain following cardiac surgery is present for at least one month. Intensive Care Med 2002; 28: 109
Woods JC et al. Severe agitation among ventilated medical intensive care unit patients. Frequency, characteristics and outcomes. Intensive Care Med 2004; 30: 1066

Kapitel 20

Intensivpflege im eigenen Lebensumfeld

20.1 Grundlagen der ambulanten Intensivpflege *456*

20.2 Heimbeatmung *457*

20.3 Anleitung von Patienten und Angehörigen *460*

20.4 Leseservice *461*

20 Intensivpflege im eigenen Lebensumfeld

Guido Faßbender, Stefan Wessel

20.1 Grundlagen der ambulanten Intensivpflege

Differenziert man Intensivpflege und Intensivmedizin beschreibend in ihren Aufgaben und Funktionen, ergibt sich folgendes Bild:

Der Fokus von **Intensivmedizin** liegt auf komplexer Diagnostik und Therapie von akuten lebensbedrohlichen Erkrankungen. **Intensivpflege** beschäftigt sich professionell mit den resultierenden Folgen für die erkrankte Person in ihren ABEDL (Meyer u. Friesacher 1993). Der Intensivpflege obliegen die eigenverantwortliche Organisation des Pflegeprozesses, die eigenverantwortliche Durchführung der ärztlich verordneten Behandlungspflege, sowie die spezielle Krankenbeobachtung und Intervention. In Feedbackschleifen kooperieren multiprofessionelle Arbeitsgruppen zugunsten des Patienten. Intensivpflege ist ein zentrales Element und steuert Schnittstellen durch Information und Kommunikation.

Intensivpflege ist ein eigenes Phänomen der beruflichen Krankenpflege, welches unabhängig von Institutionen und Örtlichkeiten stattfindet. Aufgrund des demografischen Wandels, von technischen Innovationen und der Ökonomisierung des Krankenhaussektors sind Bedarfe an Intensivpflege entstanden, die weit über die klinische Verweildauer hinausgehen. Intensivpflege findet zunehmend im eigenen Lebensumfeld des Patienten statt. In speziellen Wohngemeinschaften, dem zu Hause des Patienten, selbst an Arbeitsstellen ist Intensivpflege angekommen.

In anderen Ländern wie den USA ist die außerklinische Intensivpflege ebenfalls längst etabliert. Dort wird sie z. B. im Rahmen der „High Tech Home Care“, die eine technikintensive ambulante Pflege schwerstkranker Menschen darstellt, durchgeführt.

Merke

Medizin fokussiert Diagnostik und Therapie von Krankheit.

Pflege interessiert sich für die Folgen von Krankheit für die Person.

Spezielle Krankenbeobachtung und Intervention bedeuten in der Praxis einen ständigen Abgleich zwischen Soll- und Ist-Zuständen von gemessenen und klinisch beobachtbaren Parametern, deren Interpretation und adäquater Reaktion der betreuenden Pflegefachkräfte.

Fallbeispiel

Herr B. ist 44 Jahre alt. Er erlitt im Rahmen einer mesoenzephalen Blutung ein transientes Locked-in-Syndrom. Nach Abschluss der neurologisch/neurochirurgischen intensivmedizinischen Akutbehandlung in einem Haus der Maximalversorgung erfolgte die stationäre Rehabilitation nach Phase B. Bei der Übernahme in eine Wohngemeinschaft für Intensivpflege waren Kontaktaufnahme und eine Kommunikation über Blickkontakt, sowie die Bewegung des rechten Daumens möglich. Alle anderen ABEDLs waren in ihrer Funktion stark eingeschränkt oder aufgehoben. Es bestand eine ausgeprägte Dysphagie, welche eine enterale Ernährung über PEG und ein Tracheostoma erforderlich machte. Intermittierende Oxygenierungsstörungen, vegetative Entgleisungen von Temperatur, Herzfrequenz und Blutdruck sowie Transpiration traten als typische Begleiterscheinungen bei pontiner Läsion öfter auf.

20.1.1 Lebensumfeld

Besteht nach dem Aufenthalt auf einer Intensivstation weiter der Bedarf an Intensivpflege – z. B. durch ein absaugpflichtiges Tracheostoma (▶ Abb. 20.1), Beatmung, enteraler oder parenteraler Ernährung – kann ambulante Intensivpflege in Anspruch genommen werden. Dabei findet die Versorgung in der eigenen Wohnung des Patienten oder in speziellen Wohngemeinschaften für Intensivpflege statt. Pflegedienste mit personeller und organisatorischer Ausrichtung auf Intensivpflege sind in Deutschland mittlerweile flächendeckend verfügbar. Diese Entwicklung setzte parallel zur Einführung der G-DRGs in deutschen Krankenhäusern mit der Verschiebung von Intensivpflegebedarfen in den ambulanten Sektor ein.

Abb. 20.1 Tracheotomierter, intermittierend beatmeter 23-jähriger Patient. (S. Wessel)

Stationäre Pflege- und Seniorenheime sind keine geeigneten Einrichtungen für Intensivpflege. Hier liegt der fachliche Schwerpunkt auf sozialpflegerischer Tagesstrukturierung und grundpflegerischer Versorgung sowie der Teilhabe am gesellschaftlichen und sozialen Leben von nicht lebensbedrohlich erkrankten Menschen.

20.1.2 Pflegende

Intensivpflege im eigenen Lebensumfeld wird auch von Laienpflegenden bewerkstelligt. So werden z. B. Eltern beatmungspflichtiger Kinder dazu befähigt, die Pflege ihres Kindes selbst durchzuführen. Die häusliche Pflege kann auch in Kooperation mit einem ambulanten Intensivpflegedienst erfolgen, sodass sich angeleitete Laien und Professionelle die Betreuung teilen. Häufig werden die Patienten zunächst rund um die Uhr von Intensivpflegekräften versorgt, bevor die Pflege im Rahmen der sog. *Rückzugspflege* Stück für Stück auf sie selber oder deren Angehörige übertragen wird. In diesem Prozess leiten professionelle Pflegekräfte die Laienpflegenden an.

20.1.3 Qualifikation professioneller Pflegekräfte

Die Anforderungen an eine professionelle Pflegeperson in der Intensivpflege im eigenen Lebensumfeld sind hoch. Die Pflegenden *„übernehmen Versorgungsaufgaben, die von der Information, Beratung und Anleitung, über die Sicherstellung anspruchsvoller technikintensiver Therapien, bis hin zur Steuerung und Koordination komplexer Versorgungsverläufe reichen“* (Ewers 2003).

Grundsätzlich lässt sich Intensivpflege nicht auf die manuelle Versorgung eines Tracheostomas oder die Überwachung eines Respirators reduzieren. Es gilt viel mehr die erweiterten Pflegebedarfe zu erkennen, zu planen, durchzuführen und zu evaluieren.

▶ **Qualifikation.** Für die Intensivpflege im eigenen Lebensumfeld bedarf es mindestens der 3-jährigen Ausbildung zum examinierten Gesundheits- und Krankenpfleger, Kinderkrankenpfleger oder Alten-

pfleger. Eine abgeschlossene Fachweiterbildung für Intensivpflege wäre generell wünschenswert. Die praktizierenden Teams sollten einen ausgewogenen Mix an Qualifikation enthalten, wie z. B. Weiterbildungen für Intensivpflege im eigenen Lebensumfeld oder vergleichbare Weiterbildungen, wie etwa die zum Experten für chronische Wunden oder als Pain Nurse sowie in der Palliativpflege, basalen Stimulation und Kinästhetik.

Der Einsatz von Pflegehelfern ist generell in der ambulanten Intensivpflege nicht zu empfehlen, da auch während der Grundpflege komplexe Informationen für die Behandlungspflege ermittelt werden.

► **Einarbeitung durch Praxisanleiter.** Um neue Pflegefachkräfte für die ambulante Intensivpflege zu befähigen, ist die Einarbeitung von entscheidender Bedeutung. Ein entsprechendes Einarbeitungskonzept, geeignete personelle Ressourcen und Nachweise der stattgefunden Einarbeitung sowie deren Evaluation sollten etabliert sein.

20.1.4 Pflegebedürftige

Der Kreis der Pflegebedürftigen, die einer Intensivpflege im eigenen Lebensumfeld bedürfen, ist groß. Betroffen sind:

- Frühgeborene mit Störungen bzw. Folgen eines unreifen Atem- und Herzkreislaufsystems
- schwerkranke Kinder und Jugendliche (z. B. Mukoviszidose-Patienten)
- schwerst- und mehrfach behindert Geborene
- durch einen Unfall behinderte Menschen (z. B. Patienten mit Querschnittslähmung)
- Menschen mit fortschreitenden Erkrankungen (z. B. Patienten mit Amyotropher Lateralsklerose)
- Menschen mit chronischen Erkrankungen (z. B. COPD-Patienten)
- Menschen mit neurologischen Erkrankungen (z. B. ICB-Patienten)

Merke

Voraussetzung für die Intensivpflege im eigenen Lebensumfeld ist, dass der Patient zum Zeitpunkt der Aufnahme keine Intensivtherapie und/oder permanentes Monitoring der Vitalparameter mehr benötigt.

20.1.5 Interdisziplinäre Betreuung

Ambulante Intensivpflege ist multiprofessionelle Kooperation auf Augenhöhe. Alle an der Behandlung beteiligten Institutionen sind wirtschaftlich selbständig und handeln im Sinne einer integrierten Versorgung für den Patienten. Physiotherapie, Ergotherapie und Logopädie sind wesentliche therapeutische Elemente nicht ärztlicher Berufsgruppen. Die ärztliche Versorgung übernimmt der Hausarzt, unterstützt von verschiedenen Konsiliarien, z. B. Neurologie, HNO, Pädiatrie, Pneumologie usw.

20.1.6 Therapien

Eine klassische intensivmedizinische Therapieform ist die Beatmungstherapie. Sie hat als sog. **Heimbeatmung** den Weg heraus aus der Klinik hinein in die Wohnungen und Wohngemeinschaften betroffener Menschen gefunden. Dort geht sie oft mit einer Sauerstofftherapie (S. 191) einher. Neben der Beatmung, die nachfolgend ausführlich beschrieben wird, haben andere Behandlungsformen in den häuslichen Bereich Einzug gehalten, die noch vor 2 Jahrzehnten überwiegend stationär durchgeführt wurden. Auf sie geht dieses Buch an anderer Stelle ein. Zu ihnen zählen die Ernährungstherapie (S. 329), die Infusionstherapie (S. 336) und die Schmerztherapie (S. 422).

20.2 Heimbeatmung

Definition

„Eine Heimbeatmung (außerklinische Beatmung) ist die vorübergehende oder dauerhafte Beatmung eines Patienten außerhalb einer Klinik, also im „Zuhause" des Patienten. (...)" (Schäfer et al. 2009)

20.2.1 Formen der Heimbeatmung

Je nach Indikation erfolgt die Heimbeatmung

- invasiv über ein Tracheostoma mit liegender Trachealkanüle (► Abb. 20.1, ► Abb. 20.2),
- nicht invasiv über eine Nasen- oder Gesichtsmaske,
- permanent (über 24 h pro Tag) oder
- intermittierend (z. B. nur während der Nacht).

Siehe hierzu auch Kap. „Maschinelle Beatmung" (S. 207) und Kap. „Nicht invasive Beatmung" (S. 225).

Abb. 20.2 Invasiv beatmeter Mann im eigenen Lebensumfeld. (S. Wessel)

20.2.2 Indikationen

Mögliche Ursachen, die zur Indikation einer Heimbeatmung führen, sind:

- Parenchymerkrankungen
  - Erkrankungen der oberen Luftwege (z. B. obstruktives Schlafapnoe-Syndrom)
  - chronisch obstruktive Lungenerkrankung (COPD)
  - Mukoviszidose
- Ventilationsversagen
  - Störungen des Atemzentrums (z. B. nach schwerem Schädel-Hirn-Trauma, SHT)
  - Störungen der Nervenfunktion (z. B. bei hoher Querschnittslähmung)
  - hochgradige Muskelschwäche (z. B. bei Amyotropher Lateralsklerose, ALS)
  - Beeinträchtigung der Atemmechanik (z. B. bei Kyphoskoliose)

► **Chronisch ventilatorische Insuffizienz (CVI).** Unter dem Begriff chronisch ventilatorische Insuffizienz (CVI) werden chronische progrediente Erkrankungen zusammengefasst, die fortschreitend zu einer Ateminsuffizienz führen. Beispiele hierzu sind neuromuskuläre Erkrankungen wie die ALS oder die COPD.

► **Intermittierende Selbstbeatmung (ISB).** Die Heimbeatmung bei Patienten mit obstruktivem Schlafapnoe-Syndrom erfolgt über eine Nasen- oder Nasenmundmaske. Auch die Entlastung der Atempumpe bei chronisch ventilatorischer Insuffizienz (CVI) ist i. d. R. zunächst nicht invasiv. Die Betroffenen können die Heimbeatmung meist selbständig tätigen. Dies bezeichnet man als intermittierende Selbstbeatmung (ISB).

20.2.3 Heimbeatmungsgeräte

Die Auswahl des geeigneten Heimbeatmungsgerätes hängt von der jeweiligen Indikation ab.

Die Heimbeatmungsgeräte, auf die im Folgenden eingegangen wird, bauen in der Inspirationszeit einen positiven Druck auf. Durch eine Turbine insuffliert das Beatmungsgerät Raumluft über eine Trachealkanüle (S. 201) oder Maske (S. 193) in die Lunge. Viele Respiratoren sind in der Lage, eine invasive und nicht invasive Beatmung zu generieren. Zusätzlich besteht bei diesen Geräten die Möglichkeit, der Inspirationsluft Sauerstoff von einer externen Quelle (Sauerstoffflaschen/-konzentrator) zuzuführen.

Die Adaption des Beatmungsgerätes, d. h. die Wahl der Beatmungsform sowie das Einstellen der Beatmungsparameter, obliegen dem Arzt. Die Anpassung eines invasiv beatmeten Patienten an ein Heimbeatmungsgerät erfolgt i. d. R. auf der Intensivstation unter Kontrolle der Blutgasanalyse.

Merkmale eines Heimbeatmungsgerätes

Hierzu gehören folgende Parameter:

- klein, handlich, leicht
- einfach zu bedienen
- leise und sicher (Alarmfunktionen, Bestätigungsaufforderung bei Umstellung der Beatmungsparameter, interne Batterie zur Überbrückung von Stromausfällen)
- Sauerstoffanschluss
- kleine Auswahl an möglichen Beatmungsmodi
- CPAP/PEEP (S. 192)
- ggf. externe Batterie, um von einer Stromquelle unabhängiger zu sein

Beatmungsformen

Die Anzahl der von Heimbeatmungsgeräten generierbaren Beatmungsformen (S. 209) ist begrenzt. Beispiele dafür sind:

- assistierte druckkontrollierte Beatmung (APCV: Assisted Pressure-controlled Ventilation)
- assistierte volumenkontrollierte Beatmung (AVCV: Assisted Volume-controlled Ventilation)
- druckunterstützte Beatmung (PSV: Pressure-supported Ventilation)
- CPAP/PEEP (S. 192)

Heimbeatmungsgeräte (▶ Abb. 20.3) werden in regelmäßigen Abständen von der zuständigen Medizintechnikfirma gewartet. Ein Patient mit geringer Spontanatemfähigkeit, der zuhause beatmet wird, besitzt ein 2. Beatmungsgerät als Reserve. Die Ausstattung mit einem Beatmungsbeutel ist obligat.

Abb. 20.3 Heimbeatmungsgerät Elisée 150. (Fa. take air medical)

20.2.4 Überleitungsmanagement

Definition

Das Überleitungsmanagement *„umfasst den gesamten Prozess, mit dessen Hilfe ein Patient aus der stationären in die außerklinische Versorgung wechselt“* (Hein 2006).

Entlassungsmanagement

Das intersektorale Entlassungsmanagement zwischen allen Versorgungsstufen wird als kritische Phase angesehen. Ungenügender Informationsaustausch und widersprüchliche Aussagen können zu einem qualitativen Bruch der Versorgungskette führen. Das Ziel der Entlassung eines Patienten ist grundsätzlich sein zu Hause, wenn nötig mit ambulanter Pflege. Diesem gesundheitspolitischen Paradigma hat der Gesetzgeber durch eine verpflichtende Einbindung aller Versorgungsstufen – Akutklinik, Rehabilitationsklinik, stationäre Pflegeinrichtungen und ambulante Pflege – mit §11 SGB V nachdrücklich Rechnung getragen. Die Krankenkassen haben die Leistungserbringer dabei zu unterstützen (vgl. BMG 2014).

Voraussetzungen für die Entlassung

Ambulante Intensivpflege ist dann geboten, wenn ein Bedarf an spezieller Krankenbeobachtung und kontinuierlicher Interventionsbereitschaft außerhalb von stationären Versorgungsformen vorliegt. Es handelt sich um die Fortsetzung der stationären Intensivpflege, um die erweiterten Pflegebedarfe des Patienten aus seiner Erkrankung oder anderen Beeinträchtigung zu erfüllen.

Case Manager

Case Management ist eine Funktion, die durch Mitarbeiter des Krankenhauses oder der Rehaklinik gewährleistet wird. Meistens handelt es sich um Sozialarbeiter oder Pflegefachkräfte oder einer Doppelqualifikation beider Berufsgruppen. Case-Manager haben die Aufgabe einer qualifizierten und termingerechten Überleitung in eine geeignete Versorgungsform zu organisieren und sicherzustellen. Dabei greifen sie auf Informationen über den Fall des Patienten zurück und auf Informationen aus bestehenden Netzwerkstrukturen der in Frage kommenden Einrichtungen. Patienten und Angehörige werden über geeignete Möglichkeiten beraten und in der selbständigen Entscheidungsfindung unterstützt. Ist die Entscheidung zur Entlassung getroffen, findet eine erste Kontaktaufnahme mit einem Vertreter, i. d. R. der Pflegedienstleitung, des ambulanten Intensivpflegedienstes statt.

Überleitung in die häusliche Versorgung

Neben patientenbezogenen Voraussetzungen muss auch das häusliche Umfeld den Anforderungen einer ambulanten Intensivpflege entsprechen. Die Räumlichkeiten sollen so bemessen sein, das ausreichend Platz für einen Intensivpflegeplatz zur Verfügung steht. Neben einem speziellen Pflegebett, einem Nachttisch, zugehörigem Schränkchen für Respirator, Absaugung, Infusionsständer, Pulsoxymetrie und Pflegeartikel muss Platz für Organisatorisches und Dokumentation vorhanden sein. Ebenso muss vor der Überleitung bedacht werden, ob genügend Stauraum für den Monatsbedarf an enteraler Ernährung, Inkontinenzmaterial, Medikamente, Verbrauchsmaterial und Wäsche vorhanden ist. Ein Multifunktionsrollstuhl und Patientenlifter sind ebenfalls in die Überlegung einzubeziehen.

Die Frage, ob eine 24-Stunden-Intensivpflege für den Patienten und seine Bezugspersonen sowie der eingesetzten Pflegefachkräfte in der gemeinsamen Wohnung psychisch zu belastend sein könnte, muss ebenso frühzeitig kritisch reflektiert werden. Entsprechende Rückzugsmöglichkeiten für Angehörige müssen räumlich und zeitlich bedacht, kommuniziert und organisiert sein. Scheitert eine Rund-um-die-Uhr-Versorgung in der gemeinsamen Wohnung, ist die Wohngemeinschaft für Intensivpflege die beste Wahl.

Sind die Voraussetzungen für eine ambulante Intensivpflege erfüllt, ermittelt die verantwortliche Pflegefachkraft des ambulanten Pflegedienstes den notwen-

digen Pflege- und Hilfebedarf des Patienten. Demnach wird der Pflegeprozess organisiert, Pflege- und ggf. Mietvertrag geschlossen, sowie alle notwendigen Hilfsmittel organisiert. Die Kostenübernahmeerklärung des Kostenträgers und alle folgenden anfallenden organisatorischen Maßnahmen sind Aufgaben des Pflegedienstes.

Lernaufgabe

„Die Anspruchsgrundlage des Patienten für die außerklinische Intensivpflege gründet im Wesentlichen auf der höchstrichterlichen Entscheidung von 1999 im sog. ‚Drachenfliegerurteil' (BSG, Urteil vom 28. Januar 1999, Az.: B3 KR 4/98 R). Danach steht es jedem zu, auch im häuslichen Bereich beatmet zu werden und die ggf. hierfür notwendige Unterstützung von den Kostenträgern zu erhalten, i. d. R. von der Krankenkasse." (Wiebel 2009)

Außerdem umfasst das Überleitungsmanagement vor Entlassung folgende Aufgaben:

- Kontaktaufnahme mit einem (geeigneten) niedergelassenen Arzt
- Beschaffung der notwendigen ärztlichen Verordnungen
- Organisation notwendiger Therapien (Krankengymnastik, Ergotherapie, Logopädie)
- Feststellung des Bedarfs an Medizinprodukten, Hilfsmitteln und Verbrauchsmaterialien
- Beauftragung eines Sanitätshauses und einer auf Heimbeatmung spezialisierten Firma für Medizinprodukte zur Materialbeschaffung

Die Lieferung und Funktionsprüfung aller benötigten Hilfsmittel zum künftigen Wohnort der Patienten muss vor deren Entlassung erfolgt sein. Der Arbeitsplatz in deren Wohnungen muss eingerichtet sein. Der Transport von der Klinik nach Hause erfolgt oft in Begleitung einer Pflegeperson des ambulanten Intensivpflegedienstes, alternativ mit Notarzt.

20.2.5 Beatmungsplatz

Der Beatmungsplatz, z. B. eines zu Hause invasiv beatmeten Menschen (▶ Abb. 20.4), beinhaltet folgende Gerätschaften und Materialien (s. a. Kap. 8):

- Heimbeatmungsgerät
- Ersatz-Beatmungsschlauch, Ersatz-Befeuchtungsfilter (HME), Ersatz-Tubusadapter
- ggf. aktive Befeuchtung
- Beatmungsbeutel mit Maske

Abb. 20.4 Beatmungsplatz eines zu Hause invasiv beatmeten Patienten. (S. Wessel)

- Absauggerät mit Akku (ein 2. Absauggerät als Reserve sollte vorhanden sein)
- Absaugkatheter
- Mundschutz, unsterile Handschuhe, ggf. Kittel und Brille
- Gefäß zum Durchspülen des Absaugschlauchs
- Pulsoxymeter
- Stethoskop zum Auskultieren der Lunge, Blutdruckmessgerät, Thermometer
- Inhalationsgerät und Inhalate (nach ärztlicher Verordnung)
- 10-ml-Spritze zum (Ent-)Blocken des Cuffs der Trachealkanüle
- Cuffdruckmessgerät
- Ersatz-Trachealkanülen (eine Trachealkanüle sollte eine Nummer kleiner sein als die beim Patienten verwendete)
- Trachealspreitzer, Gleitmittel
- Verbandsmaterial für das Tracheostoma
- Händedesinfektionsmittel, Abwurf
- ggf. Sauerstoffkonzentrator und mindestens eine Reserveflasche mit Druckminderer oder eine Versorgung mit Flüssigsauerstoff
- ggf. „feuchte Nasen" (HME bei Spontanatmung über ein Tracheostoma)
- ggf. Hustenassistenzgerät (Gerät, dass durch In- und Exsufflation bzw. schneller Umschaltung von Über- und Unterdruck einen künstlichen Hustenstoß erzeugt)

20.2.6 Pflege eines Heimbeatmeten im eigenen Lebensumfeld

Die nachfolgend beschriebenen Aufgaben der Pflege beziehen sich auf die Betreuung eines invasiv heimbeatmeten Menschen. Die Pflege bei nicht invasiver Beatmung wird im entsprechenden Kapitel behandelt.

Nach Marscheider (2000) hat die Pflege nachstehende Aufgaben:

- Überwachung des Patienten bzgl. folgender Parameter:
  - Atmung/Thoraxbewegungen
  - Kreislauf (Puls, Blutdruck)
  - Lunge (Auskultation)
  - Bewusstseinslage
  - Haut (Aussehen, Temperatur)
  - Urinausscheidung
  - Trachealsekret
  - kontinuierliche Überwachung der Sauerstoffsättigung
- Die pflegerischen Maßnahmen bzgl. der Beatmung umfassen folgende Aufgaben, s. a. Kap. „Beatmung, Atemtherapie, Beatmung" (S. 156):
  - Absaugen
  - Reinigen des Tracheostomas
  - Wechseln der Trachealkanüle
  - Umgang mit technischen Geräten und sämtlichen Materialien
  - Kontrollieren des Cuffdrucks der Kanüle
  - Durchführung von Inhalationen
  - Sauerstoffgabe
  - Maßnahmen zur Unterstützung des Abhustens bei Spontanatmung
  - Umgang mit dem Beatmungsbeutel
  - richtiges Handeln in Notfallsituationen, richtiges Erkennen und Einschätzen der Situation,
  - Maßnahmen der Ersten Hilfe

Hinzu kommen alle pflegerischen Maßnahmen,

- die das Krankheitsbild selbst betreffen: Lagerungstechniken, Mobilisation in Rollstuhl und Stehbett, krankengymnastische Übungen usw. und
- die Überwachung und Handhabung der Geräte:
  - Bestimmen und Einstellen von Alarmen am Beatmungsgerät und am Pulsoxymeter
  - Feststellen der eingestellten Beatmungsparameter (Atemfrequenz, Atemzugvolumen, Sauerstoffkonzentration und Beatmungsmodus)
  - Festhalten der Parameter im Beatmungsprotokoll
  - Kontrolle der eingestellten Volumina mittels Spirometer
  - Überwachung der Wartungszeiten für alle Geräte
  - Aufbau des Absauggerätes, Reinigung
  - Wechseln der Systeme, Überwachung der Systeme auf Dichtigkeit, Kondenswasser, Verschmutzung
  - Bereithaltung und Handhabung des Beatmungsbeutels und der Sauerstoffzufuhr

Unterstützung der Kommunikation

Merke

Eines der wichtigsten Ziele der Pflege einer tracheotomierten (beatmeten) Person im eigenen Lebensumfeld ist die Sicherstellung ihres Kommunikationsvermögens. Um ihre Beziehungen und die soziale Integration im eigenen Lebensumfeld zu sichern oder wiederherzustellen, ist es Aufgabe der professionellen Pflegekraft, die betroffene Person bei der Kommunikation mit ihrer Lebensumwelt zu unterstützen.

Tracheotomierte bzw. beatmete Menschen resignieren oft, wenn sie sich von der Umwelt nicht verstanden fühlen. Den Betroffenen muss daher mit viel Geduld begegnet werden.

► **Kommunikationshilfen.** Es gibt Hilfsmittel, die zur Anwendung kommen können, wie etwa die Sprechkanüle oder das Sprechventil. Der Gebrauch einer Sprechkanüle oder eines Sprechventils muss behutsam getestet bzw. angeleitet werden. Hier ist die Unterstützung durch die Logopädie ratsam. Leider ist der Einsatz solcher Hilfsmittel (z. B. bei fehlendem Schluckvermögen) nicht immer möglich. Dann können primitivere Mittel wie Schreibblock, „Zaubertafel" oder „Augenalphabet" die Lösung sein. Oft reicht ein Lippenablesen aus, wobei Pflegende den Angehörigen beim „Dolmetschen" helfen. Tetraplegische Patienten können eine computergestützte Kommunikationshilfe erhalten.

Unterstützung im Lebensalltag

Ein weiteres Ziel der professionellen Pflege einer Heimbeatmung ist die Unterstützung der pflegebedürftigen Personen in ihrem Lebensalltag. Die Pflege sollte den Alltag wenn möglich nicht dominieren oder diktieren. Dies hängt natürlich von der Pflegebedürftigkeit der Patienten ab. Menschen, die durch die ambulante Intensivpflege Unterstützung erhalten, werden, wie schon erwähnt, von professionellen Pflegekräften sogar zur Arbeit oder in den Urlaub begleitet. Auch der alltägliche Einkauf im Supermarkt kann trotz Beatmung realisiert werden. Notwendig hierzu ist die Ausstattung mit mobilen Hilfsmitteln und Gerätschaften. Dazu zählen:

- Heimbeatmungsgerät mit einem zusätzlichen externen Akku
- Beatmungsbeutel mit Maske
- Akku betriebenes Absauggerät
- Hilfsmittel (Absaugkatheter, Ersatz-Trachealkanüle, Spritze zum (Ent-)Blocken des Cuffs der Trachealkanüle usw.)
- mobiler Pulsoxymeter
- ggf. mobile Sauerstoffversorgung

In der Regel sind die Patienten auf einen Rollstuhl angewiesen, der zum Transport dieser Mittel mitgenutzt werden kann.

20.3 Anleitung von Patienten und Angehörigen

Möchten Patienten und/oder deren Angehörige die Intensivpflege im eigenen Lebensumfeld (mit) tätigen, ist die Durchführung einer **Pflegeanleitung** erforderlich. Diese kann entweder vor Entlassung der Patienten in der Klinik oder nach der Überleitung im eigenen Lebensumfeld, z. B. als sog. **Rückzugspflege** realisiert werden.

Die Anleitung von Patienten und Angehörigen zielt auf die Vermittlung alltagspraktischer und pflegerischer Handlungen, durch die gesundheitsbedrohliche Situationen bzw. aus ihnen resultierende Folgen bewältigt oder vermieden werden können. Sie fördert die Pflegefähigkeit und Selbständigkeit von Pflegebedürftigen und Laienpflegepersonen.

Merke

Die Anleitung stellt eine pädagogische Handlung dar, bei der konkrete Tätigkeiten gelehrt werden. Ihr Ablauf ist geplant und zielgerichtet.

Im Verlauf stellen die Patienten/Angehörigen ihr Alltagswissen und die Anleitenden ihr Fachwissen zur Verfügung. Eine Anleitung ist nur dann erfolgreich, wenn bei Patienten/Angehörigen sowie Pflegepersonen die Bereitschaft und Fähigkeit zur Durchführung bestehen (► Abb. 20.5). Sie kann zum einen durch kognitive oder (senso-)motorische Einschränkungen der Patienten/Angehörigen und zum anderen durch ungenügende Kenntnisse seitens der Pflegepersonen limitiert sein.

20.3.1 Anleitungskompetenzen

Die Handlungskompetenzen einer Pflegefachkraft bestehen lt. Krankenpflegegesetz (§ 3 (1) KrPflG) aus einer fachlichen, methodischen, sozialen und personalen Kompetenz.

Abb. 20.5 Der Patient saugt sich nach entsprechender Anleitung selbst endotracheal ab. (G. Faßbender)

Fachkompetenz

In Bezug auf eine Anleitung setzt sich die Fachkompetenz aus dem Wissen zusammen, das den Anleitungsinhalt darstellt und das die methodisch fundierte Durchführung der Maßnahme gewährleistet.

Methoden- und Sozialkompetenz

„Die Methodenkompetenz bezieht sich auf die Gestaltung des Beratungs- und Anleitungsprozesses und seiner Kontextbedingungen." (Doll et al. 2007)

Die Gestaltung des Beziehungs- und Interaktionsprozesses einer Anleitung wird zum einen durch die Methodenkompetenz und zum anderen durch die Sozialkompetenz bestimmt, mit deren Hilfe die Pflegeperson in der Lage ist, soziale Systeme zu erkennen, zu analysieren und diese miteinander zu verknüpfen.

Personalkompetenz

Soll eine Anleitung professionell durchgeführt werden, muss die anleitende Pflegekraft in der Lage sein, ihr eigenes Handeln sowie ihre Haltung im Hinblick auf das eigene Gesundheits-, Pflege- und Beratungsverständnis zu reflektieren. Diese Fähigkeit bezeichnet man als Personalkompetenz.

20.3.2 Anleitung im Pflegeprozess

Eine Anleitung ist ein prozesshaftes Geschehen, das in verschiedenen Phasen verläuft. Mit dem etablierten Phasenmodell des Pflegeprozesses (► Abb. 20.6) steht der anleitenden Pflegekraft ein Gliederungsinstrument zur Verfügung, mit dem der Anleitung eine sinnvolle Struktur gegeben wird. Die Anleitung wird in den

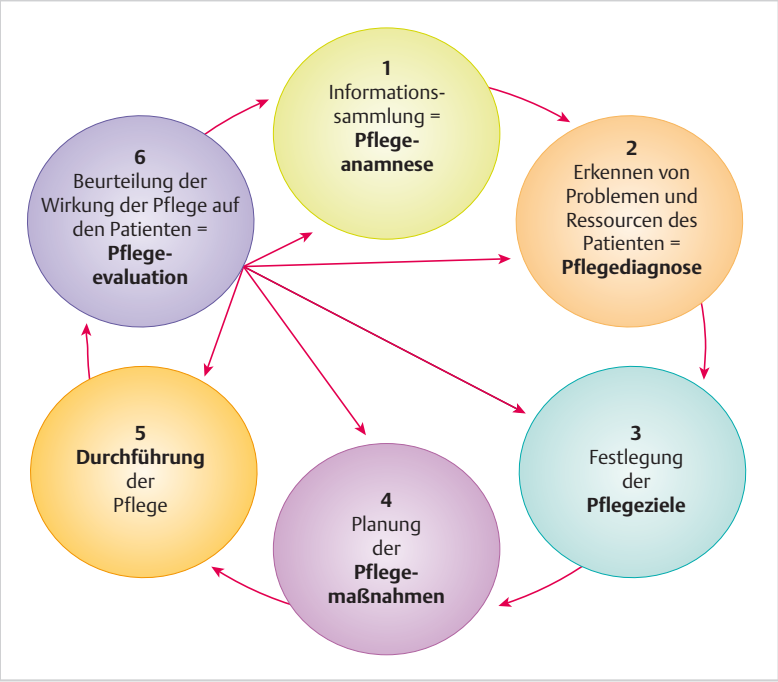


Abb. 20.6 Phasenmodell des Pflegeprozesses.

Pflegeprozess integriert. Pflegerisches und anleitendes Handeln laufen parallel ab und beeinflussen sich gegenseitig.

▶ **Phase 1: Informationssammlung.** In der ersten Phase werden Informationen zum Anleitungsbedarf, den Lernvoraussetzungen und der Motivation des Patienten bzw. der Angehörigen erhoben.

▶ **Phase 2–4: Formulierung der Probleme/Ressourcen, Ziele und Maßnahmen.** In einer *Anleitungsdokumentation* werden Lernziele formuliert, die vom Leichten zum Schweren geordnet sind. Diese Hierarchie richtet sich nach dem kognitiven und koordinativen Schwierigkeitsgrad.

▶ **Phase 5: Durchführung der Maßnahmen.** Die Anleitung wird eingeteilt in:
- **Demonstrationsphase:** Hier wird die Handlung von der Pflegekraft erklärt und gezeigt.
- **Übungsphase:** Die anzuleitende Person übernimmt in der Übungsphase die Durchführung der Handlung und wird dabei professionell unterstützt.

▶ **Phase 6: Evaluation.** Die Anleitungsdokumentation sollte die Möglichkeit der Evaluation bieten. In ihr werden der Zeitpunkt des Erreichens ebenso wie die Gründe des Nichterreichens eines Lernziels vermerkt. Dadurch können Lernziele neu formuliert oder geändert werden.

20.3.3 Rückzugspflege

Ein „Rückzug" in der ambulanten Intensivpflege ist die Verringerung der täglichen Anwesenheit der Pflegekräfte vor Ort. Ursachen können eine Verbesserung der medizinischen Gesamtsituation der bedürftigen Personen mit sinkendem Pflegebedarf, aber auch der Wunsch der Patienten oder deren Angehörigen nach pflegerischer Partizipation sein. In diesem Fall ist eine Übertragung von bisher professionell getätigter Pflege auf Laienpflegende notwendig. Der Rückzug erfolgt Schritt für Schritt nach Abschluss des Anleitungsprozesses.

20.4 Leseservice

20.4.1 Literatur

Doll A, Hummel-Gaatz S, Warmbrunn A. Unterstützung, Beratung und Anleitung in gesundheits- und pflegerelevanten Fragen fachkundig gewährleisten. Werkstattbücher zu Pflege Heute, Themenbereich 3. 1. Aufl. München: Elsevier, Urban & Fischer; 2007

Ewers M. High-Tech Home Care – Optionen für die Pflege. Sicht- und Handlungsweisen von Pflegenden in der häuslichen Infusionstherapie. 1. Aufl. Bern: Huber; 2003

Hein B. Den Weg nach Hause ebnen. Professionelles Überleitungsmanagement ermöglicht die reibungslose Beziehung zwischen Patienten, Angehörigen und dem therapeutischen Team. Gepflegt Durchatmen – Fachzeitung für außerklinische Intensivpflege 2006; 4: 1

Jauch A. Gemeinsam die Selbständigkeit ausleben. Wohngemeinschaften etablieren sich als maßgeschneiderte Betreuungsform für Menschen mit Bedarf an außerklinischer Intensivpflege. Gepflegt Durchatmen – Fachzeitung für außerklinische Intensivpflege 2007; 4: 3–5

Josten S. „Das Wissen macht sicherer." Fachweiterbildung „Intensivpflege im eigenen Lebensumfeld". Pflegen Ambulant 2007; 18: 46–48

Kaye LW, Davitt JK. Hoch technisierte häusliche Pflege. Hightech Home Care (HTHC). 1. dt.-sprachige Ausg. Bern: Huber; 2006

Lademann J. Intensivstation zu Hause. Pflegende Angehörige in High-Tech Home Care. 1. Aufl. Bern: Huber; 2007

Marscheider B. Ambulant bedeutet mehr Lebensqualität. Die ambulante Pflege von beatmungspflichtigen Patienten. Pflegen Ambulant 2000; 11: 14–18

Meyer G, Friesacher H. Die Anwendung eines Pflegekonzeptes als Grundlage der Weiterbildung in der Intensivpflege. Intensiv 1993; 3: 88

Mosbauer A. Den Schritt aus der Klinik vorbereiten. Casemanager des Gautinger „Kooperationszentrums Chronische Ateminsuffizienz" (KCA) organisieren die Überleitung beatmeter Menschen in die nachstationäre Pflege. Gepflegt Durchatmen – Fachzeitung für außerklinische Intensivpflege 2007; 4: 13–14

Plösser C. WG für Langzeitbeatmete. Die Schwester/Der Pfleger 2007; 46: 450–452

Poser M, Bohrer A, Hrsg. Leiten, Lehren und Beraten. Fallorientiertes Lehr- und Arbeitsbuch für Pflegemanager und Pflegepädagogen. 1. Aufl. Bern: Huber; 2005

Prangel AM. Permanente Profi-Pflege vor Ort. Vorteile gemeinschaftlichen Wohnens Schwerstpflegebedürftiger. Häusliche Pflege 2009; 18: 51–52

Raffenberg M, Schaberg T, Müller-Pawlowski H et al. Indikation und Praxis der Heimbeatmung. Deutsche medizinische Wochenschrift 1994; 119: 187–191

Randerath W, Lorenz J, Windisch W et al. Betreuung von Patienten mit maschineller Beatmung unter häuslichen heimpflegerischen Bedingungen. Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin e.V. (DGP) und der Arbeitsgemeinschaft für Heimbeatmung und Respiratorentwöhnung e.V. Pneumologie 2008; 62: 305–308

Schäfer S, Kirsch F, Scheuermann G, Wagner R. Fachpflege Beatmung. 5. Aufl. München: Elsevier, Urban & Fischer; 2009

Wessel S. Die Anleitung pflegender Angehöriger eines tracheotomierten und intermittierend beatmeten Patienten im eigenen Lebensumfeld. Intensiv 2007; 15: 247–253

Wiebel M. Kompetenzen verzahnen. Beatmungszentren als Partner außerklinischer Intensivpflegedienste. Häusliche Pflege 2009; 18: 38–39

TEIL IV
Intensivmedizinsche Versorgung von Patienten mit speziellen Erkrankungen

Kapitel 21

Intensivmedizinische Versorgung von Patienten mit Erkrankungen des Atemsystems

21.1 Diagnostik und Therapie *466*

21.2 Erkrankungen des unteren Atemsystems *467*

21.3 Erkrankungen des pulmonalen Gefäßsystems *474*

21.4 Erkrankungen des Pleuralraumes und der Thoraxwand *476*

21.5 Leseservice *478*

21 Intensivmedizinische Versorgung von Patienten mit Erkrankungen des Atemsystems

Ursula Hein

21.1 Diagnostik und Therapie

21.1.1 Diagnostik von pulmonalen Störungen

Symptome

Zur Klärung der Ursache einer pulmonalen Störung werden neben Anamnese und klinischer Untersuchung die vom Patienten, so möglich, geäußerten Symptome herangezogen (Dyspnoe, Husten, Thoraxschmerzen). Die Dyspnoe ist auf eine vermehrte Atemarbeit zurückzuführen und kann in akutes oder chronisches Auftreten oder gekoppelt an bestimmte Belastungsgrade oder Konstellationen differenziert werden. Auch bei Husten ist auf akuten oder chronischen Beginn, Auftreten in bestimmten Situationen und Verbindung mit Auswurf (produktiver Husten) zu achten. Thoraxschmerzen können ebenfalls akut oder allmählich und in verschiedenen Lebenslagen auftreten. Außerdem ist ihr Charakter (Stechen, Bohren, Atmungsabhängigkeit) sowie Lokalisation und Ausstrahlung zu beachten.

Körperliche Untersuchung

Die körperliche Untersuchung gliedert sich in Inspektion, Perkussion und Auskultation:

- **Inspektion:** Der Atemtyp (S. 173) des Patienten gibt erste Hinweise auf mögliche Ursachen und den Schweregrad der Beeinträchtigung. Zyanose oder Einflussstauung liefern weitere Hinweise. Bei chronischen Erkrankungen können Fasthorax, Trommelschlegelfinger, Uhrglasnägel oder Kachexie imponieren.
- **Perkussion:** Mit der Perkussion (normaler, hypersonorer, gedämpfter Klopfschall) können Hinweise auf Pleuraerguss oder Pneumothorax gewonnen und die Lungengrenzen geortet werden.
- **Auskultation:** Sie informiert über trockene (Stridor, Giemen, Brummen) oder feuchte (fein-, mittel- oder grobblasige) Rasselgeräusche.

Apparative Diagnostik

Das **Röntgenbild** des Thorax in 2 Ebenen gibt einen ersten Überblick über die Thoraxorgane, Größen- und Lageanomalien und Veränderungen der Röntgendichtigkeit (ggf. Kontrastmittel-CT oder MRT).

Die **Bronchoskopie** erlaubt einen Einblick in das Bronchialsystem, kann der Gewinnung von zytologischem oder mikrobiologischem Material dienen und stellt teilweise schon einen Teil der Therapie dar (Absaugung von Sekret, Fremdkörperentfernung, Blutstillung).

Die **Lungenfunktionsprüfung** berichtet über statische und dynamische Lungenvolumina. Mit einer **Blutgasanalyse** (S. 180) lässt sich das Ausmaß einer Funktionseinbuße klären, Partial- von Globalinsuffizienz trennen und metabolische Ursachen abgrenzen.

Die **Sonografie** eignet sich insbesondere zur Beurteilung der Pleura. In Einzelfällen mit bestimmten Verdachtsdiagnosen helfen Angiografie, Ventilations-Perfusions-Szintigrafie, Pleura- oder Lungenpunktion, Allergiediagnostik, Mediastinoskopie, Thoraskopie oder Thorakotomie bei der Ursachensuche.

21.1.2 Therapie von pulmonalen Störungen

Pharmakologie pulmonal wirksamer Medikamente

Wann immer möglich, sollte primär die inhalative Applikation bevorzugt werden, da sich die systemischen Nebenwirkungen damit vermindern lassen. Dies setzt entweder einen kooperativen Patienten voraus, der in der Lage ist, die Inhalationstechnik mittels Dosieraerosolapplikator zu erlernen, oder ist an das Vorhandensein von Vernebelungssystemen gekoppelt.

Bei ungenügender Inhalationstechnik gelangt zu wenig Substanz an den Ort der Wirkung, die kleinen Atemwege. Auch für intubierte Patienten werden Applikatoren für Aerosole über den Tubus angeboten, sie sind allerdings in der Praxis häufig nicht verfügbar. Man kann im Notfall die Anzahl der Hübe des Aerosols über den Tubus vervielfachen, in der Hoffnung, eine gewisse Menge werde sich in den Bronchiolen wiederfinden, muss aber damit eine unkalkuliert verabreichte Substanzmenge in Kauf nehmen. Die andere Alternative zu Dosieraerosolen ist die intravenöse Applikation.

β_2-Sympathomimetika

β_2-Sympathomimetika senken den Tonus der glatten Bronchialmuskulatur, hemmen die Freisetzung von Mediatorsubstanzen aus den Mastzellen und steigern die mukoziliäre Klärfunktion. Zur Akuttherapie ist Epinephrin (Infektokrupp inhal) im Handel. Substanzen mit 4–6 h Wirkdauer sind Fenoterol (Berotec), Salbutamol (Sultanol), Terbutalin (Bricanyl, Aerodur), Clenbuterol (Spiropent), Reproterol (Bronchospasmin) oder Pirboterol (Zeisin). Länger (8–12 h) wirken Formoterol (Foradil) und Salmeterol (Serevent, Aeromax), sind aber im akuten Anfall weniger sinnvoll einzusetzen.

Die Inhalation muss vom Patienten erlernt werden, ggf. können Spacer als Applikationshilfe verwendet werden. Die Gabe in den Tubus ist von zumindest zweifelhafter Wirksamkeit. Als Nebenwirkungen treten Tachykardie, Herzrhythmusstörungen (HRST), Blutdrucksteigerung, Tremor, Unruhe und Schlafstörungen auf.

Praxistipp

Auch eine Ampulle Suprarenin in das Anfeuchtungswasser der Sauerstoffinhalationsmasken tut gute Wirkung bei Bronchospastik.

Methylxanthine (Theophyllin)

Methylxanthine entfalten ihre Wirkungen über verschiedene Mechanismen:

- Hemmung adenosinerger Rezeptoren (Gehirn, Herz)
- Hemmung der für den cAMP-Abbau verantwortlichen Phosphodiesterase
- Wirkung auf Ca-Ströme (Muskulatur)

Über diese Mechanismen kommt es zur Bronchospasmolyse, Mastzellprotektion und zentralen Atemstimulation. Bei mäßiggradiger Obstruktion wirkt Theophyllin weniger bronchodilatatorisch als β-Sympathomimetika, bei schwerer Obstruktion addiert sich die Wirkung.

Theophyllin hat eine relativ geringe therapeutische Breite. Oberhalb von 25 mg/l Plasmakonzentration besteht die Gefahr von Herzrhythmusstörungen und Krampfanfällen. Da die Plasmahalbwertszeit von Theophyllin (Bronchoparat) individuelle Unterschiede zeigt (teilweise erheblich höhere Dosierung bei Rauchern notwendig) und durch viele Medikamente zusätzlich beeinflusst werden kann, sollten regelmäßige Plasmaspiegelbestimmungen die Therapie begleiten. Die Nebenwirkungen einer Theophyllin-Medikation können in Unruhe, Schlafstörungen, Tremor, Hyperventilation, Übelkeit, Sodbrennen, Erbrechen, Durchfall, Tachykardie und Herzrhythmusstörungen bestehen.

Dosierung: 5 mg/kg, danach 0,4 µg/kg/h, bzw. 400–800 mg/d in 2 Dosen.

Wegen der relativ geringen Wirksamkeit und der geringen therapeutischen Breite wird Theophyllin nur als Reservemittel eingesetzt.

Parasympatholytika

Parasympatholytika haben eine deutlich schwächere Wirkung als Sympathomimetika, können aber beim kombinierten Einsatz die Dosis des Sympathomimetikums verringern helfen und reduzieren die Sputummenge ohne Wirkung auf die Viskosität. Im Handel sind z. B. Ipratropiumbromid (Atrovent, in Kombination mit Fenoterol in Berodual), Oxitropiumbromid (Ventilat) und neuerdings Tiotropium (Spiriva). Sie werden wegen enteral schlechter Resorbierbarkeit als Dosieraerosol verabreicht.

Mediatorhemmer

Mediatorhemmer, wie z. B. Cromoglicinsäure (Intal, Dosieraerosol), Nedocromil (Tilade, DA) oder Ketotifen (Zaditen, oral), verhindern die Mediatorfreisetzung aus den Mastzellen.

Leukotrienrezeptorantagonisten

Sie wirken prophylaktisch bei allergischem Asthma, Anstrengungs- oder Analgetikaasthma. Sie werden gerne bei Kindern eingesetzt, einziger zugelassener Wirkstoff ist Montelukast.

Glukokortikoide

Glukokortikoide sind die am stärksten antiinflammatorisch wirksamen Medikamente. Sie sollten zur Minderung der systemischen Nebenwirkungen (Myopathie, ulzerogene Wirkung, Verschlechterung eines Diabetes mellitus) möglichst nur inhalativ eingesetzt werden. Selbst bei parenteraler Gabe tritt eine Besserung der Lungenfunktion erst nach einer Latenzphase von mind. 15 min ein. Kortikoide stellen im Status asthmaticus die schlechte Empfindlichkeit der β-Rezeptoren wieder her.

Häufig eingesetzte Substanzen sind: Budesonid (Pulmicort), Beclometason (Sanasthmax), Flunisolid (Inhacort), Dexamethason (Auxilloson) und Fluticason (Flutide). Bei inhalativer Anwendung mit Tagesdosen < 1 mg sind systemische Nebenwirkungen nicht zu erwarten. Inhalative Glukokortikoide eignen sich nicht zur Akutintervention, sondern stellen eine längerfristige Basistherapie dar. Sollte am Applikationszeitpunkt beim Patienten eine Spastik vorliegen, empfiehlt sich zuerst die Gabe eines Betamimetikums und nach Einsetzen der Broncholyse des Kortikoids.

Phosphodiesterase-IV-Hemmer

Roflumilast (Daxas) senkt die Exazerbationsfrequenz bei schwerer COLD (S. 470) durch seine antiinflammatorische Wirkung.

Antitussiva

Neben vielen pflanzlichen Substanzen kommen hauptsächlich Kodein und seine Derivate zum Einsatz. Sie sind v. a. zur Erleichterung von chronischem Reizhusten oder nächtlichen Hustenattacken bei Erkältung einzusetzen. Kontraindiziert ist die Anwendung bei produktivem Husten, da hierdurch der Schleimretention und Atelektasenbildung Vorschub geleistet wird.

Expektoranzien

▶ **Sekretolytika.** Sie sollen die Sekretion eines dünnflüssigen und leicht abhustbaren Sekretes bewirken. Basis der Therapie stellt eine reichliche Flüssigkeitszufuhr dar (2–4 l/d). Häufig verwendete Substanzen sind Ambroxol (Mucosolvan) oder Carbocistein (Mucopront).

▶ **Mukolytika.** Diese senken die Viskosität bereits sezernierten Schleimes durch reduktive Spaltung von Disulfidbrücken, unterstützt von Luftbefeuchtung und reichlicher Flüssigkeitszufuhr. Verfügbare Substanz ist Acetylcystein (Fluimucil).

Ketamin

Versagen die üblich eingesetzten Pharmaka, kommt das Ketamin (Ketanest) mit seiner bronchodilatatorischen Wirkung in Betracht (20 µg/kg/min). Um halluzinatorische Zustände zu vermeiden, die den Patienten sehr quälen können, obwohl ihm äußerlich nichts anzumerken ist, sollte Ketamin mit Benzodiazepinen o. ä. kombiniert werden.

Inhalationsanästhetika

Die während der Narkose eingesetzten Inhalationsanästhetika wie z. B. Isofluran (Forene) oder Sevofluran (Sevorane) haben eine ausgeprägte bronchodilatatorische Wirkung. In den meisten Fällen können sie aber leider auf der Intensivstation wegen fehlender Absaugvorrichtungen nicht eingesetzt werden – außer, das Dosiersystem AnaConDa ist vorhanden.

Pleurapunktion oder -drainage

Respiratorisch beeinträchtigende Mengen an Luft oder Flüssigkeit im Pleuralraum können durch Punktion (nur Flüssigkeit) oder durch die Anlage einer Drainage entfernt werden. Eine weitere Indikation zur Punktion ist die Diagnostik unklarer Pleuraergüsse. Mittels Drainage können Spülungen durchgeführt werden. Nach Bestimmung von Gerinnungsparametern, Aufklärung des Patienten, körperlicher Untersuchung und Sonografie wird die Punktionsstelle bestimmt. Nach Hautdesinfektion und Thoraxwandanästhesie erfolgt die Punktion unter Aspiration. Postinterventionell (6–24 h später bei unauffälligem Patienten) ist eine Röntgenkontrolle sinnvoll. Komplikationen sind primär Pneumo- oder Hämatothorax, sehr selten eine Verletzung von Leber oder Milz.

Der Zugangsort und der Durchmesser einer Drainage richten sich nach der Indikation: Luft oder dünnflüssige Ergüsse bedürfen dünnlumigerer Drainagen als Blut. Luft wird am höchsten Punkt (2. Interkostalraum Medioclavicularlinie) eher drainiert, Flüssigkeit am tiefsten (5.–7. ICR mittlere Axillarlinie). Alternativ kann die Drainage unter Ultraschall- oder Röntgenkontrolle gelegt werden. Schließlich wird ein Reservoir mit oder ohne Sog angeschlossen.

21.2 Erkrankungen des unteren Atemsystems

21.2.1 Respiratorische Insuffizienz

Man unterscheidet 2 Formen:

- Partialinsuffizienz mit einer Verminderung des p_aO_2
- Globalinsuffizienz mit zusätzlicher Kohlendioxid-Retention

Definition

Eine Partialinsuffizienz ist eine Oxygenierungsstörung, die auf einem Problem des Gasaustausches beruht, während eine Globalinsuffizienz auch eine Störung der Ventilation anzeigt. Im Allgemeinen entwickelt sich zunächst eine Partialinsuffizienz. Solange die Ventilation gesteigert werden kann, bleibt der pCO_2 normal oder sinkt ab. Erst bei Ermüdung der Atemmuskulatur stellt sich eine Globalinsuffizienz ein.

Symptome

Klinisch imponieren Tachypnoe, Abnahme des VT, Einsatz der Atemhilfsmuskulatur, Schaukelatmung, Dyspnoe, Zyanose, Bewusstseinsstörungen, Verwirrtheit, motorische Unruhe, Schwitzen und Herzrhythmusstörungen.

Ursachen

Als Ursachen für eine respiratorische Insuffizienz kommen in Frage:
- alveoläre Hypoventilation
- Diffusionsstörungen
- Verteilungsstörungen (Ventilations-Perfusionsstörungen)

Der Gasaustausch wird durch ARDS, Lungenödem, Pneumonie, Atelektase oder allgemein durch alle Diffusions- oder Verteilungsstörungen beeinträchtigt. Ventilationsstörungen (S. 161) haben ihre Ursachen im Versagen der Atemmuskulatur aufgrund der für die vorhandene Muskelkraft zu hohen Atemarbeit.

Häufig liegen allerdings Kombinationen dieser Störungen vor, z. B. auch bei der postoperativen respiratorischen Insuffizienz: Durch Überhang von Narkosemitteln und Muskelrelaxanzien, schmerzbedingter Schonatmung oder schmerzmittelbedingter Vigilanzminderung mit herabgesetzter Hustenaktivität oder Atelektasen aufgrund Lagerung oder erhöhten intraabdominellen Druckes sinken die statischen Lungenvolumina (Vitalkapazität, funktionelle Residualkapazität und inspiratorisches Reservevolumen). Die Absenkung der funktionellen Residualkapazität unter die Verschlusskapazität führt zum Verschluss der kleinen Atemwege, zur Vergrößerung des Rechts-Links-Shuntes und damit zur Verschlechterung der Oxygenierung.

Merke

Besonders Patienten mit Oberbauch- und Thoraxeingriffen sowie solche mit bereits bestehenden pulmonalen Erkrankungen sind für postoperative respiratorische Komplikationen prädestiniert.

Therapie

Die Therapie umfasst
- die Oberkörperhochlagerung,
- die Sauerstoffzufuhr über Nasensonde oder Maske und
- die Behandlung der zugrundeliegenden Ursache.

Eine maschinelle Atemhilfe sollte bei einer Atemfrequenz > 35/min, einem p_aO_2 < 50 mmHg (F_iO_2 = 0,21) oder einem p_aCO_2 > 60 mmHg in Betracht gezogen werden; ihr Einsatz hängt aber auch von den Ausgangswerten des Patienten, dem Krankheitsverlauf und dem klinischen Befund ab.

21.2.2 Akutes Lungenversagen

Definition

ARDS (adult bzw. acute respiratory distress syndrome) ist eine typische, entzündliche Reaktion der Lunge auf pulmonale und nicht pulmonale Auslösemechanismen.

Eine europäisch-amerikanische Konsensuskonferenz legte 1994 Kriterien fest, die 2012 modifiziert und als Berlin-Definition festgeschrieben wurden:
- akutes Auftreten der Erkrankung (innerhalb 1 Woche),
  - mildes ARDS: 200 mmHg < p_aO_2/F_iO_2 < 300 mmHg mit PEEP > 5 cmH_2O,
  - moderates ARDS: 100 mmHg < p_aO_2/F_iO_2 < 200 mmHg mit PEEP > 5 cmH_2O,
  - schweres ARDS: p_aO_2/F_iO_2 < 100 mmHg mit PEEP > 5 cmH_2O,
- bilaterale Infiltrate im Röntgenbild des Thorax,
- respiratorisches Versagen nicht über Herzversagen oder Volumenüberschuss erklärbar.

Häufigkeit

Es treten ca. 5–8 Fälle pro 100 000 Einwohner und Jahr auf.

Ursachen

Ursachen für ein akutes Lungenversagen können Sepsis, Immunsuppression, Pneumonie, Lungenkontusion, toxische Gase, Schock, Trauma, Intoxikation, DIG (disseminierte intravasale Gerinnung), Pankreatitis, Aspiration, Verbrennung und extrakorporale Zirkulation, Massivtransfusion und Fruchtwasserembolie sein.

Pathophysiologie

Da die Lunge einen Filter für alle Mediatorsubstanzen darstellt, ist sie häufig bei Allgemeinerkrankungen mit betroffen. Die Aktivierung von Komplement-, Gerinnungs-, Fibrinolyse- und Immunsystem führt zur Freisetzung von Proteasen, Prostaglandin, Thromboxanen, Leukotrienen und Zytokinen, die wiederum alle interagieren, sodass die Kaskade schwer zu beeinflussen ist. Das ARDS verläuft in 2 Phasen:
- exsudative Phase
- proliferative Phase

► **Exsudative Phase.** Eine Endothelschädigung führt zum Kapillarleck mit interstitiellem Ödem, das extravaskuläre Lungenwasser kann dabei > 15 ml/kg betragen. Der Übergang in ein alveolares Ödem vergrößert den Rechts-Links-Shunt und führt zu Hypoxie.

► **Proliferative Phase.** Diese ist gekennzeichnet durch die Bildung hyaliner Membranen mit Fibrosierung. Die Abnahme der Compliance lässt die Beatmungsdrücke ansteigen, dabei existieren relativ normale und somit leicht überblähbare Alveolen neben stark veränderten, nur unter hohem Druck zu beatmenden Abschnitten. Die Erhöhung des funktionellen Totraumes bedingt eine Hyperkapnie, während die Vergrößerung des Rechts-Links-Shunts die Oxygenierung beeinträchtigt.

Die meisten Fälle entwickeln sich innerhalb von 24 h nach dem auslösenden Ereignis.

Symptome

Die Patienten klagen über Dyspnoe, sind tachypnoeisch und zyanotisch.

Diagnostik

Diagnostische Maßnahmen sind:
- Blutgasanalyse: arterielle Hypoxämie,
- Lungenfunktionsuntersuchung: verminderte Compliance und eine erniedrigte funktionelle Residualkapazität,
- Röntgenbild Thorax: beidseitige diffuse Verschattungen, im Extremfall als „weiße Lunge“ imponierend (▶ Abb. 21.1). Im Thorax-CT sind insbesondere in basalen Abschnitten Atelektasen zu sehen, während die apikalen Anteile weitgehend normal belüftet sind.

Komplikationen

Die Letalität hängt vom Schweregrad ab und beträgt zwischen 10–80 %. Eine günstige Prognose haben junge Patienten nach Polytrauma, eine weniger günstige ältere Menschen mit Sepsis oder Multiorganversagen. Insgesamt konnte die Letalität in den letzten Jahren v. a. durch den Einsatz moderner Beatmungsverfahren gesenkt werden.

Therapie

Oberste Priorität hat die Behandlung der Ursache.

► **Lungenschonende Beatmung.** Therapeutisches Ziel ist die Eröffnung und das Offenhalten von Alveolen (Recruitment), wobei auf die Gefahr der Überblähung gesunder Lungenbezirke (Barotrauma, Volutrauma) geachtet werden muss. Die Beatmung erfolgt mit PEEP als druckkontrollierte Variante mit kleinen Tidalvolumina, ggf. seitengetrennt. Druck- und Volumenlimitierung erfordern teilweise eine per-

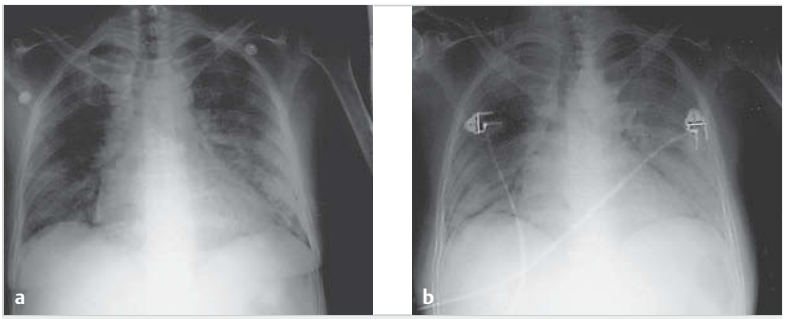


Abb. 21.1 ARDS. (Reiser et al. 2004)
a Zu Beginn unscharfe Streifen- und Fleckschatten.
b Wenige Stunden später zeigt sich eine deutliche Eintrübung der gesamten Lunge (Bild der sog. „weißen Lunge").

missive Hyperkapnie, Spontanatmung hat günstige Auswirkungen. Siehe hierzu auch Kap. „Maschinelle Beatmung" (S. 207).

► **Flüssigkeitsmanagement.** Dehydratation soll das Ödem vermindern, ist aber wegen der Permeabilitätsstörung schwer zu erreichen, ggf. ist ein Einsatz der Hämofiltration erforderlich. Insgesamt muss ein Gleichgewicht zwischen Flüssigkeitsrestriktion zugunsten der Oxygenierung und Volumengabe zur Verbesserung der Organperfusion und Senkung des Vasopressorbedarfes gefunden werden.

► **Lagerungsmaßnahmen.** Ca. 50 % der Patienten profitieren von einer intermittierenden Bauchlage, durch die Sekret mobilisiert und dorsale Lungenbezirke eröffnet werden.

► **ECMO.** Letztendlich kann der Einsatz einer ECMO (extrakorporale Membranoxygenierung) erwogen werden. Hierbei wird das Patientenblut über Membranoxygenatoren geleitet und simultan erfolgt eine konventionelle Beatmung mit reduziertem Spitzendruck. Der Therapieeffekt des Verfahrens ist nicht evidenzbasiert, die Kosten sind hoch. Als Komplikationen können Thrombozytopenie, Blutungen, disseminierte intravasale Gerinnung, Hämolyse, Anämie und Infektionen auftreten. Bei der extrakorporalen Kohlendioxid-Reduktion (EC-CO_2 R) konnte keine Letalitätsverbesserung bewiesen werden. Inzwischen werden auch pumpenlose Varianten (PECLA: pumpless extracorporeal lung assist) eingesetzt.

► **IVOX.** Eine weitere Alternative ist IVOX, der intravaskuläre Oxygenator, der chirurgisch in die V. cava implantiert wird. Von außen wird nun Sauerstoff über die Hohlfasern geleitet. Nachteile sind eine geringe Sauerstofftransferrate (25–33 %) und die auch bei den anderen extrakorporalen Verfahren notwendige Vollheparinisierung.

► **NO- oder Prostanoid-Inhalation.** Inhalatives NO wird eingesetzt, um die durch die extreme hypoxische pulmonale Vasokonstiktion beeinträchtigte Durchblutung zu verbessern. Die Atemluft wird mit NO in einer Konzentration von 5–15 ppm angereichert (neueren Studien zufolge sind auch Dosierungen zwischen 0,1 und 5 ppm ausreichend). NO hat eine gefäßerweiternde Wirkung, die sich entsprechend nur dort bemerkbar macht, wo die Alveolen auch belüftet sind und das Gas sie erreicht. Dies führt zu einer Umverteilung der Durchblutung zugunsten belüfteter Alveolen und zu einer Verbesserung der Oxygenierung. Unterstützt werden kann dieser Effekt durch den Einsatz von intravenösem Almitrin oder Phenylephrin, beides Stimulatoren der hypoxisch pulmonalen Vasokonstriktion (in Deutschland nicht im Handel). Die kurze Halbwertszeit von NO minimiert systemische Nebenwirkungen. Eine Senkung des pulmonalarteriellen Druckes bei pulmonaler Hypertonie macht eine etwas höhere Konzentration notwendig.

Nachteile dieses Verfahrens sind die Notwendigkeit der Anschaffung von Zusatzgeräten und eine Methämoglobinbildung. Das Verhältnis Responder zu Non-Responder beträgt nur 3 : 2, eine Letalitätsverbesserung beim ARDS konnte bisher nicht nachgewiesen werden und die Möglichkeit einer immunsuppressiven und sepsisfördernden Wirkung steht noch im Raum, sodass sich dieses Verfahren zurzeit hauptsächlich zur Verwendung innerhalb klinischer Studien eignet. Inhalative Prostanoide arbeiten nach dem gleichen Prinzip, scheinen aber den pulmonalarteriellen Druck noch stärker zu senken und eine gewisse positiv inotrope Komponente aufzuweisen, was sie besonders bei pulmonaler Hypertonie interessant macht.

Neue Therapieansätze

Neuere Therapieansätze sind:
- Surfactantinstillation
- Flüssigkeitsbeatmung

► **Surfactantinstillation.** Beim IRDS (infant respiratory distress syndrome) gehört exogenes Surfactant zur Standardtherapie mit nachgewiesener Letalitätssenkung. Angestrebt ist eine Erleichterung des Recruitments durch Reduktion der Oberflächenspannung. Die Applikationsform, -dauer und -dosis sind Gegenstand vieler Studien. Der hohe Preis beschränkt diese Therapievariante bei bisher im ARDS nicht sicherer Wirksamkeit auf den Einsatz im Rahmen von Studien.

► **Flüssigkeitsbeatmung.** Bei der Flüssigkeitsbeatmung unterscheidet man zwischen TLV (total liquid ventilation), wobei die gesamte Lunge mit Perfluorocarbon gefüllt und mit einem speziellen Liquidventilator beatmet wird, und PLV (partial liquid ventilation), wobei die Lunge bis zur Größe der funktionellen Residualkapazität mit Perfluorocarbon befüllt und konventionell beatmet wird.

Perfluorocarbon ist eine Flüssigkeit mit hoher physikalischer Löslichkeitskapazität für Sauerstoff (53 ml O_2/100 ml) und surfactantartiger Wirkung, die nicht metabolisiert wird. Von Nachteil ist ihre Röntgendichtigkeit, die eine radiologische Verlaufskontrolle verhindert (► Abb. 21.2).

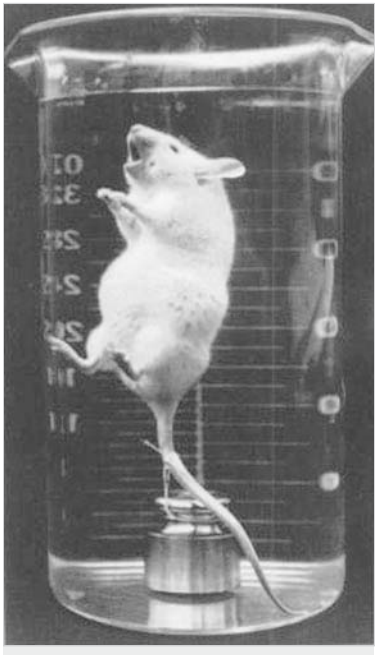


Abb. 21.2 Maus in Perfluorocarbon. (aus Nucci u. Abuchowski 1998)

21.2.3 Chronisch obstruktive Lungenerkrankung (COLD)

Definition

Unter COLD (chronic obstructive lung disease) werden die chronische Bronchitis und das obstruktive Lungenemphysem zusammengefasst.

Chronische Bronchitis

Definition

Eine chronische Bronchitis liegt vor, wenn bei einem Patienten in 2 aufeinanderfolgenden Jahren während mind. 3 Monaten pro Jahr Husten und Auswurf vorliegen.

Häufigkeit

Betroffen sind ca. 15 % aller erwachsenen Männer, Frauen erkranken bisher seltener (berufliche Exposition [Bergbau] fehlt häufig). Allerdings ist mit steigendem Nikotinkonsum der Frauen in den letzten Jahrzehnten auch bei ihnen ein Anstieg zu erwarten.

Ursachen

Hauptursachen sind Nikotinabusus und Feinstaubinhalation (Silikose), besonders in Kombination. Neben einer chronischen Sinusitis mit bronchopulmonalen Infekten kommen ansonsten noch Erbdefekte wie Antikörpermangelsyndrom, α1-Proteaseninhibitormangel, C 1-Esterasemangel oder ziliäre Dyskinesie in Frage.

Pathophysiologie

Einer anfänglichen Lähmung und späterer Zerstörung des Flimmerepithels, verbunden mit vermehrter Schleimsekretion, folgt eine Atrophie der Bronchialschleimhaut mit Erschlaffung der Bronchialwand und vermehrtem Bronchialkollaps bei forcierter Exspiration. Dementsprechend folgt einer zunächst nicht obstruktiven die obstruktive Bronchitis. Die inhomogene Belüftung führt zu vermehrter Shuntdurchblutung mit Hypoxie.

Symptome

Die Patienten berichten über Husten, Auswurf, Dyspnoe unterschiedlichen Ausmaßes mit Einschränkung der Belastbarkeit und leiden häufiger an Bronchopneumonien.

Diagnostik

Bei der Auskultation lassen sich exspiratorisch Giemen und Brummen feststellen. Die Lungenfunktionsuntersuchung zeigt eine Obstruktion mit Erhöhung des Residualvolumens. Besonders anfänglich ist eine deutliche Besserung der Obstruktion nach β_2-Sympathomimetika-Inhalation zu beobachten (positiver Bronchospasmolysetest). In der Blutgasanalyse imponiert anfänglich eine Partialinsuffizienz, später erfolgt der Übergang in die Globalinsuffizienz. Im Röntgenbild des Thorax fällt eine Überblähung der Lunge auf, in späteren Stadien ergänzt um die Zeichen der Rechtsherzinsuffizienz wie prominente Pulmonalarterien und Rechtsherzvergrößerung.

Schweregrade

Die COLD wird nach GOLD in 4 Grade eingeteilt, zu deren Ermittlung die FEV_1, die Symptomatik und die Anzahl der Exazerbationen herangezogen werden.

Komplikationen

Eine langjährige chronische Bronchitis führt zur Lungenüberblähung (Emphysem). Die ständige Hypoxie hält die hypoxische pulmonale Vasokonstriktion aktiv, welche in einer Rechtsherzbelastung resultiert und schließlich ins Cor pulmonale mündet. Ist einmal eine Rechtsherzinsuffizienz aufgetreten, beträgt die mittlere Lebenserwartung nur noch 3–4 Jahre. Klinisch lässt sich über den BODE-Score eine Überlebenswahrscheinlichkeit abschätzen.

Therapie

Oberste Priorität hat die Ausschaltung aller in Frage kommender Noxen. Bei Infektexazerbation sollte eine frühzeitige und konsequente antibiotische Therapie erfolgen. Die medikamentöse Therapie richtet sich nach dem Stufenschema der Atemwegsliga:

- bei Bedarf Inhalation von β_2-Sympathomimetika oder Parasympathikolytika,
- zusätzlich ein Theophyllin-Retardpräparat,
- zusätzlich ein Versuch mit oralen Kortikoiden, bei Besserung Übergang auf ein inhalatives Kortikosteroid.

Während Betablocker bei Asthmatikern kontraindiziert sind, werden sie von COPD-Patienten meistens gut vertragen.

Lungenemphysen

Definition

Beim Lungenemphysem handelt es sich um eine irreversible Erweiterung der distalen Lungenanteile durch Destruktion ihrer Wand.

Ursache

Ursachen sind normale Altersatrophie, chronische Bronchitis, langjähriges Asthma bronchiale oder ein Alpha-1-Antitrypsinmangel. Letzterer entsteht entweder aufgrund eines Gendefektes oder durch die Noxen des Zigarettenrauches.

Als Mechanismus wird ein Ungleichgewicht zwischen Proteasen und Antiproteasen vermutet: Während sich diese Gegenspieler normalerweise die Waage halten, kommt es bei Proteasenüberschuss (Infekte, chronische Bronchitis) oder Proteaseninhibitormangel (angeboren, Nikotinabusus) zur Destruktion der Wandstrukturen. Der exspiratorische Kollaps der Bronchiolen verhindert die vollständige Entlüftung der Alveolen (Air-Trapping) und vergrößert so den funktionellen Totraumanteil der Lunge. Einer respiratorischen Partialinsuffizienz folgen schließlich die Globalinsuffizienz, eine Kapillarrarefizierung und ein Cor pulmonale.

Symptome

Klinische Zeichen eines Lungenemphysems sind entweder

- „Pink-Puffer“ mit eher kachektischem Erscheinungsbild und Dyspnoe, ohne Zyanose und mit einer Partialinsuffizienz in der Blutgasanalyse oder
- „Blue-Bloater“ mit Übergewicht, Zyanose, Globalinsuffizienz und Tendenz zur Entwicklung eines Cor pulmonale (▶ Abb. 21.3).

Diagnostik

Ein Lungenemphysem kann diagnostiziert werden durch:

- fassförmiger Thorax und leises Atemgeräusch,
- Röntgenbild des Thorax: vermehrte Strahlentransparenz, vergrößerter Thoraxdurchmesser und Gefäßrarefizierung,
- CT: gibt Auskunft über die genaue Lage von Bullae,
- Lungenfunktionsuntersuchung: zeigt Abnahme der Vitalkapazität zugunsten des Residualvolumens bei insgesamt vergrößerter totaler Lungenkapazität, Einsekundenkapazität bei Vorliegen einer Obstruktion relativ vermindert.

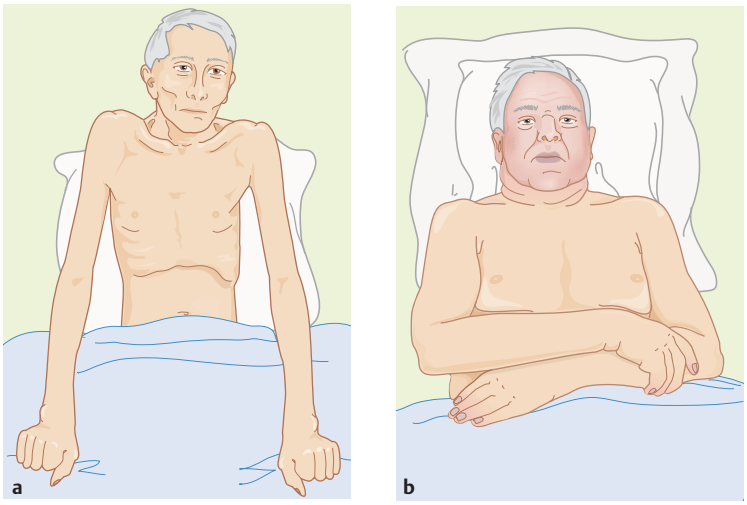


Abb. 21.3 Typen des Emphysematikers. (Füeßl u. Middecke 2002)
a Pink Puffer.
b Blue Bloater.

Therapie

Komplikationen und Therapie sind identisch mit denen der chronischen Bronchitis. Durch Erlernen der „Lippenbremse" kann der Emphysematiker den Kollaps der kleinen Atemwege verhindern. Hypoxie ist grundsätzlich die Indikation zur Sauerstoffgabe. Da insbesondere beim „Blue-Bloater" der Atemantrieb auch über Hypoxie gesteuert wird, muss dabei eine Kontrolle der Blutgasanalyse zur rechtzeitigen Aufdeckung einer Verschlechterung der Hyperkapnie erfolgen.

Merke

Niemals sollte wegen der Gefahr der Hyperkapnie einem hypoxischen Patienten der Sauerstoff verwehrt werden!

Chronische Hypoxie kann durch Sauerstofflangzeittherapie gebessert werden, welche die Überlebenszeit der Patienten verlängert. Sie ist indiziert, wenn dauerhaft der pO_2 unter 55 mmHg liegt oder Komplikationen wie Polyglobulie oder Cor pulmonale vorliegen. Einer Kohlendioxid-Retention kann ggf. durch intermittierende, nicht invasive Heimbeatmung (S. 457) vorgebeugt werden.

21.2.4 Asthma bronchiale

Definition

Asthma bezeichnet eine reversible Atemwegsobstruktion mit dem Leitsymptom der anfallsweisen Atemnot.

Man unterscheidet das allergische (extrinsic) vom nicht allergischen (intrinsic) Asthma, dem ein hyperreagibles Bronchialsystem zugrunde liegt mit einer Entzündungsreaktion der Bronchialschleimhaut unter Aktivierung der gleichen Mediatorsysteme wie beim allergischen Typ. Auslöser eines Asthmaanfalles können Allergene, inhalative Reizstoffe, Anstrengung, kalte Luft, respiratorische Infekte oder Medikamente sein.

Merke

Etwa 10 % der Patienten mit nicht allergischem Asthma bronchiale zeigen eine Intoleranz gegenüber nicht steroidalen Antiphlogistika.

Pathophysiologie

Die IgE-vermittelte allergische Sofortreaktion vom Typ I führt mit Freisetzung von Mediatorstoffen (Histamin, Bradykinin, Leukotriene) über 3 Mechanismen zur Obstruktion der kleinen Luftwege:

- entzündlich ödematöse Schwellung der Schleimhaut
- Einengung des Bronchiallumens durch zähen Schleim
- erhöhter Tonus der glatten Muskulatur (Bronchospasmus)

Die Bronchialschleimhaut verfügt über 4 Arten von Rezeptoren:

- α-Rezeptoren
- β-Rezeptoren
- Histaminrezeptoren
- cholinerge Rezeptoren

Nur eine Stimulation der β-Rezeptoren kann zu einer Bronchodilatation führen, die übrigen Rezeptoren vermitteln die Bronchokonstriktion. Da ein vermehrter Einsatz der Exspirationsmuskulatur zur Überwindung der Bronchialobstruktion nur zu einem Kollaps der kleinen Atemwege führt, wird stattdessen mithilfe der Inspirationsmuskulatur die Inspiration beschleunigt, um mehr Zeit für die Exspiration zu lassen. Siehe hierzu auch Kap. „Ventilation" (S. 157) bzw. „Equal Pressure Point" (S. 160).

► **Dynamische Lungenüberblähung.** Durch die erschwerte und folglich unvollständige Exspiration verschiebt sich die Atemmittellage inspirationswärts, wodurch das Atemwegsvolumen ansteigt und der Atemwegswiderstand sinkt. Dieses zusätzliche Volumen wird „Volumen pulmonum auctum" genannt, der Mechanismus „dynamische Lungenüberblähung". Das Ergebnis ist ein positiver endexspiratorischer Druck (intrinsischer PEEP), der bei jeder Inspiration erst überwunden werden muss, um einen Gasfluss zu erzeugen, was die Atemarbeit erhöht. Die obstruierten Bronchien führen zum vermehrten Auftreten langsamer Kompartimente mit verminderter Ventilation und so zu Verteilungsstörungen.

Symptome

Klinische Zeichen des Asthmas bronchiale sind

- Dyspnoe mit verlängertem Exspirium, Einsatz der Atemhilfsmuskulatur, Tachykardie, evtl. Pulsus paradoxus (inspiratorischer Blutdruckabfall),
- auskultatorisch exspiratorischer Stridor mit Giemen und Brummen (bei Patienten mit Emphysem oder hochgradiger Überblähung im akuten Asthmaanfall ist manchmal allerdings kaum ein Auskultationsgeräusch wahrzunehmen [silent lung]),
- Husten, zäher, klarer Scheim,
- Einziehungen des Abdomens, phasenweise rein thorakale oder abdominelle Atmung (respiratorischer Alternans) und Bradypnoe zeigen den Beginn der Erschöpfung an.

Die Dekompensation mit Apnoe und folgendem Kreislaufstillstand kann dann sehr schnell erfolgen, deswegen sollte Intubationsbereitschaft vorhanden sein.

Lernaufgabe

Versuchen Sie bei einem Patienten mit COLD oder Asthma und invasiver Blutdruckmessung den Pulsus paradoxus zu erkennen! Differentialdiagnose: Volumenmangel.

Diagnostik

Diagnostische Maßnahmen sind:
- Lungenfunktionsprüfung: Einsekundenkapaziät und Peak-Flow sind vermindert (schwerer Anfall: $FEV_1 < 50\,\%$ des Sollwertes, Peak-Flow < 200 l/min),
- bei Überblähung Erhöhung des Residualvolumens („trapped air") und Verschiebung der Atemmittellage in Richtung Inspiration,
- Röntgenbild: strahlentransparente (dunkle) Lungen mit tief stehenden Zwerchfellen,
- Blutgasanalyse: Hypoxämie in Verbindung mit Hyperventilation als Versuch, die Sauerstoffversorgung zu verbessern,
- Allergiediagnostik, Provokationstests, Immunologie.

Im Verlauf eines schweren Asthmaanfalles oder Status asthmaticus wechselt die initiale Hyperventilation mit Partial- zur Globalinsuffizienz mit kombinierter respiratorischer und metabolischer Azidose.

Asthma wurde bisher anhand von Symptomen und Lungenfunktionsparametern in 4 Schweregrade eingeteilt. Seit 2012 nutzt man zunehmend die GINA-Kriterien (Global Initiative for Asthma), die den Therapieerfolg miteinbeziehen und trennt in kontrolliertes, teilweise kontrolliertes und unkontrolliertes Asthma.

Differentialdiagnostisch müssen in der Intensivmedizin berücksichtigt werden:
- Lungenembolie (Atemnot, aber weniger exspiratorischer Stridor)
- Spannungspneumothorax (seitendifferente Auskultation, Röntgenbild!)
- Asthma cardiale

► **Asthma cardiale.** Dieses bezeichnet ein drohendes Lungenödem bei Patienten mit Linksherzinsuffizienz, welches klinisch (Atemnot, Auskultationsbefund) häufig kaum vom Asthma bronchiale unterschieden werden kann (differentialdiagnostisch Röntgenbild ansehen). Die Möglichkeit eines Asthmas cardiale sollte insb. bei älteren Patienten ohne jegliche pulmonale Anamnese erwogen werden.

Komplikationen

Je nach Schwere der Erkrankung und auslösender Ursache können Anzahl und Ausmaß der Asthmaanfälle zunehmen. Im schlimmsten Fall hält ein Anfall so lange an, das vom Status asthmaticus gesprochen wird. Ohne adäquate Therapie kann ein Patient an Hypoxie und dem folgenden Kreislaufstillstand versterben. Chronische Spätfolgen eines langjährigen Asthmas bronchiale sind chronische Bronchitis und Lungenemphysem.

Therapie

Die medikamentöse Therapie erfolgt in 3 Stufen nach den Empfehlungen der Deutschen Atemwegsliga:
- Inhalation topischer Steroide, alternativ Cromoglicinsäure, bedarfsweise ergänzt durch kurzwirksame β_2-Mimetika und/oder Ipatropiumbromid, bei Kindern eher Montelukast
- zusätzlich Theophyllin-Retardpräparate und langwirksame β_2-Mimetika (inhalativ oder oral)
- zusätzlich orale Glukokortikoide

Bei Infektasthma sollte eine Antibiotikatherapie erfolgen, bei verzögertem Ansprechen resistenzgerecht nach Antibiogramm. Die Infektsanierung fördert auch das Ansprechen der Rezeptoren auf Bronchodilatatoren.

Therapie des Status asthmaticus

Definition

Der Status asthmaticus ist ein asthmatischer Anfall mit primär hochgradiger oder im Verlauf ansteigender, schwerer Bronchialobstruktion, die nicht durch konservative Therapie zu beherrschen ist (American Thoracic Society).

Die Krankenhausmortalität beträgt bei beatmungspflichtigem Status asthmaticus zwischen 0 und 38 %. Therapeutische Prinzipien sind
- Überwachung von Herz-Kreislauf- und Lungenfunktion, Wasser- und Elektrolythaushalt,
- sitzende Lagerung,
- Sedierung (zunächst durch die beruhigende Anwesenheit von medizinischem Personal, medikamentös allenfalls niedrig dosiert wegen der Gefahr der Beeinträchtigung des Atemantriebes; nicht bei Kohlendioxid-Retention),
- Sauerstoffgabe unter Kontrolle der Blutgasanalyse (Vorsicht bei Steuerung des Atemantriebes über Hypoxie bei langjährigen Lungenkranken!),
- Medikamente (Glukokortikosteroide i. v., β-Sympathomimetika inhalativ unter Berücksichtigung der Vormedikation, Theophyllin i. v. unter Berücksichtigung evtl. Vormedikation, Sekretolytika und Flüssigkeitszufuhr, ggf. Ketamin, Inhalationsanästhetika),
- Infektionsbehandlung mit Antibiotika,
- ggf. Beatmung bei therapierefraktärer Hypoxie, Hyperkapnie mit Bewusstseinstrübung oder muskulärer Erschöpfung (wenn möglich zunächst nicht invasiv wegen der deutlich geringeren Komplikationsrate und Mortalität).

Prinzipien zur Narkose beim Asthmatiker

Bei der Narkose eines Asthmatikers sollte Folgendes berücksichtigt werden:
- Ausreichende Prämedikation zur Stressvermeidung und Anfallsauslösung verordnen.
- Dauermedikation muss am OP-Tag unbedingt weiter verabreicht werden.
- Intubation erfolgt nur in tiefer Narkose, um Bronchospasmus zu vermeiden.
- Tiefe Narkose, Extubation am günstigsten in Narkose durchzuführen.
- Ideal sind Regionalanästhesien.
- Barbiturate können einen Asthmaanfall auslösen, deswegen sollte man Etomidat, Propofol, Ketamin und Benzodiazepine bevorzugen.
- Muskelrelaxation: Vecuronium und Cisatracurium sind relativ ungefährlich. Rocuronium, Atracurium, Mivacurium und Succinylcholin sind prinzipielle Histaminliberatoren und können einen Asthmaanfall auslösen. Ihre Vermeidung sollte aber nicht soweit gehen, einem Asthmapatienten zur Ileuseinleitung das indizierte Succinylcholin vorzuenthalten. Eine Antagonisierung von Muskelrelaxanzien mit Parasympathomimetika (Prostigmin) sollte vermieden werden.
- Opioide: Nur Morphin wird eine mögliche Histaminfreisetzung nachgesagt.

21.2.5 Restriktive Lungenerkrankungen

Definition

Restriktive Lungenerkrankungen betreffen das Lungengerüst und führen zu einer Verminderung von Vitalkapazität und Compliance. Beispiele sind die akute interstitielle Pneumonie, die Sarkoidose, die exogen allergische Alveolitis und die Silikose.

Ursachen

Häufigste Ursachen sind die Inflammation (Pneumonitis) oder die Fibrosierung unterschiedlichster Ätiologie (Stäube, Infekte, Autoimmunerkrankungen, Medikamente).

Therapie

Es handelt sich meistens um chronische Erkrankungen, bei denen die Vermeidung der auslösenden Noxe im Vordergrund steht. Medikamentös kommen häufig Immunsuppressiva zum Einsatz.

21.2.6 Atelektasen

Definition

Eine Atelektase ist ein nicht belüfteter Lungenanteil, der durch die Resorption des enthaltenen Gases kollabiert.

Ursachen

Atelektasen treten oft bei immobilisierten Patienten, in Rückenlage oder postoperativ auf oder sind Symptom eines Tumors. Der Verschluss des Bronchus kann durch einen Tumor oder durch Schleim erfolgen; begünstigend wirkt ein Surfactantmangel.

Symptome

Je nach Größe der Atelektase fällt sie klinisch nicht auf oder sie verursacht eine unterschiedlich schwere Dyspnoe bis hin zur beatmungspflichtigen respiratorischen Insuffizienz.

Diagnostik

Im Röntgenbild des Thorax sieht man häufig eine segment- oder plattenförmige Verschattung (▶ Abb. 21.4). Die BGA zeigt einen pO_2-Abfall durch Shuntzunahme. Mittels Bronchoskopie kann Schleim abgesaugt oder eine Tumorbiopsie entnommen werden.

Therapie

Die frühzeitige Mobilisierung, eine ausreichende Analgesie, Atemtherapie, Befeuchtung der Atemgase, PEEP oder CPAP und eine gute Bronchialtoilette dienen sowohl der Prophylaxe als auch der Therapie. Ggf. können bei rezidivierenden Atelektasen Kortikoide zur Surfactantstimulation eingesetzt werden.

21.2.7 Lungenkontusion

Definition

Die Lungenkontusion bezeichnet eine Prellung oder Quetschung der Lunge.

Ursache und Symptome

Beim Thoraxtrauma kommt es in 30–60 % zur Lungenkontusion, wobei die intrapulmonale Blutung, das interstitielles Ödem und die Mediatorausschüttung zur Shuntzunahme führen. Die Patienten klagen über Dyspnoe und Schmerzen.

Diagnostik und Therapie

Im Röntgenbild des Thorax (CT) zeigt sich die vermehrte Flüssigkeitsansammlung. Der Schweregrad ist durch die Hypoxie in der Blutgasanalyse abschätzbar.

Komplikationen können respiratorische Insuffizienz, Sekundärinfektion und ARDS sein. Therapeutisch sind neben einer guten Analgesie atemtherapeutische Maßnahmen von großer Wichtigkeit.

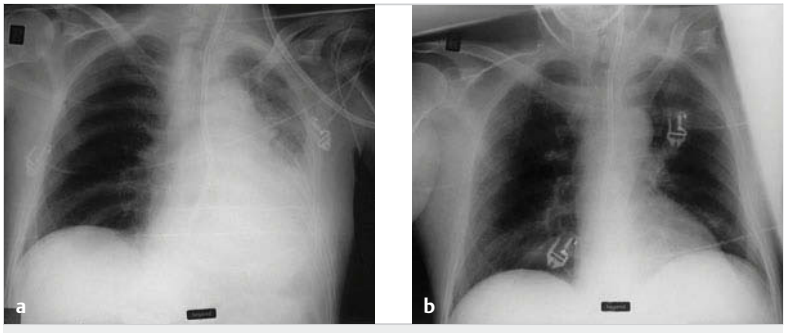


Abb. 21.4 Atelektase. (Scherer 2000)
a Unterlappenatelektase links mit Verlagerung des Mediastinums und Zwerchfellhochstand.
b Rückbildung der Atelektase nach bronchoskopischer Sekretentfernung.

21.2.8 Pneumonie

Definition

Die Pneumonie ist eine akute oder chronische Entzündung des Lungenparenchyms.

Ambulante Pneumonien (community-acquired pneumonia, CAP) stehen nosokomialen gegenüber. Eine primäre Pneumonie entsteht bei Patienten ohne kardiopulmonale Vorerkrankungen, eine sekundäre bei solchen mit diesen Erkrankungen. Die Inzidenz nosokomialer Pneumonien bei Langzeitbeatmung beträgt etwa 40 %. Bewusstseinsgetrübte Patienten sind gefährdet, eine Aspirationspneumonie zu erleiden.

Häufigkeit

In Deutschland erkranken jährlich bis zu 10 von 10 000 Menschen. Die Pneumonie ist in den Industrieländern die häufigste zum Tode führende Infektionskrankheit. Gerade bei Kindern, alten oder immunsupprimierten Patienten kann eine Pneumonie durchaus tödlich verlaufen.

Ursachen

Ursache ist eine Infektion durch Viren, Bakterien, Pilze oder Parasiten, evtl. begünstigt durch Strahlung, Reizgase, Fremdkörper, Lungenembolie, kardiale Stauung oder Beatmung. Risikofaktoren stellen chronische internistische oder neurologische Erkrankungen, Unterernährung, Alkohol- und Drogenabusus dar. Pathologisch differenziert man Lobärpneumonien von interstitiellen und Miliarpneumonien.

Symptome

Man unterscheidet die „typische Pneumonie“ mit schnellem Beginn, Dyspnoe, Husten, Fieber, Sputum und Thoraxschmerzen bei Begleitpleuritis von der „atypischen Pneumonie“ mit eher langsamem Beginn, leichtem Fieber und trockenem Reizhusten.

Diagnostik

Diagnostische Maßnahmen sind:

- Auskultation: Bei „typischer“ Pneumonie Bronchialatmen, feuchte Rasselgeräusche (RGs), bei „atypischer Pneumonie“ fehlen RGs eher.
- Röntgenbild (▶ Abb. 21.5): Es zeigen sich großflächige Verschattungen (Lobärpneumonie), segmentale Verschattungen (Bronchopneumonie) oder fle-

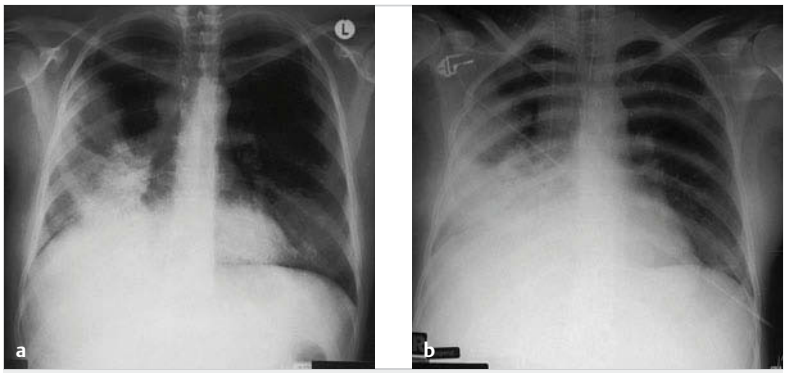


Abb. 21.5 Pneumokokkenpneumonie rechts. (Scherer 2000)
a Ausgeprägte alveoläre Infiltrationen im Ober- und Unterlappen rechts und einen geringgradigen Pleuraerguss rechts.
b Zustand nach Intubation (beginnende Infiltrationen links basal).

ckige Verschattungen (interstitielle Pneumonie).
- Laboranalyse: Leukozytose, Linksverschiebung, CRP-Anstieg, BSG-Erhöhung, in der Blutgasanalyse imponiert eine Hypoxie.
- Mikrobiologische Untersuchung: Erregernachweis (Sputum, bronchoalveoläre Lavage, Lungenbiopsie, Blutkultur) gelingt in maximal 65 % der Fälle.
- Lungenfunktionsuntersuchung: Lässt eine inhomogene Ventilation mit Shuntdurchblutung, Erhöhung der Gesamtventilation und der Atemarbeit erkennen.

Therapie

Die Therapie gestaltet sich ursachenabhängig. Viruspneumonien werden nur symptomatisch behandelt, bei Bakterien, Pilzen oder Parasiten kommen Antibiotika, falls vorhanden nach Resistogramm, ansonsten kalkuliert zum Einsatz.

Als Allgemeinmaßnahmen bieten sich körperliche Schonung, Atemgymnastik, Sekretolytika, Flüssigkeitszufuhr und Sauerstoffinhalation an.

Prophylaxe

Vor dem Hintergrund der Pneumonie als häufige postoperative Komplikation und Todesursache gewinnen prophylaktische Maßnahmen an Bedeutung: Gefährdete Patienten sollten bereits präoperativ mit dem Ablauf des Atemtrainings vertraut gemacht werden. Schnelle und wenig invasive (z. B. endoskopische) Operationsverfahren, eine frühzeitige Mobilisation und die zügige Wiederaufnahme des Atemtrainings postoperativ senken die Morbidität.

21.2.9 Tuberkulose

Definition

Tuberkulose bezeichnet eine Infektion mit dem Mycobakterium-tuberculosis-Komplex.

Häufigkeit

Weltweit sind ca. 30 % aller Menschen mit Tuberkulose infiziert. Insbesondere unter Drogenabhängigen, AIDS-Patienten, Immigranten, Alkoholikern und Obdachlosen ist die Morbidität hoch, die Letalität beträgt auch in Deutschland noch 6 %. Im Allgemeinen müssen Patienten mit Tuberkulose nicht intensivstationär behandelt werden. Da diese Infektion sich z. Z. jedoch wieder auf dem Vormarsch befindet, ist sie als seltenere Ursache pulmonaler Komplikationen in Betracht zu ziehen.

Diagnostik

Diagnostisch zeigen sich im Röntgenbild und CT Fleckschatten (ggf. verkalkt). Weiterhin treten Kavernen (luftgefüllte Hohlräume), später Schwielen oder Schwarten auf. Sputum, Magensaft, Bronchialsekret, Urin und Blut werden bakteriologisch untersucht.

Therapie

Patienten mit „offener" Tbc (Ausscheidung von Tuberkelbakterien) müssen isoliert werden. Medikamentös kommen die Substanzen Isoniazid, Ethambutol, Rifampicin, Streptomycin, Pyrazinamid zum Einsatz. Problematisch ist die Zunahme multiresistenter Tuberkulosen.

21.3 Erkrankungen des pulmonalen Gefäßsystems

21.3.1 Pulmonaler Hypertonus

Definition

Ein pulmonaler Hypertonus liegt vor, wenn die Ruhewerte des pulmonalen Mitteldruckes über 25 mmHg liegen.

Ursachen

Als Ursachen kommen die Verlegung der Lungenstrombahn bei Lungenembolie, chronische Gefäßdestruktionen wie bei Fibrose oder Emphysem, die Gefäßkompression durch einen erhöhten Alveolardruck (Asthma, chronische Bronchitis), eine dauerhafte Vasokonstriktion (hypoxisch) oder eine erhöhter pulmonaler Durchfluss (kardialer Shunt) in Frage. Man unterscheidet primäre, gefäßbedingte Ursachen wie Embolie, Vaskulititden (Wegnersche Granulomatose, Churg-Strauss-Syndrom) oder die idiopathische pulmonale Hypertonie von sekundären, pulmonalen Ursachen. Nur bei letzteren spricht man von einem Cor pulmonale.

Symptome

Zeichen eines pulmonalen Hypertonus ist die Dyspnoe, später andere Zeichen der Rechtsherzbelastung (periphere Ödeme, HRST, Zyanose).

Komplikationen

Akute Drucksteigerungen über 40 mmHg (Asthmaanfall, Spannungspneumothorax, akute Atemwegsverlegung) sind lebensgefährlich, während ein chronisch belasteter und trainierter Herzmuskel diese Drücke bewältigen kann.

Therapie

Zu den therapeutischen Maßnahmen gehören je nach Ursache
- konsequente Behandlung pulmonaler Grunderkrankungen,
- Kortikosteroide und Cyclophosphamid bei Vaskulitiden,
- Antikoagulation,
- Langzeitsauerstofftherapie bei Cor pulmonale und COLD,
- ACE-Hemmer bei eingetretener Rechtsherzinsuffizienz,
- Prostazyklinderivate (Iloprost, Treprostinil),

- Endothelin-Rezeptorantagonisten (Bosentan, Ambrisentan),
- Phosphodiesterase-5-Inhibitoren (Sildenafil, Tadalafil).

21.3.2 Lungenembolie

Definition

Eine Lungenembolie ist eine Verlegung von Teilen der Pulmonalarterie durch Thromben, Fremdkörper, Luft oder Fett.

Häufigkeit

Viele Lungenembolien bleiben unentdeckt. Man schätzt, dass sie für bis zu 10 % der Todesfälle verantwortlich sind und sie werden in 20 % aller Obduktionen gefunden. Postoperativ muss je nach Eingriff und Risiko des Patienten in bis zu 40 % mit einer Lungenembolie gerechnet werden, die Letalität schwankt dabei zwischen 0,2–2 %.

Ursachen

Für Thrombembolien aus tiefen Beinvenenthrombosen (95 % Hauptursache der Lungenembolien) gilt die Virchowsche Trias als Risikofaktor:

- venöse Stase (Varizen, Herzinsuffizienz),
- Schädigung der Venenwand (Trauma, Zustand nach Operationen, v. a. an Hüfte oder Knie),
- Hyperkoagulopathien (Plasmozytom, Ovulationshemmer, Rauchen, Mangel an Gerinnungsfaktoren (AT III, Protein C, Protein S), Fibrinolysestörungen).

Als seltene Ursachen kommen weiterhin Luft, Tumorfragmente, Fruchtwasser, septische Embolien oder Fremdkörper in Frage. Kollagenosen oder Karzinome prädestinieren ebenfalls zur Entwicklung von Thrombosen (paraneoplastisches Syndrom).

Pathophysiologie

Kleine Embolien bleiben klinisch häufig stumm, Verschlüsse zentral der Segmentarterien führen durch den reduzierten Gefäßquerschnitt und die Freisetzung vasoaktiver Substanzen zur akuten pulmonalen Hypertonie. Ab einer Verlegung von ca. 50 % der pulmonalen Strombahn kommt es zu einer kritischen Erhöhung des pulmonalarteriellen Druckes. Der an diesen Druck nicht adaptierte rechte Ventrikel dilatiert und behindert durch seine Ausdehnung auch die Funktion des linken Ventrikels mit der Folge einer Hypotonie. Beim vorher Gesunden liegt die Belastungsgrenze des rechten Ventrikels etwa bei 40 mmHg.

Je nach Größe und Kollateralversorgung des infizierten Gebietes kommt es zur Nekrose des befallenen Lungenabschnittes. Formal kommt es durch die Unterbrechung der Perfusion zur Totraumbelüftung und dem Versuch durch Bronchokonstriktion eine Umverteilung der Belüftung in durchblutete Gebiete zu erreichen. Weitere körpereigene Kompensationsmechanismen sind die Ausschüttung von Katecholaminen zur Erhöhung der Inotropie, die Eröffnung pulmonaler Shunts zur Senkung des rechtsventrikulären Druckes und die Steigerung der Fibrinolyse zur Auflösung des Embolus.

Symptome

Klinische Zeichen einer Lungenembolie sind:

- plötzliche Dyspnoe, Unruhe, Pleuraschmerzen
- Zyanose, Tachykardie, Blutdruckabfall
- Stauung der Halsvenen, Kreislaufstillstand

Leider sind diese Symptome unspezifisch und können gleichfalls aus anderer Ursache auftreten, sodass die klinische Feststellung einer Lungenembolie unsicher bleibt. Einerseits wird sie zu selten gestellt (80 % der autoptisch gesicherten Lungenembolien wurden nicht erkannt), andererseits zu häufig (in ca. 45 % liegt nach Autopsie keine Lungenembolie vor).

Die Einteilung der Schwere der Lungenembolie erfolgt in 4 Stadien (▶ Tab. 19.16).

Diagnostik

Zur Diagnostik einer Lungenembolie gehören:

- EKG: evtl. Zeichen der Rechtsherzbelastung (Rechtsschenkelblock),
- Pulmonaliskatheter: Erhöhung der Pulmonalisdrücke,
- Blutgasanalyse: häufig Hypoxie, es kommen aber auch Normalwerte vor,
- D-Dimere: Erhöhung unspezifisch,
- bei beatmeten Patienten mit CO_2-Messung spricht ein plötzlicher Abfall der endexspiratorischen CO_2-Konzentration und der damit verbundene Anstieg der Differenz zwischen endexspiratorischer und arterieller CO_2-Konzentration auf > 10 mmHg (normal < 5 mmHg) mit großer Wahrscheinlichkeit für eine Lungenembolie,
- Röntgenbild des Thorax: häufig unauffällig (60 %),
- Echo zur Beurteilung der RV-Funktion,
- Perfusionsszintigrafie (▶ Abb. 21.6).

Sicherstes nicht invasives Verfahren zum Ausschluss einer Lungenembolie ist die Perfusionsszintigrafie. Allerdings lässt sich durch die hohe Zahl falsch positiver Befunde damit nicht die Diagnose sichern, sondern nur bei einem Normalbefund ausschließen. Größere Embolien lassen sich auch mit dem Spiral-CT nachweisen. Beweisend ist der Kontrastmittelabbruch in der Pulmonalisangiografie.

Tab. 19.16 Schweregradeinteilung der Lungenembolie.

	Stadium I	Stadium II	Stadium III	Stadium IV
Klinik	• Dyspnoe • thorakaler Schmerz • Fieber • Pleuraerguss • Hämoptyse	• akute Dyspnoe • Tachypnoe • thorakaler Schmerz • Tachykardie • Fieber • Pleuraerguss • Hämoptyse	• schwere Dyspnoe • Tachypnoe • thorakaler Schmerz • Tachykardie • Zyanose • Angst • Synkope	• schwere Dyspnoe • Tachypnoe • thorakaler Schmerz • Tachykardie • Zyanose • Angst • Schock
system-arterieller Druck	normal	normal–leicht erniedrigt	erniedrigt	stark erniedrigt
pulmonal-arterieller Druck	normal	normal–leicht erhöht	25–30	> 30
P_aO_2	normal	ca. 80	< 70	< 60
Gefäßobliteration	• periphere Äste	• Segmentarterien	• ein Pulmonalarterienast oder mehrere Segmentarterien	• ein Pulmonalarterienast und mehrere Lappenarterien

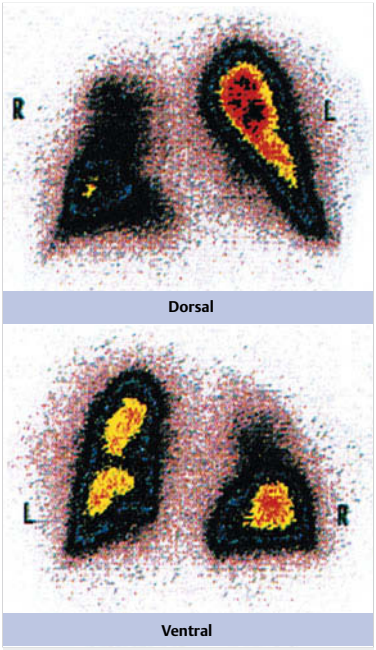


Abb. 21.6 Lungenperfusionszintigramm bei Lungenembolie. Nahezu kompletter des rechten Ober- und Mittelfeldes und kleiner Ausfall des linken Unterfeldes bei einem 78-jährigen Patienten. (Füeßl u. Middecke 2002)

Therapie

Je nach Schweregrad erfolgt die Therapie symptomatisch mit

- Sauerstoffinhalation,
- Bronchodilatatoren,
- Analgetika,
- Katecholaminen,
- Heparin und Immobilisation zur Verhinderung weiterer Embolien.

Eine Lyse oder Trendelenburg-Operation (Eröffnung der Pulmonalarterie und Ausräumung des thrombotischen Materials) ist v. a. bei großen Embolien indiziert. In Einzelfällen kommen die Ligatur der V. femoralis oder der Einsatz eines Cavaschirms als Rezidivprophylaxe in Frage.

Bei der Entscheidung für therapeutische Maßnahmen spielen das Ausmaß der Embolie und die Verfügbarkeit der Mittel eine Rolle: Je schlechter es dem Patienten geht, desto invasiver wird man vorgehen unter Einsatz der vorhandenen Infrastruktur.

Prophylaxe

Zur Prophylaxe einer Lungenembolie gehören

- frühe Mobilisation,
- Anti-Thrombose-Strümpfe,
- Low-dose-Heparinisierung mit niedermolekularem Heparin,
- Gabe selektiver Xa-Hemmer oder direkter Thrombininhibitoren.

21.4 Erkrankungen des Pleuralraumes und der Thoraxwand

21.4.1 Pleuraerguss

Definition

Als Pleuraerguss bezeichnet man eine pathologische Flüssigkeitsansammlung in der Pleurahöhle.

Häufigkeit

In einem gemischten, stationären, internistischen Krankengut liegen bei ca. 10 % der Patienten Pleuraergüsse vor. Am häufigsten sind kardial bedingte Pleuraergüsse, gefolgt von Begleiterscheinungen bei Pneumonien, Tumoren, Lungeninfarkten oder einer Leberinsuffizienz.

In der Traumatologie führend ist der Hämatothorax, der ebenfalls in der postoperativen Phase nach Thorakotomie bedeutsam werden kann.

Symptome

Klinische Zeichen eines Pleuraergusses sind Atemnot und Kreislaufstörungen im Falle eines sich schnell entwickelnden Hämatothorax.

Diagnostik

Diagnostisch können zum Nachweis kleiner Ergüsse (< 100 ml) die Sonografie sowie die Computertomografie eingesetzt werden. In der Röntgen-Thoraxaufnahme sind Flüssigkeitsansammlungen ab 100–200 ml zu erkennen (▶ Abb. 21.7). Eine Punktion und Analyse des Punktats gibt Auskunft über die Ätiologie des Ergusses.

Komplikationen

Pleuraergüsse aufgrund internistischer Erkrankungen geben meistens nur Hinweise auf die zugrunde liegende Ursache, von der auch die Prognose abhängt. Traumatische oder postoperative Hämatothoraces können einen lebensbedrohlichen Volumenverlust mit konsekutiver Verschlechterung der kardiorespiratorischen Situation des Patienten verursachen. Nicht entlastete Hämatothoraces können eine Pleuraschwarte nach sich ziehen.

Therapie

Die Therapie richtet sich nach der Ursache:

- kausal bei Herzinsuffizienz, Pneumonie oder Trauma,
- Punktion oder Drainageanlage zur Entlastung bei großen Ergüssen oder nach Trauma bzw. postoperativ,
- Pleurodese bei rezidivierenden Pleuraergüssen (Verklebung der Pleurablätter mittels Talkumpuder im Rahmen einer VATS (Video-assistierten-Thorakoskopie).

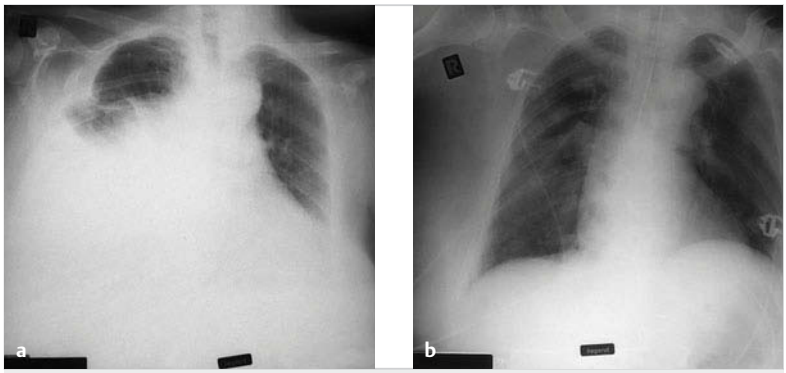


Abb. 21.7 Pleuraerguss. (Scherer 2000)

a Ausgedehnter rechtsseitiger Pleuraerguss mit Kompression der rechten Lunge und leichter Mediastinalverdrängung.

b Nach Anlage einer Pleuradrainage rechts konnte der Erguss fast vollständig entfernt werden.

21.4.2 Pneumothorax

Definition

Beim Pneumothorax sammelt sich Luft im Pleuraraum an. Man unterscheidet den geschlossenen Pneu ohne und den offenen mit Verbindung zur Außenluft.

Je nach Ausmaß des Pneumothorax kann es ein Zufallsbefund sein oder auch zur Ursache einer Reanimationspflichtigkeit des Patienten werden.

Ursache

Ein spontaner Pneumothorax kann primär (bei gesunder Lunge) oder sekundär (bei vorbestehender pulmonaler Erkrankung) auftreten. Als weitere Ursachen kommen Thoraxtraumata oder iatrogene Verletzungen in Betracht.

Pathophysiologie

Die in den Pleuraraum eindringende Luft beseitigt den Unterdruck und führt zum Lungenkollaps. Falls ein Ventilmechanismus vorliegt, der bei jeder Inspiration Luft in den Pleuralraum lässt, die in der Exspiration nicht entweichen kann, kommt es zum Spannungspneumothorax. Der Druckanstieg im Pleuralraum führt zur Verlagerung des Mediastinums mit Behinderung des venösen Rückstroms zum Herzen.

Symptome

Symptome eines Pneumothorax sind stechende Thoraxschmerzen, Dyspnoe und Hustenreiz, evtl. Hautemphysem und Dyskoordination der Thoraxbewegung. Beim Spannungspneumothorax kommt es zum Anstieg des ZVD und Abfall des HZV bis zum Schock und zur Zyanose.

Diagnostik

Zu den diagnostischen Maßnahmen gehören:

- Auskultation: Abschwächung des Atemgeräusches auf der betroffenen Seite und ein hypersonorer Klopfschall
- Röntgenbild: Aufhellung der Lungenstruktur, häufig durch eine Linie scharf zur verbleibenden und dann verdichteten Lungenstruktur abgrenzbar (▶ Abb. 21.8); beim Spannungspneumothorax zusätzlich Verziehung von Trachea und Mediastinum zur Gegenseite

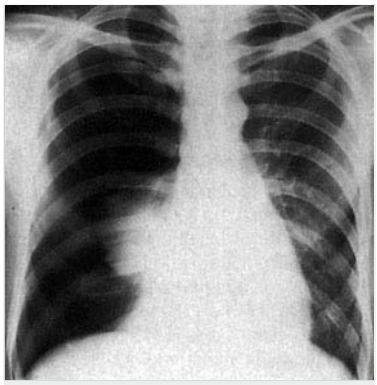


Abb. 21.8 Röntgenbild eines rechtsseitigen Pneumothorax. Die rechte Lunge ist zu einem schattendichten Gebilde in Hilusnähe kollabiert.

Therapie

Ein kleiner Pneumothorax kann konservativ behandelt werden, ansonsten wird eine Pleuradrainage angelegt. Im Notfall, bei klinisch vorhandenem Spannungspneumothorax und der Unmöglichkeit zur schnellen Anlage einer Thoraxdrainage kann die Punktion des Pleuraraumes mit einer dicken Kanüle lebensrettend sein.

21.4.3 Rippenserienfraktur

Pathophysiologie und Symptome

Durch Beeinträchtigung des Unterdruckmechanismus kommt es zur Abnahme des Atemzugvolumens, schmerzbedingt zu Dyspnoe, Schonatmung und zur paradoxen Atmung. Eventuell ist ein Hautemphysem tast- und auskultierbar. Bei Rippenfrakturen besteht die Gefahr, dass die Pleura visceralis von einem Bruchstück verletzt wird und sich ein (Spannungs-) Pneumothorax entwickelt.

Therapie

Wichtig ist eine ausreichende Analgesie (rezidivierende Interkostalblockaden, thorakaler Periduralkatheter, systemische Analgetika), um die Schonatmung zu vermeiden, und kontrolliertes Atemtraining (z. B. CPAP), um die Gefahr von Atelektasen und Pneumonien zu verringern.

21.4.4 Lungenödem

Definition

Beim Lungenödem handelt es sich um den Übertritt von Flüssigkeit in das Interstitium und die Alveolen.

Man unterscheidet

- **Hochdrucködem:** Linksherzinsuffizienz, Mitralstenose
- **Niederdrucködem:** akute Verlegung der Atemwege verbunden mit Atemanstrengungen des Patienten (NPPE), erniedrigter Alveolardruck bei Postexpansionssyndrom, Aufenthalt in großer Höhe
- **Permeabilitätsödem:** allergisch oder toxisch wirkende Substanzen (z. B. O_2-Radikale, Bakterientoxine)
- **neurogenes Lungenödem (NLE):** Schädigung des zentralen Nervensystems in Folge von Schädel-Hirn-Trauma, Blutungen, Infarkten, Tumoren, Meningitis, epileptischen Anfällen und spinalen Defekten
- **herabgesetzter onkotischer Druck:** Niereninsuffizienz

Pathophysiologie

Verantwortlich für die Nettobewegung von Flüssigkeit zwischen Kapillare, Interstitium und Alveole sind der hydrostatische und der kolloidosmotische Druck sowie die Permeabilität.

▶ **Hochdrucködem.** Der vergrößerte hydrostatische Druck ist die treibende Kraft für die Diffusion von Wasser. Zunächst entwickelt sich ein interstitielles Lungenödem, welches den Gasaustausch noch nicht unbedingt beeinträchtigt. Erst die Überflutung der Alveolen führt über eine Zunahme der Shuntdurchblutung und zu einem kleinen Teil über eine Diffusionsstörung zur Hypoxie.

▶ **Niederdrucködem.** Beim NPPE spielen der massiv erniedrigte transpulmonale Druck aufgrund der Atemanstrengung des Patienten gegen die Obstruktion, ein erhöhtes intrathorakales Blutvolumen, die Hypoxie und die Katecholaminausschüttung eine Rolle.

▶ **Permeabilitätsödem.** Dieses beruht, wie der Name sagt, auf einer Veränderung der Diffusionseigenschaften („Porengröße"). Durch die Flüssigkeitsansammlung wird die Lunge steifer, die Compliance sinkt und die Atemarbeit steigt.

► **Neurogenes Lungenödem.** Es existieren 2 Formen: das hydrostatische und das Permeabilitätsödem.

Der erhöhte intrakranielle Druck führt über eine Sympathikusaktivierung zur Erhöhung des systemischen Widerstandes. Dieser Mechanismus soll durch die Steigerung des arteriellen Blutdruckes die Hirnperfusion sichern. Eine überschießende Reaktion kann dabei zu exzessiv gesteigerten Widerständen mit konsekutivem Linksherzversagen führen. Weiterhin aktiviert der erhöhte intrakranielle Druck über den Parasympathikus das Immunsystem mit der Folge einer Permeabilitätserhöhung der Gefäße.

Symptome

Zeichen eines Lungenödems sind
- Dyspnoe, Tachypnoe, Husten, häufig schaumiges Sputum,
- auskultatorisch imponieren Giemen und feuchte Rasselgeräusche.

Diagnostik

Zu den diagnostischen Maßnahmen gehören:
- Röntgen-Thorax: schmetterlingsförmige Verschattung, im Falle einer Herzinsuffizienz ggf. eine Herzverbreiterung (► Abb. 21.9)
- Blutgasanalyse: erniedrigter pO_2

Komplikationen

Unabhängig von der Ursache, die allein schon lebensbedrohlich sein kann, besteht auch bei andauernder Hypoxie das Risiko eines respiratorischen Versagens mit folgendem Herz-Kreislauf-Stillstand. Die Mortalität des neurogenen Lungenödems wird mit 60–100 % angegeben.

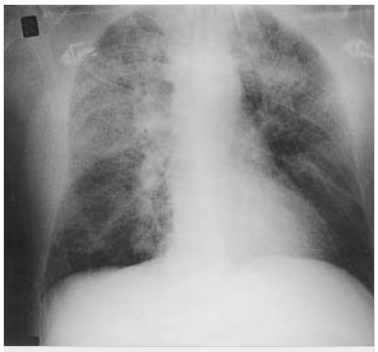


Abb. 21.9 Alveoläres Lungenödem. (Scherer 2000)

Therapie

Wesentliche Maßnahmen sind:
- **Allgemein:** Patienten sitzend lagern, Sauerstoff über Maske oder CPAP-Atmung verabreichen, ggf. vorsichtig sedieren (Vorsicht: Wirkung auf eventuelles ventilatorisches Versagen durch Senkung der Atemantriebes und Beseitigung des Gefühls der Luftnot kontrollieren).
- **Kardiales Lungenödem:** Vorlast des linken Ventrikels mittels Nitraten (Cave Blutdrucksenkung) und Schleifendiuretika senken. Langfristig Diuretika, ACE-Hemmer verabreichen und HRST zur Rezidivprophylaxe behandeln.
- **Allergisches Lungenödem:** Suprarenin und Kortikoide verabreichen.
- **Hypertensives Lungenödem:** Nachlast durch Antihypertensiva senken und folgend Blutdruckeinstellung zur Prophylaxe durchführen.
- **NLE:** Erhöhten intrakraniellen Druck durch Oberkörperhochlagerung senken, ggf. sind kontrollierte Hyperventilation, Mannit-Infusionen und chirurgische Interventionen notwendig.
  Ein beatmungspflichtiger Patient mit NLE sollte ohne Hirndruckmonitoring höchstens mit einem PEEP bis zu 5 cm H_2O beatmet werden. Kortison scheint eine Unterdrückung der hämodynamischen Entgleisung sowie eine Modulation der neurohumoralen Reaktionen zu bewirken und hat evtl. protektive Effekte.
- **Niereninsuffizienz:** Je nach Stadium sind Diuretika oder Dialyse indiziert.

21.5 Leseservice

21.5.1 Literatur

AWMF. Nationale Versorgungsleitlinie Asthma. AWMF-Reg.-Nr.: nvl/002. 2. Aufl. 2009, zuletzt geändert August 2013

Benzer H et al. Intensivmedizin. Berlin: Springer; 1993

Bercker S et al. Die Behandlung des akuten Lungenversagens. Anästh Intensivmed 2008; 49: 134

Brambrink AM, Dick WF. Das neurogene Lungenödem. Anaesthesist 1997; 46: 953

Civetta JM et al. Critical Care. Philadelphia: Lippincott-Raven; 1997

Füeßl HS, Middecke M. Anamnese und klinische Untersuchung. Stuttgart: Thieme; 2002

Goebell H, Wagner J. Innere Medizin. Berlin: de Gruyter; 1992

Hachenberg T, Welte T, Fischer S. Anästhesie und Intensivtherapie in der Thoraxchirurgie. Stuttgart: Thieme; 2010

Harrison: Prinzipien der Inneren Medizin. Übersetzung der 11. Aufl. New York: Mc-Graw-Hill; 1987

Heck M, Fresenius M. Repetitorium Anästhesiologie. Heidelberg: Springer; 2013

Herold G. Innere Medizin. Köln: Herold Eigenverlag; 2013

Klemmer T et al. Die chronisch-obstruktive Lungenerkrankung (COPD). Der Internist 2014; 55; 401

Kuhlen R et al. Neue Formen der assistierten Spontanatmung. München; Urban & Fischer; 2000

Kuhlmann B. Was Sie schon immer über Thoraxdrainagen wissen wollten ... intensiv 2002; 10: 154

Latasch L et al. Anästhesie, Intensivmedizin, Intensivpflege. München: Urban & Fischer; 2004

Lorenz J. Checkliste Pneumologie. Stuttgart: Thieme; 1998

Marino PL. Das ICU Buch. München: Urban & Schwarzenberg; 2008

MSD Manual Version 5.5. München: Urban & Schwarzenberg; 1998

Oczenski W et al. Atmen, Atemhilfen. 9. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2008

Osmer C et al. Schnarchen und postoperatives Lungenödem. AINS 2000; 35: 177

Reiser M et al. Radiologie. Stuttgart: Thieme; 2004

Scherer RU. Anästhesiologie – ein handlungsorientiertes Lehrbuch. Stuttgart: Thieme; 2000

Seifried S, Heinrich F. Lungenembolie. Stuttgart: Thieme; 2000

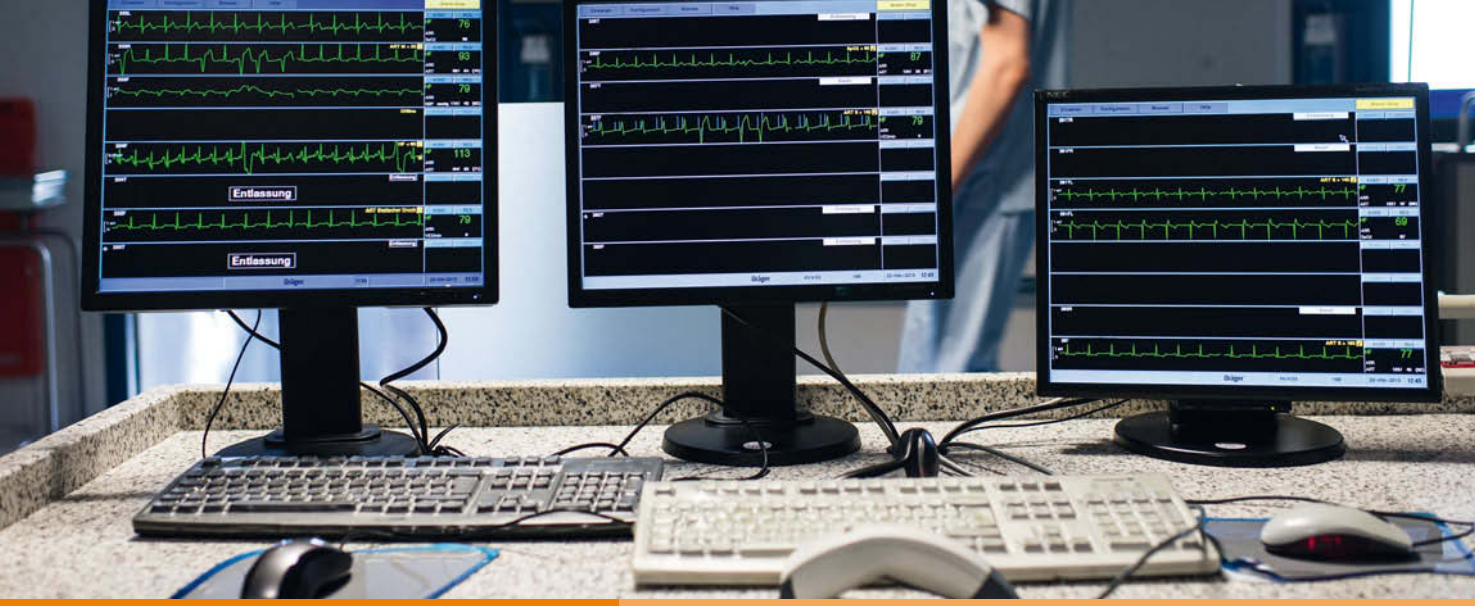
Siegenthaler W. Siegenthalers Differentialdiagnose. 20. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2012

Sydow M. Anästhesie und Intensivtherapie bei Asthmatikern. In: Deutsche Akademie für Anästhesiologische Fortbildung, Hrsg. Refresher Course. Aktuelles Wissen für Anästhesisten Nr. 24. Berlin: Springer; 1998

Walther A, Bardenheuer HJ. Das Schlaf-Apnoe-Syndrom. Anaesthesist 2001; 50: 295

Wappler F, Tonner PH, Bürckle H. Anästhesie und Begleiterkrankungen. Stuttgart: Thieme; 2005

Zwissler B. Inhalierte Vasodilatatoren. Anäesthesist 2002; 51: 603



Kapitel 22

Intensivmedizinische Versorgung von Patienten mit Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems

22.1 Anatomische und physiologische Grundlagen *480*

22.2 Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems *482*

22.3 Kardiochirurgische Eingriffe *487*

22.4 Intensivmedizinische Versorgung und Pflege nach herz- und gefäßchirurgischen Eingriffen *489*

22.5 Kardiovaskuläre Medikamente (Katecholamine, Vasodilatatoren, Inodilatatoren) *491*

22.6 Mechanische Kreislaufunterstützungssysteme *493*

22.7 Extrakorporale Lungen- und Herz-Unterstützungssysteme *494*

22.8 Herzrhythmusstörungen *495*

22.9 Leseservice *500*

22 Intensivmedizinische Versorgung von Patienten mit Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems

Claudia Bieker, Benedikt Preckel

22.1 Anatomische und physiologische Grundlagen

22.1.1 Pumpmechanismus des Herzens

Das Herz stellt eine Umwälzpumpe dar, durch die das Blut in den kleinen Lungenkreislauf und den großen Körperkreislauf gepumpt wird. Um diese Funktion erfüllen zu können, sind die Blutflüsse im rechten und linken Teil des Herzens anatomisch voneinander getrennt und gerichtet. Der hohe periphere Widerstand des großen Kreislaufs erfordert eine leistungsstärkere Muskulatur des linken Ventrikels zur Austreibung des Blutvolumens, als dies für den rechten Ventrikel notwendig ist. Entsprechend ihrer Funktionen hat der linke Ventrikel eine erheblich stärkere Wanddicke als das Myokard des rechten Ventrikels.

Vom linken Ventrikel wird das Blut mit einem mittleren Druck von ca. 100 mmHg in die Aorta gepumpt. Die Aorta und die großen Arterien verteilen das Blut auf die Peripherie, durch die Windkesselfunktion der Aorta strömt auch während der Diastole nach dem Schluss der Aortenklappe das Blut kontinuierlich weiter.

Der Strömungswiderstand richtet sich primär nach dem Gesamtradius der Blutgefäße sowie der Viskosität des Blutes. Die kleinen Arterien und Arteriolen sind zu fast 50 % am peripheren Widerstand beteiligt; sie werden daher auch als Widerstandsgefäße bezeichnet.

Die Venen sind Teil des Niederdrucksystems und haben mit ihrem großen Fassungsvermögen eine wichtige Rolle als Blutreservoir. Sie werden auch als Kapazitätsgefäße bezeichnet. Über die Vv. cavae gelangt das Blut wieder zurück zum rechten Vorhof. Hier liegt der mittlere Blutdruck nur noch bei 2–4 mmHg: Die arteriovenöse Druckdifferenz beträgt somit ca. 97 mmHg.

22.1.2 Blutfluss und Windkesselfunktion

Der Blutfluss wird gewährleistet durch die treibende Muskelkraft der jeweiligen Herzkammer (linker und rechter Ventrikel, LV und RV) sowie durch Faktoren, die zur Ungerinnbarkeit des Blutes beitragen. Die Fließgeschwindigkeit erreicht in den großen Arterien bis zu 50 cm/s, während sie in den Venen etwa 10 cm/s beträgt. Aufgrund elastischer Wandeigenschaften wird in den großen Arterien und der Aorta ein Teil der vom LV erzeugten Energie in Dehnungsenergie der Arterienwände überführt. Während der Diastole nimmt der gedehnte Durchmesser der Arterie durch elastische Rückstellkräfte der Gefäßwände ab. Das systolisch gespeicherte Blutvolumen wird jetzt dem Blutstrom beigefügt und führt so zu einer konstanten antegraden Strömung. Dieser Vorgang wird mit dem aus der Technik bekannten Prinzip des Windkessels bezeichnet.

22.1.3 Koronararterien

Das Myokard wird aus den beiden Koronararterien versorgt, die aus der Aortenwurzel entspringen:

- rechte Koronararterie (RCA)
- linke Koronararterie (LCA)

Die linke Koronararterie teilt sich nach ca. 1 cm in den Ramus circumflexus (RCX) und den Ramus interventrikularis anterior (RIVA; engl.: left anterior descending, LAD). Bis zur Gabelung spricht man vom Hauptstamm (Truncus communis). Die LCA (ca. 85 % des Blutes) versorgt primär den linken Ventrikel, die RCA (ca. 15 % des Blutes) versorgt i. d. R. den rechten Ventrikel, inklusive Sinus- und AV-Knoten (Atrioventrikularknoten). Dieser Normalfall (75 %) heißt Intermediärtyp. Der Hauptast der RCA ist der Ramus interventricularis posterior (RIVP; engl.: posterior descendent artery, PDA).

Beide Herzkranzarterien geben in ihrem Verlauf mehrere Äste ab, die jedoch in Zahl und Verlauf häufig variieren. Bei einem sog. Linksversorgertyp versorgt die linke Koronararterie auch die Hinterwand und den Sinus- und AV-Knoten; bei einem Rechtsversorgertyp ist die rechte Koronararterie anteilig auch für die Durchblutung der Vorderwand zuständig.

22.1.4 Herzzyklus

Anspannungsphase

Am Ende der Kammerdiastole kontrahieren sich, initiiert durch Entladung des Sinusknotens und Überleitung der Erregung über den AV-Knoten und die HIS-Bündel, zunächst die Vorhöfe und dann die Kammern. Blut strömt durch die Mitral- und Trikuspidalklappe (Atrioventrikularklappen, Segelklappen) in die Ventrikel. Der Druck im Ventrikel beginnt zu steigen, bis er den Druck der Vorhöfe übertrifft. Daraufhin schließen sich die Segelklappen.

Das enddiastolische Volumen (EDV), welches sich zu diesem Zeitpunkt in den Ventrikeln befindet, beträgt ca. 120 ml. Alle Klappen sind geschlossen und die Kammern kontrahieren sich weiter. Bei etwa 80 mmHg übersteigt der Druck im linken Ventrikel den diastolischen Aortendruck, wodurch sich die Taschenklappen öffnen (Aortenklappe). Im rechten Ventrikel wird lediglich ein Druck von ca. 10 mmHg benötigt, um den pulmonalarteriellen Druck zu übersteigen, sodass sich die Pulmonalklappe schon bei einem niedrigen Druck öffnet.

Austreibungsphase

In der folgenden Austreibungsphase wird ein Druck von 120 mmHg im linken Ventrikel und der Aorta erreicht und dabei der größte Teil des enddiastolischen Volumens als sog. Schlagvolumen (SV, ca. 80 ml) ausgeworfen. Die Erregung des Myokards bildet sich zurück und der Kammerdruck sinkt wieder. Die Taschenklappen fallen zu, sobald die Drucke in den Ventrikeln niedriger sind als in den Gefäßen (Aorta und Pulmonalarterie, PA). Das zurückbleibende endsystolische Volumen (ESV) beträgt demnach ca. 40 ml. Die Ejektionsfraktion (= SV/EDV) beträgt also in Ruhe 67 %. Rechte und linke Herzkammer befördern pro Schlag das gleiche Volumen.

Entspannungsphase

Nun beginnt die Entspannungsphase, die Diastole, in der die Vorhöfe v. a. durch eine Sogwirkung der sich absenkenden Ventilebene des Herzens während der Austreibungsphase bereits wieder gefüllt werden (dies zeigt sich in der ZVD-Kurve durch den Druckabfall von c nach x).

Füllungsphase

Während der folgenden Füllungsphase fließt das Blut rasch in die Kammern (erkennbarer Druckabfall y in der ZVD-Kurve), bis sich die Vorhöfe kontrahieren und die Kammern vollständig gefüllt werden. Zum Druckabfall in der ZVD-Kurve siehe auch ▶ Abb. 9.9.

22.1.5 Herzzeitvolumen und Schlagvolumen

Definition

Das Herzzeitvolumen (HZV) wird aus dem Produkt von Schlagvolumen und Herzfrequenz (HF) bestimmt:
HZV = SV x HF = 80 ml x 70/min = 5,6 l/min

▶ **Herzindex.** Die Bestimmung des sog. Herzindexes (HI, auch Cardiac Index, CI) liefert eine genauere Abschätzung der Herzfunktion, da die unterschiedlichen Körpermaße berücksichtigt werden. Hierbei wird das HZV auf die Körperoberfläche (KOF) bezogen, die beim Erwachsenen 1,5–2 m^2 beträgt:

Definition

Herzindex (HI) = HMV/KOF (l/min/m^2) = 3,4 (im Mittel).

Das HZV kann durch eine Steigerung der Herzfrequenz oder des Schlagvolumens erheblich erhöht werden. Die Verteilung des HZV richtet sich dabei einerseits nach der Lebenswichtigkeit der Organe und andererseits nach dem momentanen Bedarf bestimmter Organe. Bei körperlicher Ruhe erhält das Gehirn ca. 13 % des HZV, das Herz 4 % und die Nieren 20–25 %. Bei einem beginnenden Schock wird jedoch die Nierendurchblutung zugunsten von Gehirn und Herz gedrosselt; andererseits wird bei starker körperlicher Arbeit v. a. die Blutversorgung der Muskulatur gesteigert. Somit bleibt die Verteilung des HZV variabel.

▶ **Schlagvolumen.** Das Schlagvolumen wird durch folgende Variablen beeinflusst:
- Größe der Vorlast (Preload)
- Änderungen der Nachlast (Afterload)
- Kontraktilität des Herzens

Vorlast (Preload)

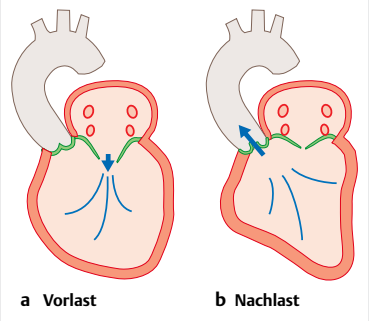
Definition

Die Vorlast ist die Kraft, welche zur Dehnung der Fasern der Ventrikel am Ende der Diastole führt.

Sie ist begrenzt durch die maximale Länge der Muskelfasern in Ruhe. Während der Kammerdiastole strömt Blut aus dem venösen Körperkreislauf (Venous Return) bzw. aus der Lunge und dem jeweiligen Vorhof in den Ventrikel und führt damit zur Volumenzunahme in der Herzkammer. Dabei werden die Muskelfasern volumenabhängig gedehnt (▶ Abb. 22.1). Zum Ende der Kammerdiastole entsteht so eine Wandspannung. Das im Ventrikel enthaltene enddiastolische Volumen (EDV) erzeugt einen entsprechenden Druck. Für den LV ergibt sich ein enddiastolischer Druck von etwa 12 mmHg (LVEDP).

▶ **Frank-Starling-Mechanismus.** Dieser Mechanismus (benannt nach Otto Frank und Ernest Starling, ca. 1895) beschreibt den Zusammenhang zwischen Füllung und Auswurfleistung: Je größer das Volumen in den Ventrikeln während der Diastole ist, desto größer ist auch das ausgeworfene Volumen während der Systole (▶ Abb. 22.2). Es kommt zu einer automatischen Anpassung der Kammertätigkeit an Druck- und Volumenschwankungen im Herzen. So wird dafür gesorgt, dass beide Kammern stets das gleiche SV pumpen. Eine Zunahme des EDV führt zu einer verstärkten Vordehnung der Herzmuskelfasern und damit zu einer gesteigerten Kontraktilität mit darauf folgender Erhöhung des SV. Eine geringere Füllung und damit geringere Faserlänge vermindert entsprechend das SV.

Somit sind der venöse Rückstrom und das SV unmittelbar voneinander abhängige Größen des Kreislaufsystems. Kenngrößen der Vorlast sind das enddiastolische Volumen im linken Ventrikel (LVEDV) oder anders ausgedrückt, die linksventrikuläre Faserdehnung.



a Vorlast **b** Nachlast

Abb. 22.1 Vorlast und Nachlast. Schematische Darstellung der physiologischen Vorgänge, die die Vorlast und Nachlast bestimmen (hier am Beispiel des linken Ventrikels).

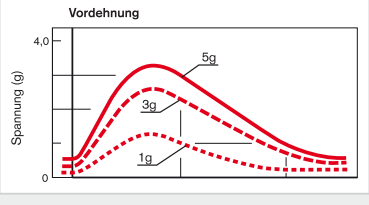


Abb. 22.2 Frank-Starling-Mechanismus.

Nachlast (Afterload)

Definition

Die Nachlast stellt eine den Herzmuskel beeinflussende Kraft dar, die sich dem Blutauswurf entgegen setzt. Sie stellt den Gesamtwiderstand der Aorta, Arterien und Arteriolen dar.

Die Kontraktionskraft ist abhängig vom Füllungsvolumen. Erst wenn der Ventrikeldruck den Druck in der Aorta überschreitet, öffnet sich die Aortenklappe und das Blut wird bei weiter zunehmendem Druck (bis zum systolischen Blutdruck) gegen den Widerstand der peripheren Ausstrombahn ausgeworfen. Somit bestimmt der systemisch periphere Widerstand (SVR) die Größe der Nachlast und beeinflusst die Menge des ausgeworfenen Blutvolumens.

▶ **Erhöhte Nachlast.** Eine Erhöhung der Nachlast steigert die vom LV zu erbringende Druck-Volumen-Arbeit, um ein gleichbleibendes Blutvolumen zu fördern. Die Folge ist eine Zunahme des Energieverbrauchs mit entsprechendem Sauerstoffbedarf, der normalerweise über die koronararteriellen Gefäße gedeckt wird. Eine pathologische Zunahme der Nachlast wie z. B. bei Hypertonie kann somit die Energiebilanz des Herzens negativ beeinflussen.

Folgender Aspekt ist für intensivmedizinische Maßnahmen von besonderer Bedeutung: Eine Senkung der Nachlast vermindert wesentlich die linksventrikuläre Auswurfarbeit und verbessert damit die Energiebilanz des Herzmuskels.

Merke

Eine Pumpinsuffizienz kann durch Nachlastsenkung entscheidend verbessert werden.

Kontraktilität (Inotropie)

Definition

Der Begriff der Kontraktilität (auch als Inotropie bezeichnet) beschreibt die Pumpkraft des Herzens.

Durch rasche Muskelverkürzung (Kontraktion) wird in kurzer Zeit ein hoher Druck aufgebaut. Bei gleichbleibender

Vor- und Nachlast kann sich ein Ventrikel mit größerer Inotropie stärker kontrahieren als bei weniger Inotropie. Die Geschwindigkeit des Druckanstiegs im Ventrikel definiert die Kontraktionskraft.

Eine positive inotrope Wirkung steht mit einer vermehrten Bereitstellung von Kalziumionen in der Herzmuskelzelle in Zusammenhang. Verschiedene Substanzen bewirken über unterschiedliche Mechanismen eine Erhöhung des intrazellulären Kalziumspiegels:

- Noradrenalin und Adrenalin
- Herzglykoside und Phosphodiesterase-Hemmer

Betarezeptorenblocker wirken als sympatholytische Substanzen negativ inotrop.

Merke

Die Kontraktilität wird durch eine ausreichende Vorlast und niedrige Nachlast verbessert. Ein insuffizientes Herz kann seine Funktion nur ungenügend erfüllen und das HZV nimmt ab. Die Kontraktilität ist im klinischen Routinebetrieb nicht direkt messbar, jedoch stellt das SV hierfür ein gutes Maß dar.

22.1.6 Sauerstofftransport und Sauerstoffverbrauch

Die Hauptaufgabe des Herz-Kreislauf-Systems ist die Versorgung aller Organe und Gewebe mit Sauerstoff. Sauerstofftransport und -abgabe ins Gewebe werden durch folgende Größen gewährleistet:

- ausreichendes HZV
- genügender Hämoglobingehalt des Blutes
- ausreichende Sauerstoffsättigung des arteriellen Blutes

Pro Gramm Hämoglobin können theoretisch 1,39 ml Sauerstoff (in vivo 1,35) (Hüfner-Zahl) transportiert werden. Eine Erhöhung des Sauerstoffpartialdrucks von 100 auf 300 mmHg steigert den Blutsauerstoffgehalt lediglich um 0,62 Vol.-%. Andrerseits halbiert sich der Sauerstofftransport im Blut, wenn HZV und Hämatokrit zusammen um etwa 50 % abnehmen.

► **Sauerstoffbedarf und -verbrauch.** Sauerstoffbedarf und -verbrauch sind eng miteinander verknüpfte Größen, die fälschlicherweise oft synonym gebraucht werden. Im Einzelnen handelt es sich jedoch beim Sauerstoffbedarf um die benötigte Sauerstoffmenge, während beim Verbrauch der tatsächlich verbrauchte Sauerstoff pro Minute gemeint ist.

► **Koronarer Blutfluss.** Der arbeitende Herzmuskel ist an eine kontinuierliche Blutversorgung zur Deckung seines eigenen Sauerstoffbedarfs gebunden. Der koronare Blutfluss beträgt in Ruhe etwa 80 ml/min und kann bei Belastung auf das 4–5-Fache gesteigert werden (sog. koronare Reserve).

Der Sauerstoffbedarf des Herzmuskels wird durch Anpassung der Koronardurchblutung gedeckt. Der Sauerstoffgesamtverbrauch des Körpers liegt bei ca. 250 ml/min (3,5–4 ml/kg Körpergewicht). Diese Menge wird in der Lunge aufgenommen (Ruhewerte). Das Herz (mit etwa 300 g) benötigt 25 ml/min in Ruhe (ca. 10 % der Gesamtaufnahme). Unter Belastung können die Werte auf das 4-Fache gesteigert sein.

22.1.7 Kreislaufregulation

Die Blutversorgung des Organismus muss auch unter wechselnden Belastungsbedingungen jederzeit gewährleistet sein. Hierfür ist eine jeweilige Umverteilung des Blutstroms von Bedeutung, um entsprechend aktive Organsysteme auf Kosten ruhender Organsysteme optimal mit Blut zu versorgen (Beispiel: die Muskulatur während körperlicher Arbeit, den Magen-Darm-Trakt nach Nahrungsaufnahme).

Die Steuerung erfolgt primär über eine Änderung der Gefäßweite. Hierfür sind verschiedene Mechanismen verantwortlich:

- lokale Steuerung (Autoregulation) über lokal-metabolische Effekte
- hormonale Steuerung über vasoaktive Substanzen
- neuronale Steuerung über den Sympathikus
- zentrale Kreislaufsteuerung über das ZNS

22.2 Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems

22.2.1 Hypertension, hypertensive Krise

Der arterielle Blutdruck ist Ausdruck der Pumpleistung des Herzens und des totalen peripheren Widerstandes (TPR), gegen den das Herz pumpen muss. Siehe auch Herz-Kreislauf-Regulation (S. 232).

Eine chronische Erhöhung des systemischen Blutdrucks wird als Hypertension (Hypertonie bzw. Hochdruck) bezeichnet. Ein unzureichend behandelter Hochdruck führt kompensatorisch zur Hypertrophie des linken Ventrikels. Bei fortschreitender Hypertrophie kann sich eine Linksherzinsuffizienz entwickeln. Zusätzlich ist der Hochdruck ein Risikofaktor für die Entstehung einer Arteriosklerose mit ihren Folgen.

Definition

Die Deutsche Hochdruckliga definiert den Blutdruck wie folgt:

- normal: systolischer Druck bis 129 mmHg, diastolischer Druck bis 84 mmHg
- hoch-normal: systolischer Druck bis 139 mmHg, diastolischer Druck bis 89 mmHg
- Hypertonie: systolischer Druck > 140 mmHg, diastolischer Druck > 90 mmHg

Definition

Die hypertensive Krise ist ein plötzlich auftretender Bluthochdruck (meist > 230/120 mmHg) und kann in verschiedenen Organsystemen zu bedrohlichen Situationen führen.

Symptome

Symptome der Hypertonie oder der hypertensiven Krise können u. a. sein:

- zerebrale Symptome mit heftigem Kopfschmerz, Sehstörungen und Erbrechen
- kardiale Symptome mit Herzschmerzen (Pektangina)
- renale Störungen bis hin zum akuten Nierenversagen

Therapie

Bei der medikamentösen Notfalltherapie der hypertensiven Krise stehen 3 Medikamente im Vordergrund:

- Nitrate (Nitroglycerin, Nitroprussid-Natrium)
- Urapidil
- Clonidin

► **Nitrate. Nitroglycerin** bewirkt eine Dilatation der glatten Gefäßmuskulatur. Schon in niedriger Dosierung kommt es zu einer Erweiterung der großen Venen, insbesondere im Splanchnikusgebiet (venöses Pooling). Daraus resultiert eine Abnahme des venösen Rückflusses zum Herzen und damit eine Abnahme der Vorlast.

Gleichzeitig wird durch Dilatation der großen Arterienstämme der Aortendruck erniedrigt, der periphere Widerstand und die systolische Wandspannung nehmen ab: Die Nachlast wird gesenkt. Der myokardiale Sauerstoffverbrauch sinkt.

Nitroglycerin hat eine dilatierende Wirkung auf die glatte Muskulatur der Koro-

nararterien. Hierdurch wird das myokardiale Sauerstoffangebot verbessert:
- Dosierung: 2–10 mg/h (gut steuerbar)
- Nebenwirkungen: Reflextachykardie, Erhöhung des intrakraniellen Drucks, Kopfschmerzen

Nitroprussid ist ein Cyanid, welches über die Freisetzung von Stickstoffmonoxid (NO) eine starke Vasodilatation v. a. der Arterien, in geringerem Maße auch der Venen bewirkt. Die Substanz hat eine sehr kurze Halbwertzeit und muss daher kontinuierlich mittels Spritzenpumpe unter intensivmedizinischer Überwachung appliziert werden. Aufgrund der sehr starken und zuverlässigen Blutdrucksenkung wird Nitroprussid häufig bei Patienten mit Erkrankungen der Aorta (Aortendissektion, Aortenaneurysma) verwendet. Siehe auch Kap. „Vasodilatatoren" (S. 493).

► **Urapidil (Ebrantil®).** Urapidil bewirkt eine postsynaptische α_1-Blockade. Dadurch kommt es zu einer Abnahme des peripheren Gefäßwiderstandes mit Blutdrucksenkung. Weiterhin werden die zentralen Serotoninrezeptoren stimuliert. Hierdurch kommt es zur Hemmung der sympathotonen Gegenregulation. Urapidil bewirkt keine Beeinflussung der Nierendurchblutung oder der zerebralen Durchblutung. Es kommt nicht zu einem Hirndruckanstieg.
- Dosierung: initial 12,5–25 mg i. v., Perfusor: 9–30 mg/h
- Nebenwirkungen: Übelkeit, Schwindel, Kopfschmerzen

► **Clonidin (Paracefan).** Zentrale α_2-Rezeptorenstimulation: Durch Wirkung an zentralen α_2-Rezeptoren kommt es zu einer Dämpfung des zentralen Sympathikotonus mit der Folge einer verminderten Noradrenalin-Freisetzung. Zu Beginn der Therapie kann der Blutdruck allerdings durch eine periphere α_2-Rezeptorenstimulation vorrübergehend ansteigen.
- Dosierung: 50–100 µg/h (schlecht steuerbar durch lange HWZ)
- Nebenwirkungen: Bradykardie, Sedierung, nach plötzlichem Absetzen oder zu schneller Gabe reflektorischer Blutdruckanstieg

22.2.2 Koronare Herzkrankheit (KHK)

Definition

Die koronare Herzkrankheit (KHK) beschreibt eine verminderte Durchblutung des Herzmuskels aufgrund einer Einengung der Koronararterien. Das Missverhältnis von Sauerstoffbedarf und Sauerstoffangebot führt zur Myokardischämie und deren Folgen.

Kommt es infolge arteriosklerotischer Veränderungen zu zunehmend verengenden Prozessen mit mehr als 50 %-iger Einengung einer Koronararterie, spricht man von einer hämodynamisch wirksamen Stenose. Diese kann erst bei körperlicher Belastung (Lumenreduktion über 50 %), oder aber auch schon in Ruhe (Lumenreduktion über 80 %) den koronaren Blutfluss derart beeinträchtigen, dass es zum Auftreten von Ischämien kommt. Es entwickelt sich eine Koronarinsuffizienz.

Symptome

Die klinische Symptomatik reicht von der stabilen Belastungsangina bis zur Ruheangina, von der Ischämiereaktion bis zum typischen Infarkt-EKG.

► **Angina pectoris (AP).** Leitsymptom der KHK ist die Angina pectoris (AP), welche belastungsabhängig (als stabile Angina), in fortgeschrittenen Fällen auch belastungsunabhängig (als instabile Angina) auftritt. Als Folge können Herzrhythmusstörungen, eine Herzinsuffizienz oder ein Herzinfarkt auftreten.

Die Stadieneinteilung erfolgt nach der CCS-Klassifikation (CCS: Canadian Cardiovascular Society):
- CCS 0: keine AP, auch nicht bei stärkster körperlicher Belastung
- CCS 1: AP nur bei sehr starker Belastung
- CCS 2: AP bei mäßiger körperlicher Belastung, z. B. Treppensteigen
- CCS 3: AP bei normalen täglichen Aktivitäten, z. B. bei längerem Gehen
- CCS 4: AP bei geringster körperlichen Aktivität oder bereits in Ruhe

Therapie

Neben der Änderung des Lebensstils (Rauchen, Ernährung, Körpergewicht, Bewegung) kann die KHK therapiert werden durch:
- medikamentöse Prävention: Thrombozytenaggregationshemmer und ggf. Lipidsenker
- medikamentöse Therapie: Nitrate, Betarezeptorenblocker, Kalziumkanalblocker
- Revaskularisationstherapie: PTCA, Bypass-Operation

22.2.3 Akutes Koronarsyndrom (ACS), Myokardinfarkt

Definition

Der Begriff Akutes Koronarsyndrom (Acute Coronary Syndrome, ACS) beinhaltet verschiedene Phasen von akuten Durchblutungsstörungen der Koronararterien: die instabile Angina pectoris, der NSTEMI (Non-ST-Elevation Myocardial Infarction) sowie der STEMI (ST-Elevation Myocardial Infarction). Bei der Behandlung werden die instabile AP und der NSTEMI unter einem Begriff zusammengeführt als Non-STEMI-ACS.

Bei etwa 15 % der Betroffenen wird ein STEMI diagnostiziert. Infolge des kompletten Koronararterienverschlusses entsteht in dem zu versorgenden Strömungsgebiet eine umschriebene Nekrose. Je nach Lokalisation kann dieser als Vorderwand-, Hinterwand- oder Septuminfarkt auftreten.

Symptome

Die Ischämie bewirkt folgende Symptome: charakteristische Schmerzen, meist retrosternal und in den linken Arm oder Rücken ausstrahlend, häufig auch eine gestörte Erregungsleitung mit hämodynamischen Auswirkungen. Nur etwa ⅓ der Frauen leiden an Brustschmerzen, bei Frauen treten häufiger epigastrale Beschwerden auf.

Weitere Leitbefunde sind:
- lang anhaltende, durch Nitroglycerin nicht beeinflussbare Angina pectoris
- Todesangst

Hinzu kommen Symptome der Linksherzinsuffizienz und Herzrhythmusstörungen.

Diagnostik

► **EKG.** Zeigen sich im EKG ST-Streckenhebungen, wird der Begriff **STEMI** (ST-Elevation Myocardial Infarction) verwandt. Sind keine ST-Hebungen im EKG erkennbar, spricht man von einem **NSTEMI** (Non-ST-Elevation Myocardial Infarction).

Je nach Ausmaß der Ischämie entsteht ein transmuraler (myokardiale Nekrose betrifft den gesamten Wanddurchmesser) oder nicht transmuraler Infarkt (nur Teile des Wanddurchmessers sind betroffen),

erkennbar an typischen Veränderungen des QRS-Komplexes und der ST-Strecke im EKG.

► **Labor.** Es zeigen sich typische Anstiege von Enzymen:
- Troponin T nach 3 h
- Kreatinkinase (CK), Kreatinkinase-Muskel-Hirn-Typ (CKMB) und
- Glutamatoxalacetattransaminase (GOT) nach 4–8 h
- Lactatdehydrogenase (LDH) nach 6–12 h

Es stehen hochsensitive Methoden zur Troponinbestimmung zur Verfügung. Sie ermöglichen die Sensivität für die Diagnose eines ACS zu erhöhen.

Therapie im akuten Stadium

Das Therapiekonzept des akuten Koronarsyndroms umfasst mehrere Schritte, wobei eine frühzeitige Wiederöffnung der Gefäße das Ausmaß des Infarktes vermindern kann („Time is Muscle"):
- Erstversorgung
- Reperfusionstherapie
- Revaskularisationstherapie wie PTCA
- Koronarchirurgie (Bypass-Operation)

► **Erstversorgung.** Hierzu gehören folgende Erstmaßnahmen:
- Nitroglyzerin sublingual
- Analgesie (Morphium)
- Thrombozytenaggregationshemmer (Acetylsalicylsäure, Clopidogrel,Ticagrelor)

Solange keine Anzeichen einer Hypoxämie vorliegen, benötigen die Patienten keinen zusätzlichen Sauerstoff.

Merke

ASS, Betablocker, ACE-Hemmer und Statine senken die Frühletalität nach einem ACS (Kontraindikationen beachten!).

► **Reperfusionstherapie.** Bei einem frischen Infarkt kann eine konservative Therapie mit Aktivatoren der Fibrinolyse innerhalb von 6 h durchgeführt werden. Die höchste Effizienz lässt sich innerhalb der ersten 3 h nach Symptombeginn erreichen. Einer systemischen Lyse mit rtPA (rekombinanter Gewebsplasminogenaktivator), Urokinase oder Streptokinase folgt immer eine Vollheparinisierung.

► **Akut-PTCA (Perkutane transluminale Koronarangioplastie).** Diese kann mit oder ohne intrakoronarer Lyse durchgeführt werden, wenn eine systemische Lyse kontraindiziert oder erfolglos ist. Neben der Aufdehnung (Dilatation) des betroffenen Gefäßes wird i. d. R. ein Stent zur Offenhaltung des Gefäßes eingebracht. Man unterscheidet 2 verschiedene Arten von Stents:
- Bare-Metal Stents (BMS)
- Drug-Eluting Stents (DES).

Beide Arten erfordern eine duale Plättchenaggregationshemmung mittels Acetylsalicylsäure (ASS, lebenslang) sowie Clopidogrel oder Ticagrelor (bei BMS 4–6 Wochen, bei DES mind. 1 Jahr).

► **Koronarchirurgie.** Die koronare Bypass-Chirurgie stellt neben der medikamentösen Therapie und koronaren PTCA einen wichtigen Therapiearm zur Wiederherstellung der koronaren Durchblutung dar, ist jedoch gerade im per-akuten Geschehen mit einer erheblichen Komplikationsrate behaftet.

22.2.4 Herzinsuffizienz

Definition

Eine Herzinsuffizienz entsteht zu über 70 % als Folge einer KHK oder eines Herzinfarktes. Weitere Ursachen sind Herzklappenfehler oder Hypertonie sowie andere Kardiomyopathien. Das Herz ist nicht mehr in der Lage, ein ausreichendes HZV aufrechtzuerhalten mit der Folge der Minderperfusion anderer Organe.

Eine chronische Herzinsuffizienz entsteht über Jahre und wird in NYHA-Stadien (New York Heart Association) eingeteilt:
- NYHA 1: keine Beschwerden
- NYHA 2: Beschwerden bei starker körperlicher Belastung
- NYHA 3: Beschwerden bei geringer körperlicher Belastung
- NYHA 4: Beschwerden bereits in Ruhe

Unterschieden werden:
- **Rechtsherzinsuffizienz:** Das Blut staut sich vor dem rechten Ventrikel. Folge ist die gesteigerte venöse Füllung der entsprechenden Gefäße und Organe (Halsvenenstauung, Leber, Pfortader) mit folgender Hepatomegalie, Aszites, Pleuraerguss sowie Ödemen besonders in den Beinen, Nykturie.
- **Linksherzinsuffizienz:** Es kommt zum Rückstau des Blutes in die pulmonale Strombahn mit Lungenstauung bis zum alveolärem Lungenödem.
- **Globalinsuffizienz**: Sie bezeichnet eine Kombination von Links- und Rechtsherzinsuffizienz.

► **High Output Failure.** Man spricht von einem High Output Failure, wenn ein pathologisch erhöhter Durchblutungsbedarf der Organe nicht mehr gedeckt werden kann, ohne dass ein Pumpversagen des Herzens vorliegt, wie z. B. bei der Sepsis oder einer ausgeprägten Anämie.

Ursachen

Eine Herzinsuffizienz kann entstehen, wenn
- die Leistungsfähigkeit des Myokards vermindert ist,
- der Herzmuskel zu steif ist, um in der Diastole die erforderliche Blutmenge aufzunehmen,
- Herzrhythmusstörungen mit Tachykardie oder Bradykardie vorliegen,
- das Herz mechanisch eingeengt ist (z. B. Perikarderguss),
- eine pulmonale Hypertonie oder arterielle Hypertonie vorliegt und der Widerstand für das Herz zu groß ist,
- der Blutbedarf des Körpers selbst von einem eigentlich gesunden Herz nicht mehr gedeckt werden kann (Sepsis, Anämie),
- eine Herzklappenstenose oder -insuffizienz vorliegt.

► **Akute Herzinsuffizienz.** Die akute Herzinsuffizienz entwickelt sich im Verlauf von Stunden oder Tagen. Ursachen hierfür sind oft Herzrhythmusstörungen, Perikardtamponade, plötzlich auftretende Klappeninsuffizienzen (z. B. nach Abriss eines Papillarmuskels im Rahmen eines Myokardinfarktes), Myokarditis oder Lungenembolie.

Medikamentöse Therapie

Die medikamentöse Therapie stützt sich auf folgende Maßnahmen:
- ACE-Hemmer oder AT_1-Rezeptorenblocker zur Senkung der Vor- und Nachlast, Steigerung der Herzleistung
- β-Rezeptorenblocker zur Reduktion des myokardialen Sauerstoffverbrauchs, gleichzeitig kommt es durch eine Verbesserung der Energiebilanz zu einer Steigerung der Herzleistung
- Aldosteron-Antagonisten-Diuretika in Kombinaton mit ACE-Hemmern
- Digitalis bei tachyarrhythmischem Vorhofflimmern (und Antikoagulation)

22.2.5 Kardiomyopathie

Definition

Bei den Kardiomyopathien handelt es sich um eine primäre Störung des Herzmuskels (Myokards) ohne nachweisbare koronare Herzkrankheit. Sie gehen mit mechanischen und häufig mit elektrischen Funktionsstörungen einher. Es werden virale und hereditäre (erbliche) Ursachen diskutiert.

Klinisch zeigt sich eine plötzlich auftretende Herzvergrößerung mit Zeichen der Herzinsuffizienz aus ungeklärter Ursache. Wechselnde schnelle Rhythmusstörungen und Insuffizienz von Aorten- und Mitralklappe (als Folge der linksventrikulären Dilatation) werden beobachtet. Lebensbedrohliche ventrikuläre Tachykardien oder Erregungsleitungs-Blockierungen können zum akuten Herztod führen.

Formen und Symptome

Man unterscheidet eine dilatative, hypertrophe und restriktive Form der Kardiomyopathie.

► **Dilatative Form.** Bei der dilatativen Kardiomyopathie (DCM) ist zunächst der LV erheblich erweitert, im Endstadium sind alle Herzhöhlen betroffen. Die Folgen sind ausgeprägte systolische Funktionseinschränkungen und Störungen der Erregungsleitung, gekennzeichnet durch Arrhythmien und Erregungsleitungs-Blockierungen (im EKG nachweisbar). Häufig kommt es zum plötzlichen Herztod.

► **Hypertrophe Form.** Unter anderem: hypertrophe obstruktive Kardiomyopathie (HOCM). Sie ist charakterisiert durch eine meist asymmetrische Verdickung der Muskulatur des linken Ventrikels. Es kommt zu einer Versteifung des Herzmuskels und zu einer Obstruktion der linksventrikulären Ausflussbahn; letztere nimmt bei gesteigerter Kontraktilität des Herzmuskels weiter zu, sodass bei dieser Form der Herzinsuffizienz eine Steigerung der Inotropie kontraindiziert ist.

In der Echokardiografie ist neben einer Septumhypertrophie häufig ein verlagertes Mitralklappensegel zu sehen, welches den Ausflusstrakt zusätzlich einengt. Klinisch bestehen Angina pectoris, Synkopen, Dyspnoe und Rhythmusstörungen mit plötzlichem Herztod.

► **Restriktive Form.** Die Ventrikelgröße und die Pumpleistung sind meist normal, jedoch ist die Muskulatur durch bindegewebigen Einbau verhärtet. Dies führt zu Versteifung des Myokards mit der Folge einer schlechten Füllung während der Diastole mit Stauung in den Vorhöfen und entsprechender Vorhofvergrößerung. Es zeigen sich Symptome einer Herzinsuffizienz. Die restriktive Form ist ausgesprochen selten.

Therapie

Im Vordergrund steht die medikamentöse Behandlung der Herzinsuffizienz. Zur speziellen Therapie kommen folgende Verfahren in Betracht:

- Bei Auftreten maligner Tachykardien (ventrikuläre Tachykardie, VT) wird (auch prophylaktisch) ein Defibrillator (ICD) implantiert.
- Bei schwerer Herzinsuffizienz wird, als sog. Resynchronisationstherapie, ein biventrikuläres Schrittmachersystem (evtl. kombiniert mit ICD) implantiert.
- Bei hypertropher obstruktiver Kardiomyopathie kann durch Alkoholinjektion in den ersten Septalast der linken Koronararterie (RIVA) ein umschriebener Infarkt im proximalen Septum herbeigeführt werden. Das Gewebe schrumpft und die Obstruktion verringert sich.
- Die hypertrophierten Muskelanteile des Septums bei HOCM können auch reseziert werden.
- Bei therapierefraktärer Herzinsuffizienz erfolgt eine Herztransplantation als ultima ratio.

22.2.6 Herzklappenerkrankungen

Definition

Funktionsstörungen der Herzklappen werden als Herzklappenfehler (Herzvitium) bezeichnet und umfassen die Herzklappenstenose (Verengung) und die Herzklappeninsuffizienz (Schlussunfähigkeit).

Der Stenosegrad einer Herzklappe ist für den Spontanverlauf, das Auftreten von Symptomen und die Operationsindikation entscheidend. Er wird durch Messen des Druckgradienten über der Klappe und der Klappenöffnungsfläche beurteilt. Diese Messungen erfolgen entweder angiografisch mittels Herzkatheter (invasiv) oder auf echokardiografischem Wege (nicht invasiv).

Formen und Symptome

Die häufigsten Herzklappenfehler sind:

- Aortenklappenstenose, Aortenklappeninsuffizienz
- Mitralklappenstenose, Mitralklappeninsuffizienz

► **Aortenklappenstenose.** Hierbei kommt es zur kompensatorischen Hypertrophie des vorgeschalteten Herzanteils (LV) infolge einer Verkleinerung der Klappenöffnungsfläche, zu einer Zunahme der Wanddicke (konzentrische Hypertrophie) und zur Erhöhung des linksventrikulären, enddiastolischen Drucks (LVEDP) und konsekutiv des Pulmonalvenendruckes.

► **Aortenklappeninsuffizienz.** Diese führt zu einer Volumenüberlastung der vorgeschalteten Herzanteile aufgrund unvollständigen Klappenschlusses mit Pendelfluss. Das Füllungsvolumen und das EDV des linken Ventrikels ist erhöht, ebenso der Pulmonalvenendruck. Im Akutstadium besteht die Gefahr des Lungenödems. Das chronische Stadium zeichnet sich durch kompensatorische Dilatation des LV aus.

Weitere differenzialdiagnostisch auffallende Veränderungen sind:

- ansteigender linksventrikulärer enddiastolischer Druck (LVEDP)
- Abfall der Ejektionsfraktion (beide zeigen das Überschreiten der Kompensationsmechanismen an: das endsystolische Volumen ESV ist zu diesem Zeitpunkt deutlich erhöht)
- auffallend große Blutdruckamplitude mit sehr niedrigem diastolischem Blutdruck

► **Mitralklappenstenose.** Dieses Herzvitium zeichnet sich ebenfalls durch eine Druckbelastung des vorgeschalteten Herzanteils (LA) mit nachfolgender Dilatation aus. Unter Belastung zeigt sich eine ungenügende HZV-Erhöhung.

► **Mitralklappeninsuffizienz.** Bei der Mitralklappeninsuffizienz wird während der Systole des LV das Schlagvolumen zum Teil in die Aorta und zum Teil zurück in das linke Atrium (Regurgitationsfraktion) ausgeworfen, was zur Volumenüberlastung des LA führt. Die Mitralklappeninsuffizienz kann oft über Jahre gut toleriert werden.

Bei hämodynamisch relevanter Mitralklappeninsuffizienz kann es zu folgenden pathophysiologischen Veränderungen kommen:

- im Akutstadium: Gefahr des Lungenödems
- im chronischen Stadium: Dilatation des LV und LA mit hohem systolischen und diastolischen Pulmonalarteriendruck

Aufeinander folgende Veränderungen in der Lungenstrombahn (wie z. B. bei der Mitralklappenstenose) können bis zum fixierten Lungengefäßhochdruck (pulmonaler Hypertonus) führen.

Therapie

Symptome und Funktionsstörungen, die durch Veränderungen der Herzklappen verursacht werden, werden zunächst symptomatisch durch Vermeidung von Überbelastung sowie medikamentös (Herzrhythmusstörungen, Kontraktionskraft, Thromboembolie-Prophylaxe) behandelt. Eine Wiederherstellung der Klappenfunktion kann durch operative Verfahren, neuerdings auch durch perkutane Implantation von klappentragenden Stents erreicht werden. Eine Mitralklappeninsuffizienz kann mittels perkutaner Katheterverfahren unter Implantation eines Mitralklappenklips behandelt werden.

Neben klappenerhaltenden Maßnahmen stehen klappenersetzende Verfahren zur Auswahl:

- Ersatz der Aortenklappe (Bio- oder Kunstklappe)
- Ersatz der Mitralklappe (nur Mitralklappenring oder Bio- bzw. Kunstklappe)

Klappenendokarditis

Entzündungen des Endokards manifestieren sich meist im Bereich der Herzklappen, wobei die Aorten- und Mitralklappe häufiger befallen sind als die Klappen des rechten Herzens. Ursachen sind chronische Infektionen, immunsuppressive Therapie, i. v.-Drogenabhängigkeit (v. a. Trikuspidalklappe) und Piercing.

Als Symptome treten anhaltendes Fieber, Müdigkeit, Gewichtsverlust, neu auftretende oder wechselnde Herzgeräusche und systemische Embolien auf.

Durch ihre zentrale Stellung der Herzklappen im Kreislauf stellt die Klappenendokarditis einen gefährlichen Streuherd dar. Eine bedrohliche Komplikation sind Embolien des Gehirns, die bis zum Hirnabszess führen können. Aus den genannten Gründen wird die vordringliche Sanierung einer Endokarditis der Herzklappen deutlich.

Diagnostik

Die Diagnose erfolgt durch Keimnachweis (gelingt in über 90 %). Zu den Erregern gehören Streptococcus viridans (35 %), Staphylococcus aureus (20 %) und Enterokokken (20 %).

Therapie

► **Medikamentöse Therapie.** Die Therapie erfolgt medikamentös mit Antibiotika nach Antibiogramm über 4–6 Wochen oder chirurgisch.

► **Chirurgische Therapie.** Die chirurgische Intervention erfolgt:

- elektiv: möglichst nach vorausgegangener antibiotischer Therapie (4–6 Wochen bei stabilem Zustand, 1 Woche bei instabilem Zustand)
- dringlich: bei Klappendysfunktion (Insuffizienz) mit drohender oder persistierender Sepsis und/oder drohenden oder erfolgten Embolien

Das Prinzip der Operation besteht in:

- Resektion des infizierten Gewebes (evtl. Eröffnung anulärer Abszesse)
- Klappenersatz mit mechanischer Klappe
- Klappenersatz mit biologischer Klappe (evtl. Homotransplantat)

Das Risiko für einen erneuten endokarditischen Klappenbefall bei akuter, ungenügend vorbehandelter Endokarditis beträgt bis zu 15 %, nach ausreichender Vorbehandlung bis zu 4 % (Agnihotri 1995).

Nach 10 Jahren postoperativ sind ca. 40 % aller Patienten frei von Rezidiven oder Re-Operationen (Guerra u. Heart 2001).

Endokarditisprophylaxe

Die Empfehlungen zur Endokarditisprophylaxe werden regelmäßig von der Deutschen Gesellschaft für Herz-Kreislauf-Forschung (DGK) in Zusammenarbeit mit der Paul-Ehrlich Gesellschaft für Chemotherapie aktualisiert. Die aktuell gültigen Empfehlungen, inklusive der zu applizierenden Antibiotika und deren Dosierung, stehen auf der Internetseite der DGK (www.dgk.de) zur Verfügung.

Prinzipiell werden Risikogruppen und Patienten mit operativen Eingriffen entsprechend der Leitlinien mit Antibiotika nach einem festen Schema behandelt (z. Z. Amoxicillin oder Clindamycin):

- Oropharynx (zahnchirurgische Maßnahmen, Adenotomie, Tonsillektomie),
- Respirationstrakt (Bronchoskopie, nur wenn Biopsien genommen werden),
- Gastrointestinalrakt (Ösophagusdilatation, Ösophagusvarizensklerosierung),
- Gallenwegschirurgie (endoskopische retrograde Cholangiopankreatikografie, ERCP)
- Urogenitaltrakt, sowie
- alle Infektsanierungen (Abszess, Phlegmone)

Für eine Hämodialyse ist keine Endokarditisprophylaxe erforderlich.

22.2.7 Aortenaneurysmen

Definition

Ein Aortenaneurysma beschreibt eine pathologische Aussackung einzelner Wandschichten oder der gesamten Wand der Aorta. Es kann angeboren oder durch Arteriosklerose und Hypertonie erworben sein.

Einteilung der Aortenaneurysmen

Eine Einteilung erfolgt entweder nach dem Entstehungsmechanismus wie Dilatation oder Dissektion oder nach anatomisch-pathologischen Gesichtspunkten:

- **Aneurysma dissecans (dissezierendes Aneurysma; Aortendissektion):** Durch Einriss der Intima bahnt sich das Blut einen Weg zwischen Intima und Adventitia und es bilden sich 2 blutführende Lumina. Das falsche Lumen kann wieder einen Anschluss an das ursprüngliche Lumen finden; Störungen der Durchblutung können an den abgehenden Gefäßen entstehen oder die Adventitia reißt ein und es kommt durch den extravasalen Blutausstrom zum hämorrhagischen Schock.
- **Aneurysma spurium (falsches Aneurysma):** Dieses tritt z. B. nach Gefäßpunktionen durch unzureichende Kompression auf. Das entstehende Hämatom bleibt über den Stichkanal mit der Arterie verbunden, ist aber durch das umliegende Gewebe abgekapselt.
- **Aneurysma verum (echtes Aneurysma):** Alle 3 Wandschichten der Aorta sind dilatativ verändert. Es besteht die Gefahr der Gefäßruptur.

Formen

Generell werden das thorakale Aortenaneurysma (TAA) und das abdominale Aortenaneurysma (BAA) unterschieden.

Symptome

Häufig verursachen Aortenaneurysmen über Jahre keine Beschwerden. Meist kommt es erst bei Auftreten einer Ruptur zu klinischen Zeichen wie akut auftretende Schmerzen in der Brust mit Ausstrahlung in den Rücken oder abdominelle Schmerzen mit der Symptomatik eines akuten Abdomens. Die akute Aortendissektion ist ein Notfall und geht mit einer hohen Letalität einher.

Therapie

Die akute Dissektion erfordert die sofortige Notfalloperation bzw. die notfallmäßige Versorgung des Aneurysmas mit einem transkutan eingebrachten Stent. Bei drohender Ruptur wird der Patient bis zum Operationszeitpunkt symptomatisch therapiert:

- strenge Bettruhe, Analgosedierung
- Überwachung des Blutdrucks (invasive, arterielle Blutdruckmessung)
- Senken des Blutdrucks und der Kontraktionskraft des Herzens

▶ **Operationsverfahren.** Das thorakale Aortenaneurysma wird i. d. R. unter Verwendung der Herz-Lungen-Maschine operiert, der betroffene Abschnitt der Aorta wird durch eine Rohrprothese ersetzt. Das abdominale Aortenaneurysma kann ohne HLM operiert werden und weist demzufolge eine geringere Komplikationsrate auf.

Besonderheiten nach Ausschalten von Aortenaneurysmen

Operationen der thorakalen und thorakoabdominalen Aorta stellen zeitaufwendige komplexe Eingriffe dar. Je nach Aortenabschnitt können eine Reihe schwerwiegender Störungen im betreffenden Versorgungsgebiet auftreten. Mit der oft jahrelang vorbestehenden Hypertonie muss auch peri- und postoperativ gerechnet werden.

Bei der chirurgischen Versorgung von Aneurysmen und Dissektion ist das Aortengewebe oft vulnerabel. Da die Anastomosen in diesem Bereich rupturgefährdet sind, sollte der arterielle Blutdruck normotensiv gehalten werden. Hierzu sind perioperativ die intravenöse Nitroprussid-Gabe und im Spätverlauf Betablocker indiziert. Speziell die Gabe von Betablockern wird zur Drucksenkung als Dauertherapie empfohlen (Reduktion der ventrikulären Auswurfgeschwindigkeit und damit der Belastung der proximalen thorakalen Aorta).

Spezielle intensivmedizinische Überwachungen umfassen:

- neurologische Überwachung wie Pupillenreaktion, Vigilanz, motorische Funktionen
- Überwachung der Herz-Kreislauf-Funktionen sowie der peripheren Perfusion
- Überwachen der Nieren-, Leber- und Darmfunktionen
- Kontrolle von Blut- und Gerinnungswerten

22.3 Kardiochirurgische Eingriffe

22.3.1 Bypass-Chirurgie (CABG: Coronary Artery Bypass Graft)

Eine Stenose im Bereich einer Koronararterie wird durch ein parallel implantiertes Gefäß umgangen. Ziel ist es, das hinter der Stenose liegende Myokard wieder mit Sauerstoff zu versorgen. Da nicht mehr ausschließlich Venen verwendet werden, ist heute der Überbegriff Koronar-Arterien-Bypass (CABG) üblich und nicht mehr der Begriff ACVB (Aortokoronarer Venenbypass).

Indikationen

Indikationen zur CABG sind

- hochgradige Stenose der linken Koronararterie bzw. des Hauptstamms,
- Drei-Gefäß-KHK,
- Komplikationen während PTCA wie Gefäßruptur oder –dissektion.

▶ Tab. 22.1 zeigt den Unterschied bzgl. Material und Anastomosen.

Ablauf der Operation

Die Operation erfolgt über eine mediane Sternotomie, meist unter Verwendung der Herz-Lungen-Maschine (HLM) bei Herzstillstand und kollabierten Lungen. Für die Zeit der Operation mit HLM wird der Patient vollheparinisiert. Meist wird auch die Körpertemperatur abgesenkt und nach Abklemmen der Aorta eine sog. Kardioplegielösung appliziert, bis eine Asystolie des Herzens eingetreten ist. Zu dieser Zeit ist das Herz nicht durchblutet (Ischämie). Die Oxygenierung des Blutes als auch die Perfusion des Körperkreislaufs erfolgt nun ausschließlich über die HLM.

Die Bypässe werden zunächst distal (herznah) angelegt, anschließend erfolgt die proximale Anastomose an die Aorta. Nach der letzten distalen Anastomose beginnt die Wiedererwärmung und Reperfusion des Herzens: Die Aortenklemme wird entfernt. Für die proximalen Anastomosen ist lediglich eine partielle Ausklemmung eines kleinen Aortenabschnittes erforderlich (tangentiale Aortenklemmung), sodass während dieser Operationsphase das Herz über die Koronararterien bereits wieder mit Blut versorgt werden kann.

Die Reperfusion und die Wiedererwärmung bewirken i. d. R. das Eintreten einer spontanen Herzaktion. Tritt hingegen Kammerflimmern auf, wird nach Ausgleich eventueller Elektrolytstörungen das Herz intern (direkt) defibrilliert.

Nach Fertigstellung aller Anastomosen und Kontrolle auf Dichtheit wird der Fluss der HLM langsam reduziert und das Herz nimmt die gesamte Pumpleistung wieder auf. Nach Entfernung der Perfusions-Kanülen wird das zuvor verabreichte Heparin durch Gabe von Protamin antagonisiert. Vor Verschluss des Thorax werden Drainagen (pleural, intraperikardial, substernal) angelegt und das Sternum mittels Stahldrähten verschlossen.

Off-Pump-Coronary-Artery-Bypass (OPCAB)

Alternativ kann auch ein Verfahren ohne HLM angewendet werden: Off-Pump-Coronary-Artery-Bypass (OPCAB). Die Durchführung erfolgt ebenfalls über eine Sternotomie, jedoch am schlagenden Herzen. In Ausnahmefällen wird auch eine linkslaterale Thorakotomie durchgeführt.

Die Off-Pump-Prozedur hat für den Patienten einige Vorteile: Die Risiken, die mit Verwendung der HLM einhergehen (Antikoagulation, Thrombenbildung, Luftembolien) sind reduziert; der Blutverlust ist meist geringer. Ob die peri- und postoperative Letalität positiv beeinflusst wird, ist bislang nicht eindeutig geklärt.

▶ **OP-Verlauf.** Die Durchführung der Operation ist jedoch schwieriger: Zur Ruhigstellung des OP-Gebietes werden sog. Stabilisatoren auf dem Herzen angebracht, die das Epikard ansaugen und so die Anastomosenstelle fixieren. Um die Hinterwand erreichen zu können, wird das Herz luxiert und mithilfe einer Saugglocke gehalten. Hierbei kann es zu erheblichen

Tab. 22.1 Unterschiedliche Koronar-Bypässe.

Begriff	Material	proximale Anastomose	distale Anastomose
ACVB (aortokoronarer Venenbypass)	Venen (autolog)	Aorta	Koronararterie
ACB (aortokoronarer Bypass)	Venen, Arterien, Fremdgewebe	Aorta	Koronararterie
IMA-Bypass	Arterien (A. mammaria interna, IMA)	entfällt	Koronararterie
RA-Bypass	Arterien (A. radialis, RA)	IMA (als T-Graft) oder Aorta	Koronararterie

Störungen der Herzfüllung sowie der Auswurfleistung des Herzens kommen. Da das HZV jedoch nicht durch die HLM aufrechterhalten wird, bedeutet dies eine akute Störung des Kreislaufs.

Die Blutung aus den eröffneten Koronarien wird durch Anbringen von Okklusionsnähten oder von intraluminalen Shunts minimiert, um die Sicht auf das Operationsfeld optimal zu gewährleisten.

Merke

Als minimal invasive Herzoperationen werden Verfahren bezeichnet, die ohne Sternotomie oder mit einer Teil-Sternotomie (meist ohne HLM) durchgeführt werden.

Komplikationen und Folgeschäden

Komplikationen nach der Koronar-Chirurgie (OP-Letalität: 1–3 %) sind:
- Rhythmusstörungen
- Low-Cardiac-Output
- neurologische Komplikationen durch Mikroembolien (auch Luftembolien)
- Bypassverschluss mit Herzinfarkt: bis 5 %
- Perikardtamponade durch akute Einblutungen
- Perikarderguss durch Perikarditis (abakteriell)
- Infektion: 3–5 %
- Rethorakotomien 3–6 % (Nachblutung)

22.3.2 Herzklappenchirurgie

Aortenklappenersatz (AKE)

Ablauf der Operation

Die HLM wird über eine Kanüle in der Aorta ascendens sowie einer Kanüle im rechten Vorhof und der unteren Hohlvene angeschlossen. Die A. pulmonalis wird teilweise von der Aorta abpräpariert und die Aorta abgeklemmt. Auch hierbei wird zur Myokardproteketion eine Kardioplegielösung appliziert (über die Koronarostien).

Die Aorta wird eröffnet und die Klappensegel werden herausgelöst. Die Größe der neu zu implantierenden Klappe wird mittels eines Platzhalters bestimmt, dann die Bio- oder Kunstklappe positioniert und mit Einzelfäden eingeknotet. Hierbei wird stets auf eine gute Öffnung der neu implantierten Klappe geachtet. Die Aorta wird anschließend mittels einer fortlaufenden Naht wieder verschlossen.

Mitralklappenersatz (MKE)

Zu den operativen Maßnahmen gehören Klappenrekonstruktion und Klappenersatz. Die Langzeitergebnisse sind bei der Erhaltung der Klappe besser. Die perioperative Letalität für Rekonstruktion und Ersatz steht in direkter Abhängigkeit zum funktionellen Stadium (NYHA-Klassifikation) und zur Erfahrung des Operateurs (Rekonstruktionstechniken). Bei Operationen im Stadium III kann eine Operationsletalität für beide Verfahren um 2–3 % erzielt werden.

Komplikationen bei der Klappenchirurgie

Häufigere postoperative Komplikationen bei der Klappenchirurgie sind:
- Thrombose an den Klappen
- Herzrhythmusstörungen
- neurologische Störungen
- Perikardtamponade durch Blutungen
- Abriss des rekonstruierten Halteapparates mit akuter Dekompensation des Herzens
- Ventrikeleinschränkung bei zu straffem Halteapparat

Minimal invasiver Klappenersatz

Bei minimal invasiven Verfahren wird auf die mediane Sternotomie verzichtet.

► **Operationsprinzip.** Eine 4–6 cm lange Inzision unterhalb der rechten Mamille dient als Arbeitsöffnung. Die Rippen werden leicht gespreizt, die rechte Lunge lässt man kollabieren, sodass das Herz von rechts zugänglich ist. Durch kleine seperate Stichinzisionen werden das Endoskop und Klemmen für die Aorta eingeführt. Der Anschluss der Herz-Lungen-Maschine erfolgt meist über A. und V. femoralis.

► **Aortenklappenersatz mittels Ballonkatheter.** Ein weiteres Verfahren ist der Aortenklappenersatz mittels Katheter über die A. femoralis (TF-AVI) oder über einen thorakalen Zugang direkt durch die Aorta (TA-AVI). Auch ein Zugang durch die Spitze des linken Ventrikels nach lateraler Thorakotomie ist möglich (transapikale AVI). Die alte Herzklappe wird mittels Ballonkatheter gesprengt und die neue Klappe wird mit einem Ballonkatheter entfaltet und platziert. Für dieses Verfahren stehen spezielle Klappen zur Verfügung.

Besonderheiten nach Klappenersatz oder Rekonstruktion

Allgemein können neurologische Ausfälle Ausdruck einer Embolie von Luft oder Partikeln nach Eröffnung des Herzens während der Klappenoperation sein. In der Aufwachphase sind v. a. bei jüngeren Patienten Vigilanzstörungen sowie motorische Ausfälle (Halbseiten-Symptomatik) kritisch zu bewerten.

Ein ausreichend hoher Blutdruck und eine optimale Sauerstoffsättigung stellen therapeutische Ziele bei diesen Patienten dar.

Aspekte nach Korrektur der Aortenklappenstenose

Der hypertrophierte und damit schlecht dehnbare muskelstarke Ventrikel (Compliance-Störung) kann nur durch regelrechte Vorhof-Kammer-Aktionen ein ausreichendes Schlagvolumen erbringen. In diesem Fall trägt ein Sinusrhythmus mit etwa 30 % zum erforderlichen Schlagvolumen bei. Zudem ist der Ventrikel auf eine ausreichende Füllung (Vordehnung der Fasern) angewiesen. Vorrangigste Therapie ist daher eine ausreichende Volumensubstitution.

Nach Ersatz der stenosierten Aortenklappe sinken Lungenkapillardruck (PCWP) und LVEDP ab. Dies hat zur Folge, dass das Schlagvolumen abfällt. Eine ausreichende Füllung (Vorlast) ist zwingend, um ein ausreichendes HZV zu fördern (LA-Druck > 15 mmHg).

In der hämodynamischen Bedeutung einer regelhaften Vorhof-Kammeraktion ist bei Arrhythmien eine AV-sequentielle Stimulation oder Kardioversion erforderlich. Die linksventrikuläre Hypertrophie bildet sich während der folgenden Monate zurück.

Aspekte nach Korrektur der Aortenklappeninsuffizienz

Der linksventrikuläre, enddiastolische Druck (LVEDP) und der Lungenkapillardruck (PCWP) sinken nach Klappenersatz bei Aortenklappeninsuffizienz ebenfalls ab, während der LV infolge der Vorschädigung sich nur sehr langsam erholt. Häufig ist mit einer Persistenz von Hypertrophie und Dilatation zu rechnen.

Die unmittelbare postoperative Phase benötigt eine ausreichende Vorlast, um den dilatierten Ventrikel zu füllen. Eine ventrikuläre Pumpschwäche kann durch inotrope Substanzen, evtl. auch mittels intraaortaler Ballonpumpe (IABP) (S. 493) unterstützt werden.

Durch die Nähe zum Erregungsleitungssystem kann eine passagere oder permanente Schrittmacherstimulation erforderlich sein.

Aspekte nach Korrektur der Mitralklappenstenose

Patienten mit Mitralklappenstenose haben oft einen kleinen LV mit niedrigem enddiastolischem und endsystolischem Volumen. Eine postoperative Erniedrigung des Schlagvolumens kann zum LOS (Low-Output-Syndrom) führen.

Aspekte nach Korrektur der Mitralklappeninsuffizienz

Der dilatierte und volumenbelastete LV entleert sich während der Erkrankung physiologisch über die Aortenklappe und pathologisch durch die insuffiziente Mitralklappe (Regurgitation in den LA), was einen niedrigen Auswurfwiderstand bedeutet.

Nach Ersatz oder Rekonstruktion der Mitralklappe wirft der Ventrikel nur noch über die Aortenklappe in den großen Kreislauf aus. Diese Nachlasterhöhung kann zur gestörten Pumpfunktion führen und wird als Afterload Mismatch bezeichnet (Missverhältnis von Volumen im LV und dem Auswurfwiderstand).

Therapeutisch ist die Senkung der linksventrikulären Nachlast durch Vasodilatantien sinnvoll.

Aspekte nach Trikuspidal-Klappen-Operationen

Unmittelbar postoperativ besteht das Risiko eines Herzblocks (Sinuatrialer Block; Atrioventrikulärer Block) mit entsprechend benötigter Schrittmacherstimulation.

22.4 Intensivmedizinische Versorgung und Pflege nach herz- und gefäßchirurgischen Eingriffen

22.4.1 Allgemeine Überlegungen und Maßnahmen

Patienten nach Herzoperationen und großen gefäßchirurgischen Operationen benötigen für die ersten 12–24 h postoperativ eine intensive Überwachung, da die Herzleistung und die damit verbundene Kreislauffunktion in der frühen postoperativen Phase störanfällig sind.

Besonders der Einsatz der extrakorporalen Zirkulation hat verschiedenste Einflüsse auf den Organismus: Aktivierung von Leukozyten, Zytokinen und Makrophagen, Veränderungen der Mikrozirkulation und Kapillarpermeabilität. Dies führt zu Vasodilatation, Flüssigkeitsverlust in das Interstitium, Volumenmangel mit Hypotension und möglicher Minderperfusion der Organe. Dieses klinische Bild wird als SIRS (systemic inflammatory response syndrome) bezeichnet (S. 379).

► **Ziele der Therapie.** Die Intensivbehandlung besteht aus einer initialen Phase der Stabilisierung, gefolgt von einer Phase in der auftretende Komplikationen frühzeitig erkannt und behandelt werden. Mögliche Komplikationen sind:
- hämodynamische Instabilität
- Nierenversagen
- Störungen des Gasaustausches
- Blutungen
- zerebrovaskuläre Störungen

22.4.2 Postoperative Überwachung

Merke

Der herzchirurgische Patient wird so lange nachbeatmet, bis er vollständig erwärmt und hämodynamisch stabil ist.

► **Körpertemperatur.** Viele Patienten kommen zentralisiert und unterkühlt (HLM) aus dem OP und benötigen eine Wärmezufuhr. Die Aufwärmphase bedarf der besonderen Aufmerksamkeit, da es infolge der Volumenverschiebung durch das Wiedereröffnen der Peripherie zur Hypotonie kommen kann.

► **Kreislauf.** Sedierung und Analgesie tragen zur ökonomischen Herz- und Atemarbeit bei. Unnötige Anstiege von Herzfrequenz und Blutdruck werden vermieden. Ein gesteigertes HZV bedeutet immer eine Steigerung des Sauerstoffbedarfs für den Herzmuskel. Ein CI von 2,5–2,8 l/min/m^2 ist völlig ausreichend, während ein Wert um 4 l/min/m^2 als Luxus-HZV mit unnötiger Erhöhung des kardialen Sauerstoffbedarfs einhergeht.

Merke

Eine Hypertonie belastet die Anastomosen und steigert den myokardialen Sauerstoffbedarf. Eine postoperative Hypertonie bedarf daher einer Therapie mit Antihypertensiva, bei Schmerzen und Stress einer Therapie mit Analgetika und Sedativa.

Eine Hypotonie gefährdet die Perfusion der Organe. Hier ist eine adäquate Behandlung je nach Ursache mit Volumen und vasoaktiven Substanzen erforderlich. Operativ bedingte Blutverluste sollten ggf. mit Erythrozytenkonzentraten ausgeglichen werden.

► **Atmung.** Nach einer Thorakotomie ist die Lungenfunktion reduziert, was eine regelmäßige Kontrolle der Blutgasanalyse erfordert.

► **Neurologie.** Die Bewusstseinslage und Motorik sowie die Pupillen werden regelmäßig überprüft.

► **Schmerzen.** Sie können wichtig Hinweise auf ernste Komplikationen geben.
- Schmerzen im Thorax: Häufig Wundschmerz, aber auch myokardiale Ischämie (Kreatinkinase, Troponin) sind möglich; v. a. die Drainagen können Schmerzen verursachen (bei pleuralen Drainagen ein atemabhängiger Schmerz).
- Schmerzen im Abdomen: Darmischämien können die Ursache sein (Laktat, frühzeitiger dünnflüssiger übelriechender Stuhlgang).
- Schmerzen der Extremitäten: Ursachen können Thrombose, Embolie, Lagerungsschaden sein.

► **Drainagen.** Hier sind zu nennen: Mediastinaldrainage, Pleuradrainage, Perikarddrainage. Bis zum 1. postoperativen Tag werden die Drainagen an den Sog angeschlossen, danach reicht ein Wasserschloss aus. Blutverluste sind nicht immer über die Drainagen sichtbar, es sollte immer auch an das Auftreten eines Hämatothorax oder einer Perikardtamponade gedacht werden.

Aspekte nach Koronarbypass

Der koronarchirurgisch frisch operierte Patient macht i. d. R. wenig Probleme auf der Intensivstation, vorausgesetzt, es lag keine manifeste Herzinsuffizienz vor.

Spezifische Komplikationen sind:
- Kammerflimmern als Ausdruck einer akuten Koronarinsuffizienz (Spastik oder Verschluss der nativen Gefäße oder Bypassgefäße, v. a. bei arterieller Revaskularisierung mit A. mammaria oder A. radialis)
- Hypotonie als Ausdruck der myokardialen Pumpschwäche
- Extrasystolen bei Elektrolytstörungen (v. a. Kaliummangel)

22.4.3 Komplikationen

Postoperativ können v. a. 3 Situationen eine Bedrohung des Patienten darstellen. Dies sind:
- Nachblutung
- Perikardtamponade
- perioperative Infarzierung des Herzmuskels

Als vorübergehende Reaktion auf die vorausgegangene Operation kann eine gewisse Kreislaufinsuffizienz auftreten. Kommen die o. g. Störungen hinzu, kann die Summation zum ungenügenden kardialen Auswurf führen. Dieser wird als Low Cardiac Output (LOS: Low-Output-Syndrome, s. u.) bezeichnet und muss umgehend behandelt werden.

Blutungen

Diese treten v. a. in der frühen postoperativen Phase auf. Zunächst werden Gerinnungsstörungen ausgeschlossen:

- Labor: Bestimmung der globalen Gerinnungsparameter, Bestimmung der Activated Clotting Time (ACT). Bei Werten der ACT über 150 s: 3 000–5 000 IE Protamin applizieren (Grund: evtl. ungenügende Heparin-Antagonisierung intraoperativ)

Liegen keine Gerinnungsstörungen vor, erfolgt eine Reoperation insbesondere bei:

- 200 ml Blutverlust/h über mehr als eine Stunde
- 1200 ml Blutverlust in den ersten 6 h nach der Operation
- anhaltendem Blutverlust mit Kreislaufinstabilität

Perikardtamponade

Diese Komplikation tritt meist früh postoperativ auf, kann aber in seltenen Fällen auch im Spätverlauf beobachtet werden. Da Blutansammlungen im Mediastinum und Perikard nach Herzoperationen unvermeidlich sind, werden Drainagen eingelegt. Nach Einsetzen der Blutgerinnung können Koagel die Drainagen verstopfen oder Drainagen können abknicken. Hierdurch wird das Herz vom umgebenden Blut in seiner Bewegung eingeschränkt. Es kommt v. a. zur Minderung der diastolischen Füllung (Vorlastreduktion) mit einem Abfall des Blutdrucks. Zur Aufrechterhaltung des benötigten HZV werden körpereigene Gegenmechanismen eingeleitet wie die Steigerung der Herzfrequenz.

Eine Tamponade deutet sich durch Blutdruckabfall, Tachykardie und ZVD-Anstieg an. Aus diesem Grund wird die ZVD-Kurve (mit adäquaten Alarmgrenzen) kontinuierlich angezeigt. In der Echokardiografie ist eine deutliche Flüssigkeitsansammlung im Perikard zu erkennen.

► **Therapie.** Es wird eine sofortige Rethorakotomie mit Entfernen des Blutes und evtl. zusätzlicher Drainage durchgeführt. Blutungsquellen werden chirurgisch versorgt.

Kreislaufversagen (low cardiac output)

Kreislaufversagen tritt als akute Störung der frühen postoperativen Phase auf. Es zeigen sich Parameter ungenügender Herzauswurfleistung.

Klinische Symptome des Kreislaufversagens sind Unruhe, kühle und feuchte Haut, Zyanose.

Folgende Befunde lassen sich erheben:

- systolischer Blutdruckabfall (< 80 mmHg)
- nachlassende Urinmenge (< 0,5 ml/kg/h)
- verringerte gemischt venöse Sättigung SvO_2 < 50 % (Norm: 70–75 %)
- verringerter Herzindex (CI < 2,0 l/min pro m^2, Norm: > 2,5 l/min pro m^2)

► **Bypassversagen.** Der Verdacht auf ein Bypassversagen (und damit myokardialer Mangelversorgung) liegt vor bei:

- EKG-Veränderungen (Ischämiezeichen: ST-Strecken Senkung; Infarktzeichen: ST-Strecken Hebung),
- gesteigerte Freisetzung von Herzenzymen (CK-MB, LDH, Troponin),
- akuter Arrhythmie (z. B. Kammerflimmern).

Andere Ursachen (Herzinsuffizienz bei fortgeschrittenen Klappenvitien oder Volumenmangel durch Dehydratation oder Blutung) müssen ausgeschlossen werden.

► **Therapie.** Die Therapie erfolgt mit Katecholaminen (S. 491) und Phosphodiesterase-III-Hemmern (S. 493):

- **Noradrenalin:** bei hyperdynamer LV-Funktion und niedrigem systemischen Widerstand (z. B. Vasodilatation nach rascher Wiederaufwärmung an der Herz-Lungen-Maschine)
- **Dobutamin:** bei grenzwertigem HZV und mäßig erhöhtem systemischen Widerstand
- **Dopamin** (nur noch selten gebraucht): bei mäßiger Reduktion des HZV und erniedrigtem arteriellen Blutdruck
- **Adrenalin:** bei grenzwertigem HZV ohne Tachykardie oder ventrikulären Extrasystolen
- **Phosphodiesterase III-Hemmer** (Amrinon, Enoximon, Milrinon): bei reduziertem HZV mit ungenügender Reaktion auf Katecholamine (s. u.)

Kardiogener Schock

Definition

Das akute oder protrahierte Auftreten eines Kreislaufversagens mit Zusammenbruch der Organfunktionen wird unter dem Oberbegriff **Schock** zusammengefasst. Als Endzustand ist der Schock eine Verkettung pathophysiologischer Vorgänge, denen der Organismus aus eigener Kraft nur ungenügend oder gar nicht entgegenwirken kann.

Die grundlegende Ursache eines kardiogenen Schocks ist meist ein reduziertes HZV, das in letzter Konsequenz zu einer Dysregulation in der Mikrostrombahn mit unzureichender Versorgung der Gewebe mit Sauerstoff führt. Manifeste hypoxische Organschäden entwickeln sich, wenn der arterielle Blutdruck längerfristig unter 90 mmHg systolisch bzw. der Mitteldruck unter 60 mmHg abfallen. Im Extremen kann ein Multiorganversagen die Folge sein. Unterschieden werden 5 Schockformen, hier wird lediglich der kardiogene Schock dargestellt. Die anderen Schockformen werden in Kap. „Herz-Kreislauf-Regulation“ (S. 232) dargestellt.

► **Ursachen.** Hier sind zu nennen: Herzinfarkt (70 %), akute dekompensierte Herzinsuffizienz, Kardiomyopathie, Herzrhythmusstörungen, entzündliche Herzerkrankungen, akute Klappeninsuffizienzen, Perikardtamponade oder Perikarditis. Als extrakardiale Ursachen können eine akute Lungenembolie mit primärem Rechtsherzversagen vorliegen oder ein Spannungspneumothorax.

► **Symptome.** Die Schocksymptomatik zeichnet sich aus durch:

- arterielle Hypotension, MAP < 60 mmHg
- Anstieg von PAP und PCWP und SVR
- Tachykardie, Rhythmusstörungen
- Dyspnoe, Zyanose, Lungenödem
- Schwitzen, Oligurie, Bewusstseinstrübung

Die schlechte Kontraktilität und das niedrige HZV führen zur Volumenüberladung mit pulmonalem Stauungsödem.

► **Therapie.** Die Therapie des Schocks (wie beim Low Cardiac Output) wird häufig mit einem erweiterten hämodynamischen Monitoring gesteuert, um Parameter wie HZV, LVEDV oder Lungenwasser und gemischt venöse Sauerstoffsättigung zu bestimmen.

Ziel der Therapie ist die Wiederherstellung einer ausreichenden Pumpfunktion:

- Katecholamine (Dobutamin) zur Steigerung der Kontraktilität
- Nitrate zur Reduktion der Vorlast
- Phosphodiesterasehemmer zur Senkung der Nachlast und Steigerung der Kontraktilität
- vorsichtige Volumengabe zur Optimierung der Vorlast
- Angepasste Beatmung (PEEP ↑, FiO_2 ↑) zur Verbesserung der Oxygenierung
- Nierenersatztherapie

22.5 Kardiovaskuläre Medikamente (Katecholamine, Vasodilatatoren, Inodilatatoren)

22.5.1 Katecholamine

Definition

Katecholamin ist die Gruppenbezeichnung für die biogenen, aromatischen Amine Adrenalin, Noradrenalin und deren Vorstufe Dopamin, die v. a. im Nebennierenmark gebildet werden.

In den Zellen des Nebennierenmarks wird zu 95 % das endokrin wirksame Adrenalin ausgeschüttet; 5 % der Zellen des Nebennierenmarks schütten Noradrenalin aus. Hinzu kommen in der medikamentösen Therapie als synthetische Abkömmlinge das Dobutamin und das Dopexamin.

Katecholamine haben an den sympathischen Alpha- und Betarezeptoren des Herz-Kreislauf-Systems eine stimulierende Wirkung.

Alpha-Rezeptoren

Die Alpha-Rezeptoren werden in die Gruppe der α_1- und α_2-Rezeptoren unterschieden. Die α_1-Rezeptoren befinden sich überwiegend im Bereich des Gefäßsystems und wirken dort auf die glatte Muskulatur, wodurch maßgeblich der Tonus der Gefäße bestimmt wird. Eine Stimulation der Rezeptoren führt zu einer Vasokonstriktion.

Die α_2-Rezeptoren befinden sich zum einen im sympathischen Hirnstamm und bestimmen hier den Sympathikotonus, und zum anderen am postganglionären sympathischen Neuron und hemmen dort die Noradrenalinausschüttung.

Beta-Rezeptoren

Auch die Beta-Rezeptoren können in 2 Gruppen, die β_1- und β_2-Rezeptoren differenziert werden. Die β_1-Rezeptoren finden sich überwiegend am Herzen und führen bei Stimulation zu folgenden Reaktionen:

- positiv chronotrop → Steigerung der Herzfrequenz
- positiv inotrop → Steigerung der Kontraktilität
- positiv dromotrop → Steigerung der Reizleitungsfähigkeit
- positiv bathmotrop → Herabsetzung der Reizschwelle am Herzen und Steigerung der Erregbarkeit

Die β_2-Rezeptoren befinden sich überwiegend an den Bronchien und führen dort zu einer Bronchodilatation. Sie wirken aber auch im Bereich der Gefäße (Vasodilatation) und im Bereich des Uterus (Hemmung der Wehentätigkeit).

► **Down-Regulation.** Bei einer längerfristigen gesteigerten Katecholaminwirkung/-zufuhr kommt es zu einer zunehmenden Unerregbarkeit des β_1-Rezeptors (Down-Regulation). Dies führt dazu, dass weniger Rezeptoren für die Kreislaufregulation zur Verfügung stehen. Besonders bei Intensivpatienten kommt es nach einer längeren Phase der Stimulierung des sympathoadrenergen Systems zu einer verminderten Wirksamkeit von externen Katecholaminen.

Dopamin-Rezeptoren

Die Dopamin-Rezeptoren teilen sich in die DA1-Rezeptoren und die DA2-Rezeptoren. Die Erregung der DA1-Rezeptoren führt zu einer Vasodilatation im Bereich der zerebralen Gefäße, der Koronarien, der renalen und mesenterialen Gefäße. DA2-Rezeptoren werden vielfach im postsynaptischen-sympathischen Neuron und im zentralen Nervensystem erregt. Die therapeutische Wirkung des Dopamin auf die DA2-Rezeptoren im Gehirn kann vernachlässigt werden, da medikamentös appliziertes Dopamin nicht die Blut-Hirn-Schranke passieren kann.

Indikationen zur Katecholamintherapie

Die Katecholamintherapie wird heute als konzeptionelles Vorgehen angesehen. Das heißt, dass Empfehlungen für eine Therapiestrategie nur dann sinnvoll sind, wenn zeitgleich hämodynamische Zielkriterien und -größen vorgegeben sind. Zielkriterien, z. B. während eines septischen Schocks, sind:

- Sicherstellung des globalen O_2-Angebotes durch Gabe von Dobutamin
- Optimierung der kardialen Vorlast (auch durch Volumengabe!)
- Optimierung der Parameter der Organperfusion und Organoxygenierung (z. B. Diurese, regionales CO_2 der Magenmukosa, Serum-Laktat)
- Optimierung des arteriellen Perfusionsdrucks durch Gabe von Noradrenalin

Arten von Katecholaminen

Adrenalin (Epinephrin)

Adrenalin führt zu einer deutlich positiven Chronotropie, Inotropie und Steigerung der Kontraktionsgeschwindigkeit am Herzen durch die Stimulation der β_1–Rezeptoren. Beachtet werden muss, dass diese Steigerungen mit einem deutlichen Anstieg des myokardialen Sauerstoffverbrauchs einhergeht und zeitgleich das Risiko von Arrhythmien steigt.

Weiterhin stellt Adrenalin einen hoch wirksamen Vasopressor (α_1-Wirkung) dar und kann somit durch Steigerung des peripheren Widerstandes zur Blutdrucksteigerung eingesetzt werden.

► **Indikationen.** Indikationen für Adrenalin sind:

- Reanimation (S. 242)
- Low Cardiac Output
- anaphylaktischer Schock
- Status asthmaticus

► **Nebenwirkungen.** Hierzu gehören:

- Vasokonstriktion des renalen und mesenterialen Stromgebietes mit der Gefahr von Darmischämien. Aus diesem Grund sollte auf den Einsatz von Adrenalin im Rahmen der Sepsis-Therapie verzichtet werden.
- Erhöhung des myokardialen Sauerstoffverbrauchs
- Tachykardie, Herzrhythmusstörungen
- Anstieg des pulmonalarteriellen Drucks und damit der rechtsventrikulären Nachlast
- Steigerung der Glykogenese mit ggf. folgender Hyperglykämie.

Noradrenalin (Nor-Epinephrin)

Noradrenalin weist eine überwiegende Stimulation der α_1–Rezeptoren an den Gefäßen auf. Es bewirkt eine positive Inotropie durch geringe Stimulation der β_1-Rezeptoren bei gleichzeitiger Erhöhung der Nachlast bei peripherer Vasokonstriktion. Es kommt zur Steigerung der koronaren und zerebralen Perfusion durch eine Umverteilung des Blutflusses aus der Peripherie hinein in zentrale Kompartimente.

► **Indikationen.** Noradrenalin ist indiziert bei allen Schockzuständen, die mit einem erniedrigten peripheren Widerstand durch Vasodilatation einhergehen. Im Rahmen der Lungenembolie kommt Noradrenalin zur Regulierung der Vorlast und der Unterstützung des rechten Ven-

trikels zum Einsatz. Empfohlen wird Noradrenalin von der American Heart Association (AHA) und dem American College of Cardiology (ACC) als Mittel der Wahl beim kardiogenen Schock, wenn der systolische Blutdruck unter 80 mmHg liegt und die Sicherung des arteriellen Perfusionsdrucks vorrangig ist. Eine Kombination mit Dobutamin ist vielfach indiziert.

► **Nebenwirkungen.** Hier sind zu nennen:
- reflektorische Bradykardie
- Erhöhung des myokardialen Sauerstoffverbrauchs
- ventrikuläre Rhythmusstörungen
- Minderversorgung der Mesenterialgefäße
- Minderperfusion der arteriellen Endstrombahnen mit Akrozyanose bis hin zu Nekrosen (bei hoher Dosierung)

Dopamin

Das Dopamin spielt als körpereigener Neurotransmitter und als Zwischenprodukt der Noradrenalin- und Adrenalinsynthese eine entscheidende Rolle. Welche Wirkung durch Dopamin hervorgerufen wird, hängt entscheidend von der Dosierung ab.

Im niedrig dosierten Bereich zwischen 1–3 µg/kg/min kommt es v. a. zu einer deutlichen Wirkung an den DA1-Rezeptoren mit einer Vasodilatation im Bereich des Splanchnikus und weniger der Nieren. Bei einer Applikation von 2–10 µg/kg/min überwiegen zunehmend Effekte der β_1-Rezeptoren-Stimulation, wie positive Inotropie und positive Chronotropie. Bei weiterer Steigerung in einen Bereich von 5–20 µg/kg/min überwiegt die Stimulation von α_1-Rezeptoren mit einer Steigerung des peripheren Widerstandes.

► **Indikationen.** Die Gabe von Dopamin ist deutlich zurückgegangen, da es eine Vielzahl von Studien gibt, die eine routinemäßige Therapie mit Dopamin nicht rechtfertigen. Dopamin wird noch zur Kontraktilitätssteigerung bei akuter Herzinsuffizienz verwendet.

► **Nebenwirkungen.** Hier sind zu nennen:
- Tachykardie bei hohen Dosierungen
- Erhöhung des myokardialen Sauerstoffverbrauchs
- Übelkeit, Erbrechen, Kopfschmerzen

Dobutamin

Dobutamin ist ein synthetisches Katecholamin und wirkt zum überwiegenden Teil an β_1-Rezeptoren. Am Herzen führt Dobutamin entsprechend seiner β_1-Stimulation zu einer positiven Inotropie. Dobutamin wirkt zu einem geringen Teil auf die β_2-Rezeptoren und kann hier v. a. zu Beginn der Therapie zu einer peripheren Vasodilatation, begleitet mit Blutdruckabfall und erheblicher Tachykardie führen. Wird diese entsprechend mit Volumen therapiert, so bewirkt Dobutamin eine Verbesserung der Herzleistung mit nur geringer Erhöhung des kardialen Sauerstoffbedarfs. Die Nachlastsenkung verbessert wiederum die Herzarbeit. Dobutamin steigert zusätzlich den hepatischen Blutfluss und die Perfusion der Magenmukosa.

► **Indikationen.** Die Linksherzdekompensation und der kardiogene Schock stellen eine häufige Indikation für Dobutamin dar. Auch in der Therapie des septischen Schocks wird Dobutamin zur Steigerung der Inotropie eingesetzt. Bei schweren Hypotonien nicht kardialer Ursache kann Dobutamin in Kombination mit Noradrenalin verwendet werden.

► **Nebenwirkungen.** Hierzu gehören u. a.:
- Hemmung der Thrombozytenaggregation
- Zunahme des intrapulmonalen Rechts-Links-Shunts
- Arrhythmien, Tachykardie, Angina pectoris
- Cave:
  - Nach Absetzen sind reaktive Blutdruckabfälle möglich (indirekte Stimulation von β_2-Rezeptoren)
  - Wirkungsverlust in Kombination mit Natriumhydrogenkarbonat und Furosemid

Dopexamin

Das ebenfalls synthetische Dopexamin hat eine stark adrenerge Wirkung auf β_2- und DA1-Rezeptoren, sowie geringfügig auf β_1-Rezeptoren. Dopexamin besitzt eine positiv inotrope Wirkung. Hinzu kommt eine Verbesserung der Perfusion im Splanchnikusgebiet.

► **Indikationen.** Eine Dopexamin-Therapie wird nur selten durchgeführt, wissenschaftliche Daten liegen bisher v. a. für Patienten mit Low-Output-Syndrom nach kardiochirurgischen Eingriffen sowie wenige Daten zur Behandlung septischer Patienten vor.

Applikation von Katecholaminen

Die Gabe von Katecholaminen erfolgt immer über einen ZVK unter strenger Überwachung der Vitalfunktionen, da es sich um höchstpotente Pharmaka mit sehr kurzer Halbwertzeit handelt. Die Steuerung der Katecholamintherapie mithilfe eines erweiterten Monitorings wie HZV-Messung oder Messung der peripheren und zentralen Widerstände kann bei schweren, kaum beherrschbaren Zuständen indiziert sein.

Die Gabe von Katecholaminen sollte immer mittels Spritzenpumpe über ein separates Infusionslumen erfolgen. Multilumen-Katheter bieten sich hier besonders an, um einerseits exakt kontinuierliche Gaben zu ermöglichen, andererseits um Inkompatibilitäten von Medikamenten zu vermeiden. Dabei ist Folgendes zu beachten:
- Messungen (ZVD) oder Bolusapplikationen weiterer Substanzen über dieses Lumen sind unbedingt zu unterlassen.
- Akzidentielle Verschlüsse, z. B. durch Abknicken von Leitungen, müssen vermieden werden.
- Spritzenpumpen mit Katecholaminen sollten möglichst auf Herzhöhe angebracht sein und in der vertikalen Position (z. B. beim Transport) nicht verändert werden, um Veränderungen des hydrostatischen Drucks zu vermeiden (können zu signifikanten Blutdruckveränderungen v. a. im Bereich der Pädiatrie und Neonatologie führen).
- Abschaltdruck auf der niedrigsten Stufe einstellen.
- Bei der Herstellung der Lösung sollte möglichst eine stärkere Verdünnung gewählt werden, um das Risiko von Blutdruckspitzen durch unbeabsichtigte Bolusgaben zu minimieren.
- Höhere Laufraten sind weniger störanfällig und sicherer für die Kreislaufsituation als niedrige Geschwindigkeiten.
- Die Konzentration der einzelnen Katecholamine muss innerhalb der stationären Einheit oder beim Wechsel in eine andere Abteilung zweifelsfrei sein.

► **Wechsel der Infusionsspritze.** Die Infusionsspritze sollte mit größter Aufmerksamkeit gewechselt werden, um Bolusgaben oder Unterbrechungen der Therapie zu vermeiden. Bei höheren Laufgeschwindigkeiten ist eine zweite Spritzenpumpe zur überlappenden und damit unterbrechungsfreien Gabe empfehlenswert. Eine genaue Empfehlung, ab wann eine Überlappung angezeigt ist, kann nicht gegeben werden, da es zum einen auf die (routinierte) Handhabung der wechselnden Person ankommt, aber auch auf die verwendete Wirkstoffkonzentration.

► **Lufteinschlüsse in der Infusionsspritze.** Diese können zu Veränderungen der Compliance des Spritzenpumpen-Infusionssystems und damit zu Wirkstoffschwankungen im Blut führen. Dadurch kann der Okklusionsalarm verzögert werden (bis zu einer Stunde) sowie die Auswirkung von vertikalen Positionsverände-

rungen deutlich verstärkt werden (Schulz et al. 2000). Zusätzlich können unbemerkte Luftblasen in der Infusionsleitung zu minutenlangen Unterbrechungen der Zufuhr und damit zu hämodynamischen Schwankungen führen.

22.5.2 Vasodilatatoren

Vasodilatatoren werden zur Senkung der Vor- und/oder Nachlast eingesetzt. Sie gehören zu den Antihypertensiva und bewirken durch die Erweiterung der venösen Gefäße eine Reduktion des venösen Rückstroms zum Herzen (Vorlast-Senkung). Werden sie höher dosiert, kommt es zu einer Abnahme des peripheren Widerstandes (Nachlast-Senkung). Somit senken sie auch den Blutdruck.

Zu dieser Stoffgruppe gehören Nitrate, Nitroprussid-Natrium, Dihydralazin und einige Kalziumantagonisten.

Nitroglycerin

Die Anwendung von Nitroglycerin wird in Kap. 22.2.1 Hypertension, hypertensive Krise (S. 482) beschrieben.

Nitroprussid-Natrium

Nitroprussid-Natrium wirkt stark vasodilatierend und darf nur bei invasiver Blutdrucküberwachung eingesetzt werden. Es senkt die Vor- und Nachlast und kann zu starken Blutdruckabfällen führen. Des Weiteren besteht die Gefahr einer Cyanid-Intoxikation (Blausäure) bei Langzeitanwendung bzw. höherer Dosierung. Als Antidot muss ab einer bestimmten Dosierung z. B. Natrium-Thiosulfat infundiert werden.

► **Indikationen.** Akute Linksherzinsuffizienz mit Hypertonus, intraoperativ bei Operationen an der Aorta, hypertensive Krise.

► **Nebenwirkungen.** Massiver Blutdruckabfall, reflektorische Tachykardie, Cyanid-Indikation. Das Präparat ist lichtempfindlich und wird unter Lichteinfluss instabil.

Dihydralazin

Dihydralazin (Nepresol) wirkt nur auf arterielle Gefäße dilatierend und wird primär zur Blutdrucksenkung eingesetzt.

Kalziumantagonisten

Kalziumantagonisten, z. B. Nifedipin (Adalat), hemmen den Kalzium-Einstrom in die Zellen durch Blockierung der Kalzium-Kanäle. Nifedipin bewirkt in erster Linie eine Blutdrucksenkung durch arterielle Vasodilatation.

► **Indikationen.** Angina pectoris, arterieller Hypertonus.

► **Nebenwirkungen.** Reflextachykardie, Kopfschmerzen, Übelkeit, Obstipation.

22.5.3 Inodilatatoren

Hierzu gehören die Phosphodiesterase-III-Hemmer wie Enoximon (Perfan®), Milrinon (Corotrop®) und Amrinon (Wincoram®). Phosphodiesterasen sind eine Gruppe von Enzymen, die zahlreiche Prozesse im Körper beeinflussen. Phosphodiesterasehemmer sind Medikamente, die diese Enzyme in ihrer Aktivität blockieren. Durch die Blockade erhöht sich der intrazelluläre cAMP-Spiegel (cAMP = ein Botenstoff im Zellinneren) mit der Folge eines Anstiegs des intrazellulären Kalziums und einer reaktiven Gefäßweitstellung durch Senkung des Gefäßtonus. Gleichzeitig wird durch vermehrte intrazelluläre Kalzium-Bereitstellung eine positiv inotrope Wirkung erzielt (daher der Begriff Inodilatatoren).

► **Indikationen.** Therapierefraktäre Herzinsuffizienz, nach kardiochirurgischen Eingriffen, Überbrückung bis zur Herztransplantation.

► **Nebenwirkungen.** Blutdruckabfall (durch Vasodilatation), ventrikuläre Rhythmusstörungen, gastrointestinale Beschwerden, Kopfschmerzen.

22.5.4 Kalziumsensitizer

Die Substanz Levosimendan ist ein sog. Kalziumsensitizer, welcher das Myokard empfindlicher macht für die (inotropen) Effekte von Kalzium, ohne gleichzeitig die intrazelluläre Kalziumkonzentration zu beeinflussen. Zusätzlich kommt es zu einer Öffnung ATP-abhängiger Kaliumkanäle mit der Folge einer Vasodilatation der Koronararterien sowie der systemischen Gefäße (venös und arteriell). Klinisch wird hierdurch sowohl eine verbesserte Inotropie als auch eine Optimalisierung der Relaxation des Herzens erzielt. Zu Begin der Therapie kommt es zu einer dosisabhängigen hämodynamischen Verbesserung bei Patienten mit (chronischer) Herzinsuffizienz. Bei längerer Applikation (24 h und länger) kommt es neben einer dosisabhängigen Steigerung des Herzindex und des Schlagvolumens zu einer ebenfalls dosisabhängigen Reduktion des arteriellen und pulmonalarteriellen Mitteldrucks sowie der ventrikulären Füllungsdrücke.

► **Indikationen.** Therapierefraktäre Herzinsuffizienz (kurzfristige Therapie), nach kardiochirurgischen Eingriffen.

► **Nebenwirkungen.** Blutdruckabfall (durch Vasodilatation), Tachykardie bei höherer Dosierung.

22.6 Mechanische Kreislaufunterstützungssysteme

22.6.1 Intraaortale Ballonpumpe (IABP)

Merke

Die intraaortale Ballongegenpulsation dient der Unterstützung und Entlastung des linken Ventrikels.

Es wird ein Ballonkatheter über die A. femoralis in die thorakale Aorta eingebracht und unterhalb der linken A. subclavia positioniert (▶ Abb. 22.3). Der Ballon hat ein Füllungsvolumen von ca. 50 ml und wird zu Beginn der Diastole mit Helium gefüllt (Inflation). Die Triggerung erfolgt entweder über das EKG (R-Zacke) oder den arteriellen Blutdruck. Durch die Inflation wird eine Pulswelle in der Aorta in beide Richtungen erzeugt. Während die nach peripher gerichtete Strömung unbedeutend ist, führt die herzwärts gerichtete, retrograde Strömung (Gegenpulsation) zu einer Steigerung des Blutflusses in den Koronararterien. Die so erzielte Zunahme der diastolischen Myokardperfusion wird als Verstärkung (Augmentation) bezeichnet und im abgeleiteten typischen Kurvenverlauf dokumentiert.

Unmittelbar vor der Systole wird der Ballon entleert (Deflation). Der dabei erzeugte Unterdruck (Sogeffekt) in der Aor-

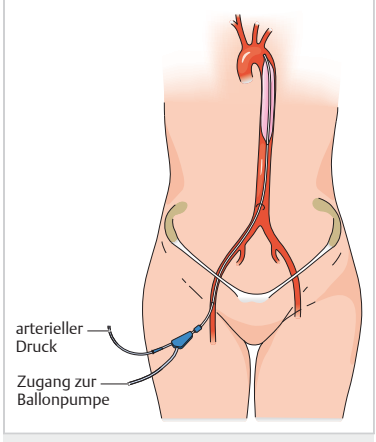


Abb. 22.3 Intraaortale Ballonpumpe. Schematische Darstellung einer implantierten IABP. (Ennker et al. 2002)

ta führt durch Reduktion des Widerstandes zur Erleichterung der Auswurftätigkeit des LV und trägt so zu seiner Entlastung (Nachlastminderung) bei. Insgesamt wird das Sauerstoffangebot erhöht und der myokardiale Sauerstoffverbrauch gesenkt.

Indikationen

Die Indikationen zur Anwendung einer IABP sind:
- myokardiales Pumpversagen mit Low-Cardiac-Output-Syndrom
- kardiogener Schock
- Komplikationen bei akutem Myokardinfarkt
- intraoperative Unterstützung der Hämodynamik bei kardiochirurgischen Eingriffen

Einstellung

Der Zustand der Ballonfüllung (Inflation-Deflation) in Abhängigkeit zum Herzzyklus muss exakt beachtet werden, um eine zusätzliche Belastung des ohnehin geschädigten Ventrikels zu vermeiden. Der Ballon sollte nicht länger als 30 min ohne Tätigkeit belassen werden (Gefahr der Thrombenbildung und Embolisation).

► **Einstellen der Inflation.** Die Ballonfüllung (Inflation) sollte exakt mit dem Aortenklappenschluss und damit mit Beginn der Diastole erfolgen. An der arteriellen Druckkurve ist dieser Zeitpunkt leicht an der Dikrotie (Zackeninzisur im abfallenden Schenkel) zu erkennen. Beim 2:1-Pumpvorgang wird die Inflationseinstellung so lange nachreguliert, bis die Druckkurve ein spitzes V bildet, dessen untere Spitze (in der gepumpten Kurve) sich mit der Dikrotie (in der ungepumpten Kurve) in gleicher Höhe einer waagerechten Linie befindet.

► **Einstellen der Deflation.** Im 2:1-Pumpmodus sollte die nicht gepumpte (ballonassistierte) Kurve ihr systolisches Maximum und diastolisches Minimum jeweils etwas tiefer gegenüber der Druckkurve (vor der Inflation) haben.

Komplikationen

Die häufigste Komplikation ist die Mangeldurchblutung des Beins infolge Verengung oder Verschlusses im Bereich der Punktionsstelle durch die liegende Schleuse.

Es können auch Perforationen entlang der arteriellen Gefäßstrecke mit Blutverlust nach abdominal (A. iliaca, Aorta abdominalis) und nach thorakal (Aorta descendens) entstehen. Ebenso kann es bei Fehllagen zu Verschlüssen der Mesenterialgefäße sowie der Nierenarterien kommen.

Entwöhnen

Der Zeitpunkt zum Entwöhnen und Entfernen der IABP ist nach Normalisierung der Kreislaufparameter erreicht. Für das praktische Vorgehen empfiehlt sich:
- Pumpmodus reduzieren (1:1, 1:2, 1:4).
- Katecholamintherapie reduzieren.
- Verstärkung der Ballontätigkeit am Gerät reduzieren.

Entfernen

Wurde die IABP perkutan über eine Punktion der Leistenarterie eingebracht, wird der Ballonkatheter gezogen und die Leiste 20 min manuell komprimiert und danach ein Druckverband für ca. 8–12 h angelegt.

Wurde die IABP nach Freilegung der Leistenarterie operativ eingebracht, wird der Katheter nach Eröffnen der Leistennaht unter sterilen Bedingungen entfernt. Anschließend wird die Arterie und die Wunde vernäht und ggf. eine Redon-Drainage eingelegt.

22.6.2 Impellerpumpe (axiale Schraubenpumpe)

Mittels einer axialen Schraubenpumpe kann Blut direkt im Herzen angesaugt und in der Aorta wieder ausgestoßen werden. Bei der Schraubenpumpe vom Typ Impella (▶ Abb. 22.4) befindet sich der elektrisch betriebene Micromotor im Bereich der Auslass-Stelle am Katheter, welcher perkutan oder chirurgisch über die Leistenarterie in den linken Ventrikel des Herzens vorgeschoben wird. Mittels der Impella können pro Minute bis zu 2,5 bzw. 5,0 Liter Blut im linken Ventrikel angesaugt und in der Aorta ascendens wieder ausgestoßen werden. Hierdurch kommt es zur Volumenentlastung des linken Ventrikels und in der Folge zur Reduktion der Herzarbeit und des myokardialen Sauerstoffbedarfs. Das Herz kann so auch für mehrere Tage entlastet werden. Dieses System arbeitet, im Gegensatz zur IABP, unabhängig vom Herzrhythmus, muss allerdings unter Röntgenkontrolle (Durchleuchtung) eingebracht und korrekt im linken Ventrikel platziert werden.

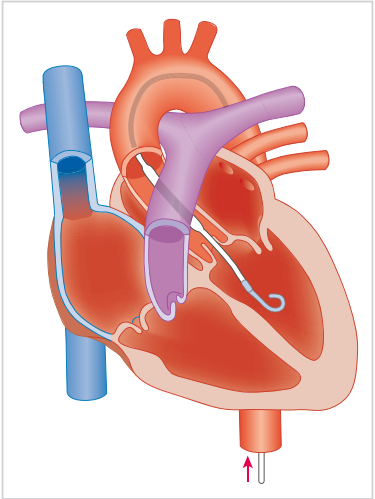


Abb. 22.4 Impellerpumpe. Schematische Darstellung einer implantierten Impellerpumpe.

► **Indikation.** Passagere Übernahme der Herzfunktion bei myokardialem Pumpversagen.

22.7 Extrakorporale Lungen- und Herz-Unterstützungssysteme

Bei den extrakorporalen Unterstützungssystemen, die auf einer Intensivstation zur Anwendung kommen, werden 2 Systeme unterschieden: die veno-venösen sowie die veno-arteriellen Systeme. Die Funktionsprinzipien sind ähnlich wie bei einer Herz-Lungen-Maschine mit einer Zentrifugalpumpe und einem Oxygenator. Für den Anschluss dieser Systeme ist i. d. R. der Kardiotechniker verantwortlich. Die Überwachung der Geräteeinstellung sowie das frühzeitige Erkennen von Veränderungen und drohenden Komplikationen nehmen bei der Pflege der Patienten einen hohen Stellenwert ein. Neben dem Standardmonitoring gehört bei diesen Patienten zusätzlich die Kontrolle der Extremitäten auf Hypoperfusion (kalte Extremitäten, fehlender peripherer Puls) zur Routineüberwachung. Die extrakorporalen Unterstützungssysteme stellen keine Kontraindikation für eine individuelle Aktivierung und Mobilisierung der Patienten dar.

22.7.1 Veno-venöse Unterstützung (ECMO)

Die veno-venöse ECMO (Extracorporeal Membrane Oxygenation) dient dazu, bei Patienten mit einem isolierten Lungenversagen ausschließlich die Lungenfunktion extern zu ersetzen. Dies bedeutet, dass für die Anwendung dieses Systems bei dem betroffenen Patienten eine uneingeschränkte kardiale Funktion notwendig ist.

► **Indikationen.** Die veno-venöse ECMO wird u. a. eingesetzt bei:
- peristierender Hypoxämie trotz adäquater Beatmung mit optimalem PEEP
- Hyperkapnie mit Azidose trotz lungenprotektiver Beatmungstherapie
- sehr hohen endexpiratorischen Beatmungsdrücken

► **Position der Kanülen im Gefäßsystem.** Am häufigsten wird die Entnahmekanüle über die V. femoralis bis in den rechten Vorhof vorgeschoben. Die Rückgabekanüle wird meist in die V. jugularis interna eingebracht. Eine weitere Möglichkeit ist die Platzierung einer Doppellumenkanüle über die Jugularvene bis in die V. cava inferior. Entnahmestelle hierbei ist der Bereich der Vv. cavae superior und inferior, die Rückgabe des oxygenierten Blutes erfolgt also direkt im Bereich der Trikuspidalklappe.

22.7.2 Veno-arterielle Unterstützung (ECLS)

Die ECLS (Extracorporeal Life Support), auch als va-ECMO bezeichnet, kommt bei einem isolierten Herz-Versagen oder bei einem kombinierten Herz-Lungenversagen zur Anwendung (► Abb. 22.5). Das Blut wird venös entnommen, im Oxygenator mit Sauerstoff aufgesättigt und unter Umgehung des Herzens direkt in ein arterielles Gefäß geleitet (Parallelkreislauf). Hierdurch wird neben dem Ersatz der Lungenfunktion v. a. auch das Herz entlastet.

► **Indikationen.** Mögliche Indikationen für die va-ECMO sind u. a.:
- kardiogener Schock
- Low-Cardiac-Output-Syndrom
- präventive Entlastung des Herzens

Abb. 22.5 Extrakorporale Membranoxygenierung (ECMO).

Position der Kanülen im Gefäßsystem

Die Entnahmekanüle liegt meist in der V. femoralis, die Rückgabekanüle kann in der A. subclavia oder der A. femoralis oder ggf. anderen Arterien eingelegt werden.

22.8 Herzrhythmusstörungen

Die elektrophysiologischen Grundlagen sind im Kap. „Elektrokardiografie“ (S. 236) dargestellt.

22.8.1 EKG-Auswertung

Hierbei hat es sich bewährt, nach folgendem Schema vorzugehen:
1. Frequenzbestimmung (Bradykardie, Tachykardie)
2. Analyse der P-Wellen (Grundrhythmus)
3. Analyse des QRS-Komplexes (Lagetyp, Blockierungen)
4. Analyse der ST-Strecke und T-Welle (Endstreckenveränderungen)

► **P-Welle.** Anhand der P-Welle wird der Grundrhythmus festgestellt: Sinusrhythmus oder kein Sinusrhythmus. Die Diagnose einer Rhythmusstörung wird anhand der Beziehung der P-Welle zum Kammerkomplex gestellt. Zu beantworten sind folgende Fragen:
- Werden die P-Wellen jeweils von einem QRS-Komplex gefolgt?
- Wie ist der PQ-Abstand?
- Treten sie regelmäßig auf (gleicher Abstand der P-Wellen untereinander)?

► **QRS-Komplex.** Bei der Analyse des QRS-Komplexes wird dessen Größe und Breite analysiert. Zur Bestimmung des Lagetyps (normal: R-Maximum in Ableitung II) wird die R-Zacke beurteilt. Die Breite des QRS-Komplexes in den Brustwandableitungen lässt Schenkelblockierungen erkennen.

► **Endstrecke.** Veränderungen der ST-Strecke sind ein wichtiges Kriterium in der Ischämiediagnostik des Myokards. Eine ST-Hebung bedeutet:
- Ischämie (z. B. Infarkt: Hinterwand in II, III, aVF oder Vorderwand in I, aVL, V1–V4)
- Perikarditis

Eine Senkung ist zumeist auf eine reversible Ischämie (bei Belastung, Spasmus; kein Infarkt) oder eine Myokarditis (stark wechselndes EKG-Bild während der Erkrankung) zurückzuführen.

22.8.2 Systematik der Herzrhythmusstörungen

Rhythmusstörungen werden folgendermaßen unterschieden:
- frequenzabhängig (Bradykardie, Tachykardie)
- ortsabhängig (supraventrikulär, ventrikulär)

Rhythmusstörungen werden differenziert in (► Tab. 22.2):
- Störungen der Erregungsbildung
- Störungen der Erregungsleitung

Schnelle Rhythmusstörungen

Sinustachykardie

Sinusrhythmus mit einer Frequenz über 100/min. Die Sinustachykardie (► Abb. 22.6) ist physiologisch bei Fieber, Schmerzen oder Angst. Pathologische Ursachen sind Herzinsuffizienz, Lungenembolie, Volumenmangel, Schock, Ateminsuffizienz. Die Therapie besteht im Abklären und Behandeln der Ursachen.

Absolute Arrhythmie bei Vorhofflimmern

Die absolute Arrhythmie bei Vorhofflimmern geht häufig mit einer Tachykardie (Tachyarrhythmia absoluta) einher, aber es gibt auch normfrequente oder bradykarde (Bradyarrhythmie) Formen.

Beim Vorhofflimmern ist nicht mehr der Sinusknoten der Schrittmacher des Herzens, sondern mehrere schnelle ektopische Schrittmacherzentren in den Vorhöfen. Die schnellen Erregungen treffen auf den AV-Knoten und werden dort nur unregelmäßig weitergeleitet. Die Folgen sind flimmernde Vorhöfe, die sich nicht

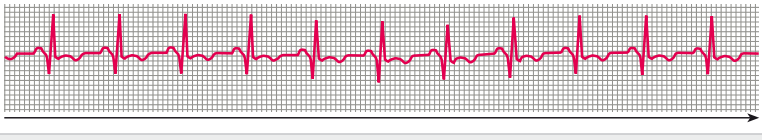


Abb. 22.6 Sinustachykardie. Typische Merkmale einer Sinustachykardie sind schneller Grundrhythmus, regelmäßige Abstände der R-Zacken und regelmäßige Abstände der P-Wellen.

Tab. 22.2 Differenzierung unterschiedlicher Herzrhythmusstörungen.

Störungen der Erregungsbildung	
1. im Vorhofbereich	**2. im Kammerbereich**
• **Sinustachykardie:** HF > 100/min • **Sinusbradykardie:** HF < 60/min • **supraventrikuläre Extrasystolen** • **Vorhofflattern, Vorhofflimmern** (Flattern: bis 350/min; Flimmern: über 350/min)	• **ventrikuläre Extrasystolen** • **Kammerflattern, Kammerflimmern** (Flattern: bis 250/min; Flimmern: über 250/min)
Störungen der Erregungsleitung (Verzögerung oder Unterbrechung der Leitung)	
Ursachen der langsamen Rhythmusstörungen	Ursachen der schnellen Rhythmusstörungen
Herzblock: I. Grades (verzögerte Leitung) II. Grades (gelegentlich unterbrochene Leitung) III. Grades (vollständig unterbrochene Leitung) • als Leitungsstörung vom Sinusknoten zum Vorhof: sinuatrialer Block (SA-Block) • als Leitungsstörung vom Vorhof zur Kammer: atrioventrikulärer Block (AV-Block)	**AV-Knoten Tachykardie** durch kreisende Erregungen (Reentry-Tachykardie) = angeborene Anomalie des AV-Knotens, gekennzeichnet durch Vorhandensein von mindestens 2 Bahnen (einer schnell und langsam leitenden Bahn); stellt etwa 60 % aller supraventrikulären Tachykardieformen dar, meist ohne klinische Bedeutung. (z. B. anfallsweises Herzrasen, oft mit Harndrang)
intraventrikulärer Block: Schenkelblock Links- oder Rechtschenkelblock, komplett, inkomplett	**Präexzitation:** fehlende physiologische Verzögerung der Erregungsleitung im AV-Knoten → Kammern werden vorzeitig erregt, aber auch umgekehrt kann eine Kammererregung zu den Vorhöfen geleitet werden (= Präexzitation oder zu frühe Erregung) durch zusätzliche (akzessorische) Leitungsbahnen vom Vorhof zur Kammer. Sie stellt etwa 30 % aller supraventrikulären Tachykardieformen dar. • Beispiel: Wolff-Parkinson-White-Syndrom tritt ebenfalls als anfallsweises Herzjagen auf. • Bedeutung: Gefahr des Kammerflimmerns bei Auftreten von Vorhofflimmern (infolge schneller Überleitung). • Behandlung: Ablation der Bahnen bei klinischer Relevanz (Verödung mittels thermischer Energie).

mehr kontrahieren und unregelmäßige Kammeraktionen (absolute Arrhythmie, ▶ Abb. 22.7).

Vorhofflimmern ist hämodynamisch ungünstig: Die fehlende Kontraktion der Vorhöfe führt zu einer verminderten Füllung der Ventrikel (bis zu 15 % weniger Blutvolumen), hierdurch sinkt das Schlagvolumen und in der Folge das Herzzeitvolumen. In den flimmernden Vorhöfen können sich Thromben durch den unzureichenden Auswurf des Blutvolumens bilden, dadurch besteht ein erhöhtes Schlaganfallrisioko.

Für ein Vorhofflimmern können verschiedene Erkrankungen verantwortlich sein wie z. B. eine chronische Überdehnung der Vorhöfe durch Herzklappenstenosen, Cor Pulmonale oder bei akutem Auftreten eine Lungenarterienembolie. Auch eine KHK, entzündliche Herzerkrankungen und andere nicht kardiale Ursachen wie z. B. eine Hyperthyreose oder Alkoholismus können Vorhofflimmern auslösen. ▶ Abb. 22.7).

Wird ein Sinusrhythmus wiederhergestellt, kontrahieren sich die Vorhöfe wieder normal und es können ggf. im Vorhof vorhandene Thromben in die arterielle Strombahn gelangen und zu Embolien (Hirn, Lunge, Nierenarterien, Beinarterien) führen.

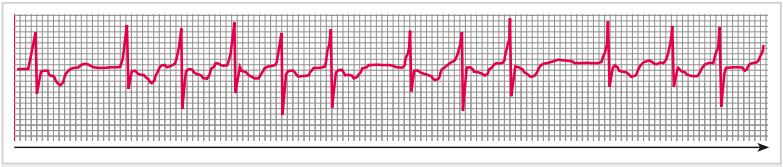


Abb. 22.7 Absolute Arrhythmie bei Vorhofflimmern. Merkmale einer absoluten Arrhythmie sind schneller Grundrhythmus (> 100/min), unregelmäßige Abstände der R-Zacken und fehlende P-Wellen (dafür Flimmerwellen).

▶ **Maßnahmen.** Bei neu diagnostiziertem Vorhofflimmern sollte die Ursache gefunden werden. Ist keine Ursache zu finden, richtet sich die Therapie nach den Beschwerden des Patienten. Hat er keine Beschwerden oder Einschränkungen, muss nicht unbedingt eine spezifische Therapie erfolgen. Vorhofflimmern kann mit einer elektrischen Kardioversion oder medikamentös (s. u.) oder mit einer Katheterablation behandelt werden.

Bei länger bestehendem Vorhofflimmern (oder unklarer Dauer) sollte der Patient *vor* Rhythmisierung ausreichend antikoaguliert sein (INR: 2,5–3,0), Vorhofthromben müssen ausgeschlossen sein (Diagnostik mittels transthorakaler Echokardiografie). Bleibt das Vorhofflimmern auf Dauer bestehen, sollten Patienten mit einem hohen Schlaganfallrisiko eine lebenslange gerinnungshemmende Therapie (Vitamin K-Antagonisten, Thrombin-Inhibitoren) erhalten. Eine Behandlungsempfehlung für das Vorhofflimmern stellt die 2010 veröffentlichte Leitlinie der Europäischen Gesellschaft für Kardiologie dar.

▶ **Medikamentöse Therapie.** Diese richtet sich nach der Frequenz, so werden z. B. eingesetzt:

- Klasse I Antiarrhythmika wie Flecainid (Tambocor), Propafenon (Rytmonorm)
- Klasse-III-Antiarrhythmika wie Amiodaron oder Sotalol
- neue Antiarrhythmika wie Dronedaron, Vernakalant

▶ **Elektrische Therapie durch Kardioversion.** Tachykarde Rhythmusstörungen können neben der medikamentösen Therapie durch elektrische Kardioversion behandelt werden. Im Gegensatz zur Defibrillation erfolgt die Impulsabgabe getriggert durch die R-Zacke (synchronisiert) in der nicht vulnerablen Phase vor der T-Welle, also während der Refraktärphase (▶ Abb. 22.8). Bei der Kardioversion ist im

Gegensatz zur Defibrillation eine geringere Energiemenge ausreichend.

Das spezielle Vorgehen ist folgendermaßen:

1. Patienten an ein Basis-Monitoring anschließen: EKG (5-polig), NIBP, $pSaO_2$ mit QRS-Ton.
2. Infusion an venösen Zugang anschließen.
3. Sauerstoffmaske mit 2–4-l/min auflegen.
4. Patient eine kurz wirksame Analgosedierung applizieren (z. B. Propofol, Alfentanil).
5. Defibrillator-Klebeelektroden in anterior-posterior-Position anbringen (ggf. vorher Rasur): eine am Rücken auf dem linken unteren Schulterblatt und die andere links seitlich vom Sternum, möglichst herznah. Werden Handpaddels benutzt, muss ein Elektrodengel oder besser noch Gelpads verwendet werden.
6. Triggermodus auf synchron und einen Stromimpuls von 50 Joule (J) einstellen.
7. Stromstoß auslösen, wenn die Markierung der R-Zacken sichtbar ist (falls kein Erfolg, wird der Vorgang mit höherer Energie wiederholt).
8. Patienten weiter überwachen, bis er wieder wach ist.

Die Grundlagen zur Defibrillation sind im Kap. „Erweiterte lebensrettende Maßnahmen“ (S. 248) dargestellt.

Ventrikuläre Tachykardie (VT)

Die Vorhofkontraktionen fehlen, dadurch kommt es zu einer schlechten Ventrikelfüllung mit einer erheblichen hämodynamischen Störung bis hin zum funktionellen Kreislaufstillstand (▶ Abb. 22.9). Eine ventrikuläre Tachykardie kann auch in ein Kammerflimmern übergehen. Ursachen sind koronare Herzkrankheit, Herzinfarkt oder Infarktnarben, entzündliche Herzerkrankungen oder eine Minderung der Membranstabilität durch Kaliummangel oder Azidose.

▶ **Therapie.** Gabe von Antiarrhytmika, Defibrillation.

Kammerflimmern

Beim Kammerflimmern (▶ Abb. 22.10) liegt immer ein Kreislaufstillstand vor und es muss unverzüglich die kardiopulmonale Reanimation (S. 242) eingeleitet werden. Hier hat die Durchführung der Defibrillation (S. 248) oberste Priorität. Ursachen sind u. a. schwerste kardiale Schädigungen, Elektrolytstörungen, akute Volumenverschiebungen usw.

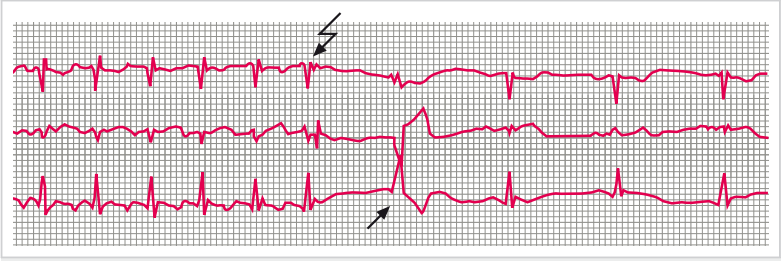


Abb. 22.8 EKG-Bild nach Kardioversion. Links: Tachyarrhythmie mit Vorhofflimmern (Herzfrequenz: 149/min). Rechts: normalfrequenter Sinusrhythmus (Herzfrequenz: 80/min). Pfeil: Der erste Schlag stellt eine supraventrikuläre Extrasystole (mit aberrierender Leitung) dar, gefolgt von normofrequentem Sinusrhythmus.

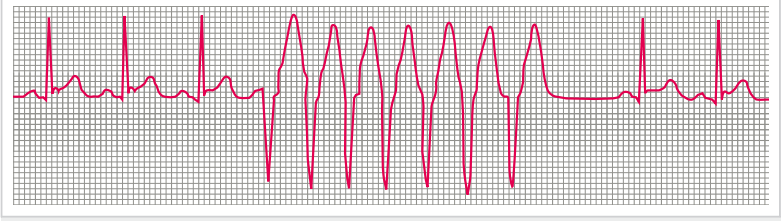


Abb. 22.9 Ventrikuläre Tachykardie (VT). Merkmale: normales EKG-Bild (links), schnelle Kammerkomplexe (Mitte), spontaner Übergang in normales EKG (rechts), Frequenz: ~ 200/min.

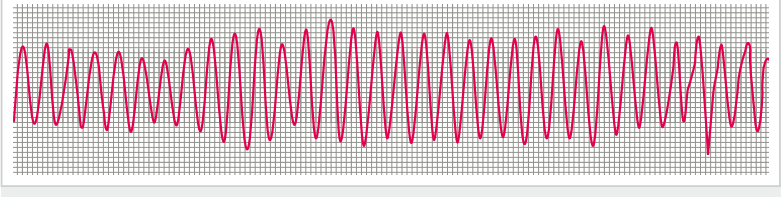


Abb. 22.10 Kammerflimmern. Merkmale: Fehlen einer typischen Vorhof-Kammeraktion, Frequenz > 350/min.

Langsame Rhythmusstörungen

▶ **Sinusbradykardie.** (▶ Abb. 22.11) Ursachen sind Sinusknoten-Erkrankungen (z. B. nach Entzündung) oder Medikamente (Betablocker, Digitalis usw.). Die Maßnahmen beinhalten eine medikamentöse Therapie sowie die Anlage eines passageren oder permanenten Schrittmachers.

▶ **Bradyarrhythmie.** (▶ Abb. 22.12) Die Ursachen sind degenerativ (Alter, KHK), in der Regel liegt ein Vorhofflimmern mit einer Blockierung im AV-Knoten vor. Die Maßnahmen sind identisch zur Sinusbradykardie.

▶ **AV-Blockierungen.** Bei AV-Blockierungen wird zwischen einer verzögerten Impulsüberleitung (Grad I–II) und einem totalen AV-Block (Grad III) differenziert.

Die komplette Blockierung stellt ein lebensbedrohliches Krankheitsbild dar und muss daher sicher erkannt werden. Die Ursachen für die AV-Blockierungen sind häufig eine Überdosierung von Medikamenten (Digitalis, Betablockern, Kalziumantagonisten), Myokardinfarkt (Hinterwand) und weitere Ursachen beim AV-Block 3. Grades wie entzündliche Herzerkrankungen, Aortenklappenoperationen u. a.

- **AV-Block 1:** Die Erregungsüberleitung vom Sinusknoten zum AV-Knoten ist verlängert, sichtbar in einer verlängerten PQ-Zeit. Jeder P-Welle folgt ein Kammerkomplex. In der Regel erfolgt keine Therapie.
- **AV-Block 2. Grades Typ 1 (Wenckebach-Periodik oder Mobitz 1):** Die Vorhofaktionen sind regelmäßig, jedoch wird die Überleitung zu den Kammern von Aktion zu Aktion immer länger, bis schließlich ein Kammerkomplex aus-

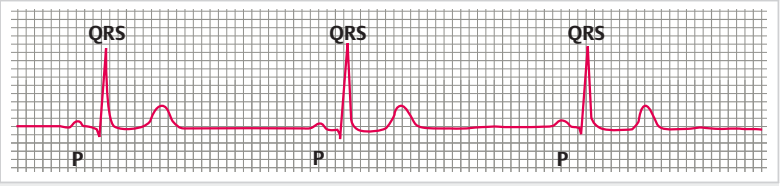


Abb. 22.11 Sinusbradykardie. Merkmale: langsamer Grundrhythmus (< 60/min), regelmäßige Abstände der P-Wellen, regelmäßige Abstände der QRS-Komplexe, jede P-Welle wird vom QRS-Komplex gefolgt.

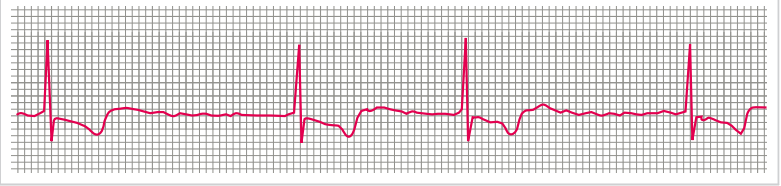


Abb. 22.12 Bradyarrhythmie. Merkmale: langsamer Grundrhythmus (< 60/min), unregelmäßige Abstände der R-Zacken, fehlende P-Wellen (Flimmerwellen).

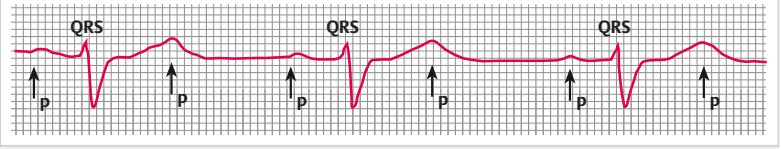


Abb. 22.13 Intermittierender AV-Block 2. Grades (Typ Mobitz 2). Merkmale: regelmäßige Abstände der P-Wellen, nicht jede P-Welle von einem QRS-Komplex gefolgt, fixiertes Verhältnis der P:QRS-Überleitung, z. B. 2:1 (jede zweite P-Welle wird vom QRS-Komplex gefolgt) oder höher (3:1 oder 4:1).

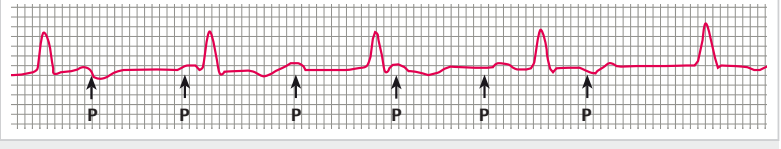


Abb. 22.14 Totaler AV-Block. Merkmale: regelmäßige Abstände der P-Wellen, die jedoch nicht regelmäßig vom Kammerkomplex gefolgt werden, oft Vorhandensein eines Kammerersatzrhythmus.

fällt. Nach dem einmaligen Aussetzen beginnt der Ablauf von Neuem.

- **AV-Block 2. Grades Typ 2 (Typ Mobitz 2)**: Nicht jede, sondern jede zweite oder dritte Aktion wird von den Vorhöfen zu den Kammern weitergeleitet (▶ Abb. 22.13). Das Überleitungsverhältnis kann wechseln oder in einen kompletten AV-Block übergehen, Ursachen sind schwere organische Schädigungen des Herzens.
- **Totaler AV-Block (Block 3. Grades)**: Die Überleitung ist vollständig unterbrochen (▶ Abb. 22.14). Vorhof- und Kammererregung erfolgen unabhängig voneinander. Ein untergeordnetes Automatiezentrum übernimmt die Kammererregung, somit ist die Frequenz der P-Wellen schneller. Ursache ist eine arterielle Minderversorgung des Erregungsleitungssystems. Die Therapie ist immer ein (passagerer) Herzschrittmacher.

Medikamentöse Therapie

Bei langsamen Rhythmusstörungen umfassen die pharmakotherapeutischen Maßnahmen folgende Möglichkeiten:

- Absetzen bradykardieauslösender Substanzen wie z. B. Betablocker, Digitalis, Diltiazem
- Atropin als kurzwirksames Akutmedikament (Achtung beim Glaukompatienten!)

Sonstige Rhythmusstörungen

▶ **Extrasystolen (ES).** Zusätzliche Erregungen durch Reizbildung im Vorhof oder der Kammer gehören zu den häufigsten Rhythmusstörungen. Je nach ihrem Ursprungsort (zu erkennen an der Kurvenform) werden sie bezeichnet als:

- Vorhofextrasystole (SVES: supraventrikuläre Extrasystole)
- Kammerextrasystole (VES: ventrikuläre Extrasystole, ▶ Abb. 22.15)

Sie haben beim Herzgesunden keine krankhafte Bedeutung und treten beim Sportler sogar gehäuft auf. Herzkranke stellen infolge Vorschädigung ihres Herzmuskels eine Gruppe dar, die entsprechend sensibel auf Störungen des Herzrhythmus reagieren können.

Das Risiko dieser eher benignen Rhythmusstörung besteht in einer Gefährdung bei gehäuft auftretenden ventrikulären ES in der vulnerablen Phase des Kammerkomplexes (aufsteigende T-Welle): Es kann ein Kammerflimmern ausgelöst werden.

Die medikamentöse Therapie mit Antiarrhythmika wird eher zurückhaltend vorgenommen, wichtig ist ein normal hoher Kaliumspiegel.

▶ **Bigeminus (▶ Abb. 22.16).** Die Gefahr schwerer Rhythmusstörungen ist geringer ausgeprägt. Neben Elektrolytkontrolle gehört die medikamentöse Therapie mit Antiarrhythmika bei symptomatischem Patient (Pulsdefizit mit Schwindel) zu den Mitteln der Wahl.

Erregungsrückbildung (ST-Strecken- und T-Wellen-Analyse)

Neben der Herzfrequenz und der Herzrhythmusüberwachung sollte bei Patienten mit kardialer Risikoanamnese die Erregungsrückbildung der Potenziale am Herzen überwacht werden. Hierzu gehören die Überwachung der ST-Strecke und die Überwachung der T-Welle. Obwohl die ST-Strecke Ausdruck der völligen Erregung des Herzens ist, gehört sie vereinfachend mit zur Erregungsrückbildung.

Durch die ST-Strecken- und T-Wellen-Analyse können stumme myokardiale Ischämien frühzeitig erkannt werden, bevor hämodynamische Auswirkungen sichtbar werden. Darüber hinaus erlaubt die Darstellung eine frühe Erkennung von Reokklusionen z. B. nach PTCA oder im Rahmen einer Bypass-Operation. Deshalb sollte eine ST-Streckenüberwachung immer bei Patienten mit einer kardialen Risikoanamnese bzw. bei einer kardiologischen Therapie durchgeführt werden. Siehe hierzu auch ▶ Abb. 9.23.

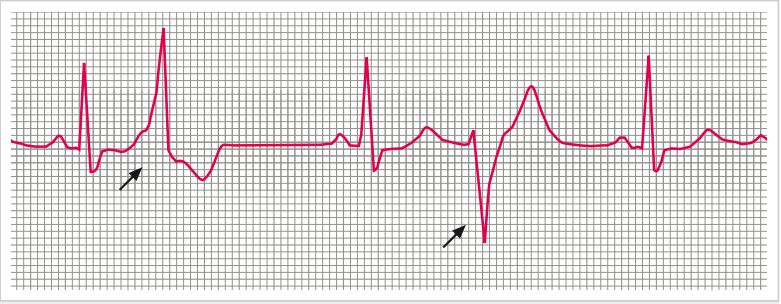


Abb. 22.15 Polytope ventrikuläre Extrasystolen. Merkmal: Normaler Kammerkomplex gefolgt von VES 1, normaler Kammerkomplex gefolgt von VES 2.

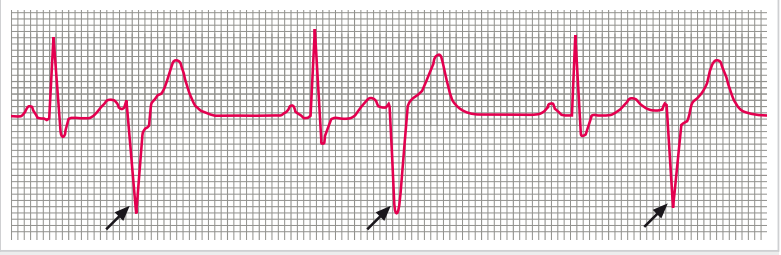


Abb. 22.16 Bigeminus. Merkmale: normaler Kammerkomplex gefolgt von VES.

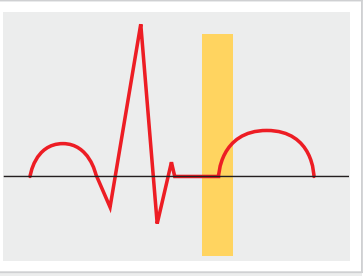


Abb. 22.17 Die Markierung stellt den sog. vulnerablen Bereich der Herzaktion dar.

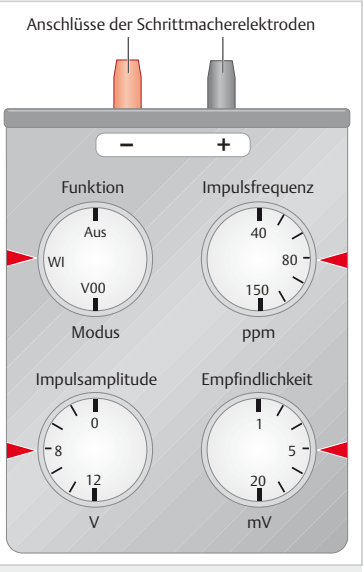


Abb. 22.18 Externer Schrittmacher. Beim prophylaktischen Anschluss sollte das System auf regelrechte Funktion überprüft werden.

Merke

ST-Streckenveränderungen treten auch auf bei Tachykardie, Blutdruckanstieg oder -abfall oder werden durch eine Reihe von Medikamenten induziert: Digitalis, Diuretika, Elektrolyte (Kalium, Kalzium und Magnesium).

Schrittmachertherapie

Häufig werden herzchirurgische Patienten mit passageren Schrittmacherelektroden versehen, die als Kammer- und/oder Vorhofschrittmacherdrähte unterhalb der distalen Sternotomiewunde herausgeleitet werden. Sie verbleiben i. d. R. etwa 1 Woche und können nach Lösen des Fixationsfadens durch einfachen Zug leicht entfernt werden.

► **Einstellen des Schrittmachers.** Das Vorgehen beim Einstellen des Schrittmachers bei Aufnahme des Patienten ist wie folgt:

- Elektrodendrähte in den Schrittmachergenerator einstecken.
- Gewünschte Herzfrequenz einstellen (z. B. 70–90/min).
- Genügende Ausgangsleistung einstellen (Impulsamplitude in V).
- Generator einschalten.
- Betriebsmodus wählen (VVI, DDD, V00):
  - bei Kammerelektroden → Bedarfsstimulation (VVI)
  - bei Kammer und Vorhofelektroden → AV-sequentielles System (DDD)
  - bei Vorhofelektroden → starrfrequente Stimulation (A00) oder Bedarfsstimulation (AAI)

► **Effektivitätsbeweis.** Bei der Stimulation wird im EKG eine Zacke (Spike) sichtbar, darauf folgt bei genügender Stimulationsenergie eine Herzaktion. Bei der Kammerelektrode folgt eine Kammeraktion mit QRS-Zacken; bei der Vorhofelektrode folgt eine Vorhofaktion mit P-Welle gefolgt vom Kammerkomplex.

► **Empfindlichkeit (Sensing in mV) einstellen .** Nicht zu unempfindlich (d. h. zu hoch mit 8–10 mV) einstellen, dies birgt das Risiko, dass eigene Herzaktionen nicht erkannt werden und somit unnötige Schrittmacheraktionen ausgelöst werden.

Nicht zu empfindlich (d. h. zu tief mit 1–3 mV) einstellen, um das Risiko der Registrierung schwacher Potentiale (z. B. Zwerchfellaktion) zu vermeiden, die im VVI-Modus eine Abschaltung (Inhibition) des benötigten Schrittmacherimpulses bewirken würden.

Grundsätzlich werden Kammerelektroden bedarfsstimuliert („On-demand"-Modus = VVI) und Vorhofelektroden starrfrequent (A00) eingestellt.

Eine Stimulation im aufsteigenden Teil der T-Welle muss vermieden werden, da ein Kammerflimmern ausgelöst werden kann (► Abb. 22.17).

► **Funktionsprüfung.** Schrittmacherdrähte können durch Ödembildung und Narben am Herzen ineffektiv arbeiten. Beim prophylaktischen Anschluss (z. B. Einstellen einer Sicherheitsfrequenz bei drohender Bradykardie) sollte deshalb das System regelmäßig auf regelrechte Funktion überprüft werden (► Abb. 22.18):

- Frequenz kurzfristig erhöhen (deutlich über die bestehende Frequenz).
- maximale Ausgangsleistung (Impulsoutput) auf 10 V einstellen.
- EKG registrieren (ein effektiver Schrittmacher liegt vor, wenn alle Schrittmacher-Impulse im EKG durch eine Herzaktion beantwortet werden).
- Ausgangsleistung herunterdrehen, bis die Schrittmacherimpulse noch beantwortet werden (Herzaktion nach jedem Impuls).
- Gewünschte Sicherheitsfrequenz einstellen (z. B. 50/min).

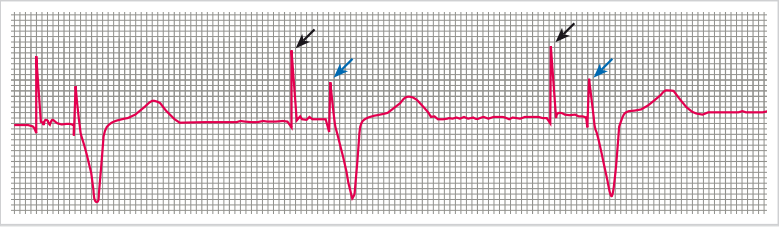


Abb. 22.19 Beispiel Schrittmacher-EKG (AV-sequentielle Stimulation im DDD Modus). Schrittmacherzacke der Vorhofsonde (↙) → gefolgt von kleiner P-Welle. Schrittmacherzacke der Ventrikelsonde (↙) → gefolgt vom Kammerkomplex (ähnlich einer ventrikulären Extrasystole mit linksschenkelblockartigem Bild).

Erscheinen nur Schrittmacherzacken („Spikes“) ohne nachfolgende Herzaktion im EKG, liegt ein sog. Exitblock vor. Die Elektroden sind offenbar ineffektiv und können den Herzmuskel nicht stimulieren. Das Fortbestehen langsamer Rhythmusstörungen zwingt zur kritischen Überprüfung der Indikation zur permanenten Schrittmacherimplantation.

Die Elektrodenpolarität (Plus-/Minus-Anschluss) ist beliebig! Bei folgendem Beispiel (▶ Abb. 22.19) handelt es sich um eine permanente SM-Stimulation.

22.9 Leseservice

22.9.1 Literatur

Bolanz H, Osswald P, Ritsert H, Hrsg. Pflege in der Kardiologie/Kardiochirurgie. München: Elsevier; 2008

Ennker J et al. Checkliste XXL Herzchirurgie. Stuttgart: Thieme; 2002

Frömke J. Standardoperationen in der Herzchirurgie. Darmstadt: Steinkopff; 2003

Klabunde RE. Cardiovascular Physiology Concepts. Lippincott: Williams & Wilkins; 2004

Knipfer E, Kochs E. Klinikleitfaden Intensivpflege. München: Elsevier; 2012

Klinge R. Das Elektrokardiogramm: Leitfaden für Ausbildung und Praxis. 9. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2011

Schuster HP, Trappe HJ. EKG-Kurs für Isabel. 5.Aufl. Stuttgart: Thieme; 2009

Silbernagl S, Depopoulus A. Taschenatlas der Physiologie. 7. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2007

22.9.2 Internetadressen

www.cardio-med.de

Kapitel 23

Intensivmedizinische Versorgung von Patienten mit Erkrankungen des Verdauungssystems

23.1 Einführung *502*

23.2 Erkrankungen des Verdauungssystems *504*

23.3 Leseservice *514*

23 Intensivmedizinische Versorgung von Patienten mit Erkrankungen des Verdauungssystems

Jochen Hinkelbein

23.1 Einführung

Fallbeispiel

Ein 52-jähriger Patient leidet an einem Pankreaskopfkarzinom. In kurativer Absicht soll bei dem bisher gesunden Mann eine Pankreaskopfresektion nach Traverso (Resektion von Pankreaskopf, Duodenum, Gallenwegen) durchgeführt werden. Im Vorfeld wurde der Patient von der Oberärztin über die anästhesiologischen Maßnahmen aufgeklärt. Dabei wurde neben der Intubationsnarkose, der Anlage eines zentralen Venenkatheters und einer arteriellen Kanüle zur kontinuierlichen Blutdrucküberwachung auch die Anlage eines thorakalen Periduralkatheters (PDK) besprochen (Genzwürker u. Hinkelbein 2007). Der Patient willigt in alle diese anästhesiologischen Maßnahmen ein, sodass die Operation problemlos und komplikationslos durchgeführt wird. Postoperativ wird der stabile Patient nach Extubation spontanatmend auf die Intensivstation zur weiteren Überwachung aufgenommen.

23.1.1 Anatomische, physiologische und pathophysiologische Grundlagen

Das Verdauungssystem besitzt eine zentrale und lebensnotwendige Funktion für die Stoffwechselvorgänge im menschlichen Körper (▶ Abb. 23.1). Nahrungsmittel werden dem Verdauungssystem über den Mund zugeführt und während der Zerkleinerung in der Mundhöhle sowie der Passage durch Mundhöhle, Rachen, Ösophagus, Magen und Darm in ihre Grundbestandteile aufgespalten. Die Grundbestandteile sind:

- Fette
- Kohlenhydrate
- Proteine
- unverdauliche Ballaststoffe

▶ **Fette.** Sie werden durch Enzyme (z. B. Lipase) aufgespalten, sodass sie vom menschlichen Körper resorbiert und weiterverwertet werden können.

▶ **Kohlenhydrate und Proteine.** Um die Resorption im menschlichen Darm zu gewährleisten, werden Kohlenhydrate und Proteine mit Hilfe von Enzymen (z. B. Amylase) ebenfalls in ihre Grundbestandteile zerlegt. Hierdurch nimmt das Verdauungssystem seine Funktion als Energielieferant für den menschlichen Körper wahr. Aufgespaltene Kohlenhydrate und Proteine werden dann mit dem Blut zu den Zielorganen transportiert und dort verwertet.

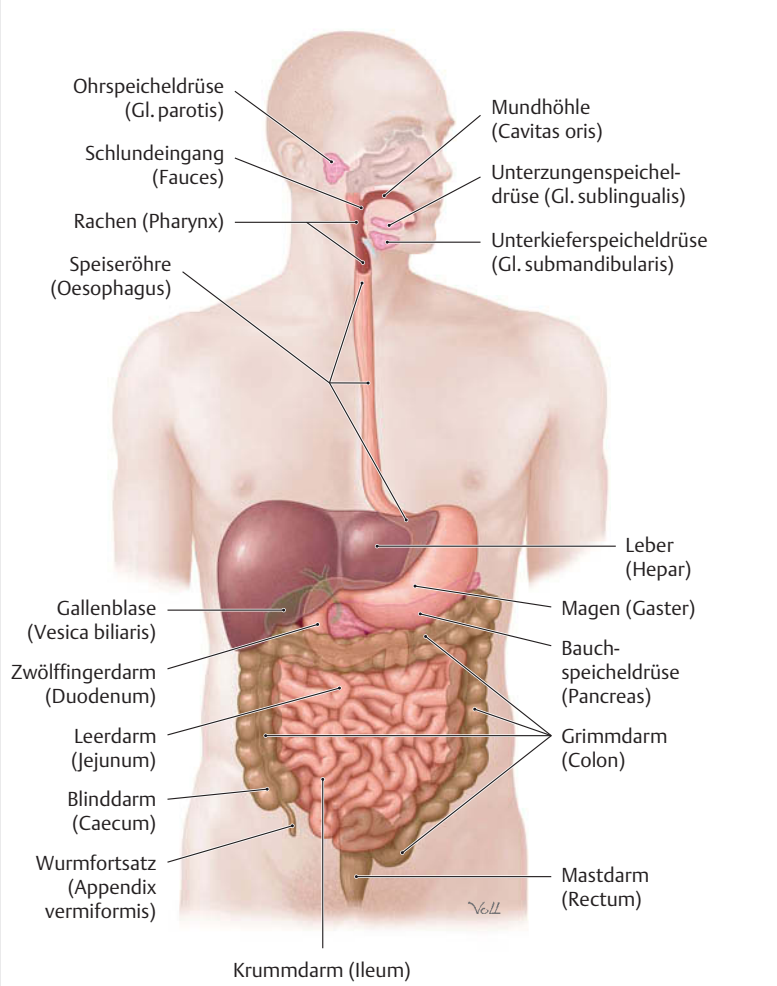


Abb. 23.1 Übersicht der Verdauungsorgane. (aus Schünke M, Schulte E, Schumacher U. Prometheus. LernAtlas der Anatomie. Innere Organe. Illustrationen von M. Voll und K. Wesker. 2. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2009)

▶ **Ballaststoffe.** Neben dem Transport von Nahrungsbestandteilen und deren enzymatischer Aufspaltung ist das Verdauungssystem auch für die Elimination von nicht verwertbaren Stoffwechselprodukten erforderlich. Durch den Darm wird regelmäßig der Stuhlgang (Defäkation) entleert. Im weiteren Sinne gehören auch die Nieren zum Verdauungssystem, denn sie sind ebenfalls für die Elimination von harnpflichtigen Stoffwechselprodukten mit dem Urin (Ausscheidungs-/Abfallprodukte) erforderlich.

Eine Störung des Systems führt zwangsläufig zu gravierenden Folgen für den gesamten Organismus.

Abdomen

Das Abdomen (Bauchhöhle) des Menschen schützt die intraabdominellen Organe und ist von einer serösen Gewebs-

schicht, dem Peritoneum, umhüllt. Das Peritoneum besteht aus 2 unterschiedlichen Blättern:
- Peritoneum viscerale
- Peritoneum parietale

In der Peritonealhöhle (Bauchfellhöhle) liegen Magen, Leber, Dünndarm und einige Dickdarmanteile. Außerhalb des Peritoneums liegen z. B. Nieren und Pankreas, sodass deren Lage entsprechend als „extraperitoneal" bzw. „retroperitoneal" bezeichnet wird.

Ösophagus

Die Speiseröhre (Ösophagus) verbindet den Rachen mit dem Magen und dient dem magenwärts gerichteten Transport von Nahrung. Der Ösophagus befindet sich dorsal der Trachea und anterior der thorakalen Wirbelkörper. Das distale ösophageale Ende zieht durch das Zwerchfell (Hiatus oesophageus, Zwerchfelllücke) hindurch, bevor es in den Magen (Cardia) mündet.

Der Ösophagus besteht aus einem etwa 25–30 cm langen muskulären Schlauch. Er ist unterteilt in 3 Anteile:
- Halsteil (Pars cervicalis)
- Brustteil (Pars thoracica)
- Bauchteil (Pars abdominalis)

Die Speiseröhre besitzt 3 physiologische Engen:
- im Bereich des Ringknorpels der Trachea
- in Höhe des Aortenbogens
- beim Durchtritt durch das Zwerchfell

Am oberen und unteren Ende des Ösophagus befindet sich jeweils ein Sphinkter (Schließmuskel), welcher den Ösophagus verschließt und nur beim Schlucken zur Nahrungspassage geöffnet wird.

Die Speiseröhre besitzt die für den Magen-Darm-Trakt typischen Wandschichten. Auf die innere Schleimhaut (Tunica mucosa, „Mukosa") folgt eine lockere Bindegewebsschicht (Tunica submucosa, „Submukosa"). Darüber liegen sowohl die Muskulatur für die Peristaltik (Tunica muscularis, „Muscularis"), welche aus einer inneren Ringmuskelschicht und einer äußeren Längsmuskelschicht besteht, als auch die äußere Bindegewebsschicht (Tunica adventitia, „Adventitia").

Magen

Der Magen (Ventriculus) befindet sich zwischen Ösophagus und Duodenum und liegt im linken Oberbauch direkt unter dem Zwerchfell. Der Magen hat eine sackförmige Gestalt und besteht aus mehreren Teilen:
- **Kardia:** Der Mageneingang (Kardia) stellt die direkte Verbindung zwischen Ösophagus (mit Sphinkter) und Magen her.
- **Fundus und Korpus:** Kranial liegt der Magengrund (Fundus), weiter kaudal und distal schließt sich der größte Teil des Magens (Magenkörper, Korpus) an.
- **Antrum pyloricum:** Der Magenausgang (Antrum pyloricum) befindet sich am weitesten distal und stellt zusammen mit dem Ringmuskel des Magenpförtners (Pylorus) die Verbindung zum Duodenum her.

Die Muskulatur des Magens besteht aus 3 unterschiedlich verlaufenden Muskelschichten. Zusätzlich zur Ring- und Längsmuskelschicht befindet sich im Magen eine weiter innen gelegene schräg verlaufende Muskelschicht.

► **Funktion.** Die Funktion des Magens besteht hauptsächlich in der chemisch-enzymatischen Aufspaltung von Nahrungsbestandteilen. Hierzu werden pro Tag etwa 2 l Magensekret (z. B. Schleim, Salzsäure, Proteine und Enzyme) sezerniert. In der Schleimhaut des Magens sind verschiedene Arten von Zellen vorhanden:
- **Mukosazellen und Nebenzellen:** Sie produzieren Schleim, welcher die Magenschleimhautoberfläche vor der Selbstverdauung schützt.
- **Belegzellen:** Salzsäure wird durch die Belegzellen gebildet und dient der Zersetzung von Nahrungsbestandteilen und der Abtötung von Bakterien. Belegzellen produzieren zusätzlich den „Intrinsic Factor", der die Aufnahme von Vitamin B_{12} im Dünndarm ermöglicht.
- **Hauptzellen:** Sie bilden Pepsinogen (die Vorstufe des Pepsins) zur Eiweißverdauung.

Darm

Der Darm besteht aus Dünn-, Dick- und Enddarm. Der Übergang vom Dünndarm in den Dickdarm (Kolon, Grimmdarm) wird durch 2 Schleimhautfalten gewährleistet (Ileozökalklappe). Die Ileozökalklappe verhindert, dass bakterienkontaminierter Stuhlgang aus dem Kolon in den Dünndarm zurückfließt.

Dünndarm

Der Dünndarm besteht aus 3 aneinander angrenzenden Abschnitten, welche ohne eine sichtbare Grenze ineinander übergehen:
- Duodenum (Zwölffingerdarm)
- Jejunum (Leerdarm)
- Ileum (Krummdarm)

Das Duodenum verbindet den Magen mit dem Jejunum und ist fest an der dorsalen Wand des Abdomens fixiert. Hingegen sind Jejunum und Ileum frei in der Bauchhöhle beweglich und nur durch das Mesenterium (Gekröse) mit der Hinterwand verbunden. Im Mesenterium verlaufen Arterien, Venen, Nerven und Lymphgefäße zur nutritiven Versorgung des Dünndarmes und zum Abtransport der resorbierten Nahrungsbestandteile.

► **Funktion.** Die Innenwand des Dünndarmes ist nicht glatt, sondern verfügt über unzählige Falten zur Oberflächenvergrößerung, sodass die Nahrungsbestandteile wesentlich leichter resorbiert werden können. Hohe ringförmige Schleimhautfalten (Kerckring-Falten) bilden zusammen mit Schleimhautausstülpungen (Zotten) das Grundgerüst zur Oberflächenvergrößerung. Zusätzlich sind Schleimhauteinsenkungen (Krypten) und Zytoplasmafortsätze (Mikrovilli) vorhanden, welche die Oberfläche deutlich vergrößern.

Dick- und Enddarm

Der Dickdarm (Kolon, Grimmdarm) und der angrenzende Enddarm (Rektum) bilden zusammen mit dem Analkanal den letzten Teil des menschlichen Verdauungsapparates. Sie können in mehrere Abschnitte unterteilt werden:
- Zökum
- Colon ascendens
- Colon transversum
- Colon descendens
- Colon sigmoideum
- Rektum
- Analkanal

Der Blinddarm (Zökum, Coecum) mit dem Wurmfortsatz (Appendix vermiformis) liegt am weitesten proximal. Weiter distal folgen Colon ascendens (aufsteigender Dick- bzw. Grimmdarm), Colon transversum (querverlaufender Dick- bzw. Grimmdarm), Colon descendens (absteigender Dick- bzw. Grimmdarm) und Colon sigmoideum (S-förmiger Dick- bzw. Grimmdarm, Sigma). Das Sigma geht anschließend in den Enddarm (Rektum) über, an den sich distal der Analkanal anschließt.

► **Funktion.** Die Aufgabe des Kolons ist die Wasser- und Elektrolytrückresorption aus dem Darminhalt. Die Schleimhaut besteht – im Gegensatz zum Dünndarm – nicht mehr aus Zotten, sondern nur aus Krypten (Dickdarmkrypten).

Leber und Gallenblase

Die Leber ist die größte Drüse des menschlichen Körpers. Sie hat ein Gewicht von etwa 1 500–2 000 g. Sie zählt aufgrund der Galleproduktion zu den exokrinen Drüsen und ist gleichzeitig auch

das größte Stoffwechselorgan des menschlichen Körpers (Metabolisierung und Elimination von Substanzen). In der Leber werden u. a. auch viele anästhesiologische und intensivmedizinische Medikamente verstoffwechselt (z. B. Muskelrelaxanzien, Antibiotika).

Die Leber liegt im rechten Oberbauch unmittelbar unterhalb des Zwerchfells. Am Unterrand der Leber liegt die Leberpforte, durch die alle Gefäße in und aus der Leber treten. Zusätzlich tritt der Gallengang (Ductus choledochus) durch die Leberpforte. Durch den Ductus choledochus fließt die Gallenflüssigkeit aus der Leber in die Gallenblase. Diese liegt ebenfalls dem Unterrand der Leber an.

► **Funktion.** Die Leber ist das größte Stoffwechselorgan des menschlichen Körpers. Sie hat eine lebensnotwendige Funktion für den Fett-, Kohlenhydrat- und Proteinstoffwechsel sowie bei der Metabolisierung und Elimination toxischer Stoffwechselprodukte. Sie wird mit einem großen Anteil des Herzzeitvolumens über die Arteria hepatica mit sauerstoffreichem Blut versorgt. Über die Pfortader (Vena portae) gelangen Nährstoffe, die aus dem Darm resorbiert wurden, in die Leber und werden dort weiter metabolisiert. Der venöse Blutabfluss aus der Leber wird durch die Venae hepaticae realisiert.

Weiterhin werden in der Leber Kohlenhydrate (Glykogen) gespeichert und Fette sowie Proteine um- und abgebaut. Auch viele Medikamente und Giftstoffe werden in der Leber metabolisiert bzw. eliminiert. Die Leber ist an der Synthese vieler lebensnotwendiger Enzyme und Proteine (Albumin, Gerinnungsfaktoren u. a.) wesentlich beteiligt.

Hauptbestandteil der Gallenflüssigkeit sind Gallensäuren. Sie emulgieren die Fette im Darm und ermöglichen dadurch deren Resorption und Verwertung im Körper. Die typische Farbe der Gallenflüssigkeit resultiert aus dem Bilirubin, einem Abbauprodukt des Hämoglobins. Weiterhin werden mit der Galle Cholesterin und Mineralstoffe ausgeschieden.

Pankreas

Das Pankreas (Bauchspeicheldrüse) liegt retroperitoneal und querverlaufend hinter dem Magen auf der Höhe des 2. Lendenwirbelkörpers und kann unterteilt werden in:

- Pankreaskopf (Caput pancreatis)
- Pankreaskörper (Corpus pancreatis)
- Pankreasschwanz (Cauda pancreatis)

Der Pankreaskopf liegt rechts lateral dem Duodenum an, welches ihn mit einer C-förmigen Krümmung umschließt. Der Pankreasschwanz liegt im linken Oberbauch an der Milz an. Das Pankreas besitzt einen etwa 2 mm durchmessenden Ausführungsgang (Ductus pancreaticus), welcher meist zusammen mit dem Gallengang (Ductus choledochus) im absteigenden Anteil des Duodenums mündet (Papilla duodeni major, Papilla vateri).

► **Funktion.** Das Pankreas (Bauchspeicheldrüse) ist die wichtigste exokrine Drüse im menschlichen Körper und produziert pro Tag etwa 2 l Pankreassekret. Dieses ist stark alkalisch (HCO_3^-) und neutralisiert so den sauren Nahrungsbrei und das saure Magensekret im Duodenum. Das Pankreassekret enthält auch viele Enzyme für die Fettverdauung (Lipasen, Phospholipase A_2), Eiweißverdauung (Proteasen, Trypsin, Chymotrypsin) und Kohlenhydratverdauung (Amylasen). Endogen aktive Zellen (Inselzellen, Langerhanszellen) des Pankreas produzieren die für den Glukosestoffwechsel wichtigen Hormone (Insulin und Glukagon).

23.2 Erkrankungen des Verdauungssystems

23.2.1 Ileus

Definition

Ein Ileus (Darmatonie, „Darmstillstand“) ist definiert als eine intestinale Transportstörung, welche entweder durch eine mechanische Obstruktion des Darmes (Dickdarm: 20–25 %, Dünndarm: 75–80 %), durch eine paralytische Beeinträchtigung der muskulären Darmfunktion oder durch vaskuläre Ursachen hervorgerufen werden kann (Reske et al. 2009, Henne-Bruns u. Löhnert 2000). Daneben existieren auch toxische Ursachen. Unterschieden werden:

- mechanischer Ileus
- paralytischer (funktioneller) Ileus
- vaskulärer Ileus

Ursachen

► **Mechanischer Ileus.** Der mechanische Ileus kann als „Obstruktionsileus“ (z. B. durch Hernien, Tumore) oder als „Strangulationsileus“ (z. B. durch Darmmalrotation) in Erscheinung treten.

► **Paralytischer Ileus.** Der funktionelle (paralytische) Ileus wird verursacht durch:

- Peritonitis (toxisch-entzündlicher Ileus)
- Elektrolytstörungen (metabolischer Ileus)
- Uretersteinleiden (reflektorischer Ileus)

Eine Sonderform des funktionellen Ileus ist der Neugeborenenileus, der durch ein aganglionäres oder hypoganglionäres Darmsegment hervorgerufen wird (Henne-Bruns u. Löhnert 2000).

► **Vaskulärer Ileus.** Der „vaskuläre Ileus“ kann durch arterielle Embolien hervorgerufen werden. Generell ist zwischen einem akuten und chronischen Verlauf sowie zwischen einem Dünndarm- oder Dickdarmileus zu differenzieren.

Symptome

Die Symptomatik eines Ileus besteht aus einem harten und geblähten druckschmerzhaften Abdomen. Zusätzlich können intermittierend heftige krampf- oder kolikartige Bauchschmerzen auftreten. Der paralytische Ileus kann auch ohne das Auftreten von Schmerzen vorkommen. Stuhlverhalt, Meteorismus, Übelkeit und Erbrechen ergänzen das Beschwerdebild. Darmgeräusche sind aufgrund der reduzierten oder fehlenden Peristaltik oft nur in geringem Maße oder gar nicht auskultierbar. Beim mechanischen Ileus können die Darmgeräusche aufgrund einer relevanten Stenose klingend („hochgestellt“) sein (Reske et al. 2009).

Komplikationen

Eine Transportstörung des Darmes führt zu multiplen Funktionsstörungen im Bereich des gesamten Abdomens. Der Stau des Darminhaltes (mechanisch oder paralytisch) erhöht den intraluminalen Druck und erzeugt eine Darmdistension, welche wiederum in einer verminderten Motilität resultiert. Bakterienüberwucherung und Gasbildung führen in diesem Kreislauf zu einer weiteren Einschränkung der Darmfunktion.

Insgesamt resultiert eine Flüssigkeitsretention im Bereich der Darmmukosa und des gesamten Abdomens. Mikrozirkulationsstörungen können durch die Zunahme der Wandspannung entstehen und begünstigen eine bakterielle Translokation (Verlust der Barrierefunktion des Darmes) sowie die Entstehung einer Peritonitis.

Letztendlich führt die massive Blähung des Darmes zu einer starken Zunahme des intraabdominellen Druckes (IAP, Reske et al. 2009). Unter ungünstigen Umständen kann dies nachfolgend bis zu einer Perforation des Hohlorgans (z. B. freie Luft im Abdomen) führen und in einem hypovolämisch-septisch-toxischen Schock resultieren, an dessen Folgen der Patient oftmals verstirbt.

Aber auch andere, nicht abdominelle Organstrukturen und Funktionen werden durch einen Ileus beeinträchtigt. Durch

die Zunahme des intraabdominellen Volumens und Druckes resultiert ebenfalls eine Erhöhung des intrathorakalen Druckes, sodass die Spontanatmung erschwert wird oder bei beatmeten Patienten der Beatmungsdruck (z. B. Pmax) ansteigt.

Auch das hämodynamische System wird beeinträchtigt. Die Zunahme des intraabdominellen Drucks führt zu einem verminderten venösen Rückfluss, sodass entsprechend des Frank-Starling-Mechanismus´ das Herzzeitvolumen (HZV) und der systolische Blutdruck sinken. Auch die Perfusion von intraabdominellen Organen wird vermindert (z. B. Niere), was wiederum in einer konsekutiven Beeinträchtigung der Organfunktion resultieren kann (z. B. Oligurie, Anurie).

Diagnostik

Die Diagnostik erstreckt sich bei vermutetem Ileus

- primär auf die Anamnese und körperliche Untersuchung,
- sekundär auf bildgebende Verfahren (z. B. Röntgenaufnahme des Abdomens im Stehen oder Linksseitenlage).

Das Abdomen ist meist gebläht und meteoristisch. Darmgeräusche fehlen (paralytischer Ileus) oder klingen hochgestellt (mechanischer Ileus). Bei einer beginnenden Perfusionsstörung des Darmes infolge eines Ileus ist laborchemisch oftmals ein Anstieg des Laktats nachweisbar.

► **Radiologische Untersuchungen.** Als radiologische Zeichen einer generellen Darmdistension beim paralytischen Ileus sind meist Dick- und Dünndarm überbläht (viel Luft und Flüssigkeitsspiegel, ▸ Abb. 23.2). Beim mechanischen Dünndarmileus finden sich meist multiple kleine Flüssigkeitsspiegel im Bereich des Dünndarmes. Falls das obstruierende Hindernis distal des Dünndarmes liegt, stellt sich zusätzlich ein mit Luft gefüllter Kolonrahmen (Dickdarm) dar. Oftmals ist die Haustrierung des Kolons verschwunden und die Obstruktionsstelle sichtbar (plötzlicher Abbruch der Luftansammlung).

Therapie

Die Therapie des Ileus richtet sich nach der zugrunde liegenden Erkrankung.

Mechanischer Ileus

Beim mechanischen Ileus (z. B. durch Tumoren) ist fast immer ein chirurgischer Eingriff indiziert. Hierdurch wird das obstruierende Hindernis meist ausgeschaltet und der Darm kann wieder seine gewohnte Funktion aufnehmen.

Abb. 23.2 Ileus. Typisches Röntgenbild (Leeraufnahme im Stehen) mit horizontalen Spiegelbildungen und stehenden (luftgefüllten) Darmschlingen. (Paetz 2013)

Paralytischer Ileus

Beim paralytischen Ileus ist eine chirurgische Intervention meist nicht erforderlich, sodass der medikamentösen Therapie eine besondere Bedeutung zukommt. Je früher spezifische Maßnahmen erfolgen, desto besser ist die Prognose. Diese hängt im Wesentlichen vom Alter und den vorliegenden Begleiterkrankungen ab.

► **Konservative Maßnahmen.** Die Basis der therapeutischen Intervention beim Ileus besteht aus folgenden konservativen Maßnahmen:

- Dekompressionsbehandlung des gesamten Magen-Darm-Trakts: Durch die Einlage einer Magensonde kann die Distension des Gastrointestinaltraktes zusätzlich reduziert werden. Außerdem kann im Bedarfsfall rektal ein blockbares Darmrohr eingelegt werden, um den Abfluss von Stuhlgang und Wasser aus dem Darm zu erleichtern.
- Flüssigkeitsbilanz
- Vermeidung motilitätshemmender Medikamente
- Behandlung der Grund- und Begleiterkrankungen

► **Medikamentöse Therapie.** Sind die konservativen Maßnahmen nicht ausreichend, ist eine medikamentöse Therapie erforderlich. Im Idealfall folgt sie einem Schema.

- Hierzu eignen sich Acetylcholin-Esterase-Hemmer (Cholinergika; z. B. Neostigmin/Prostigmin 3 x 0,5 mg/d i. v.) und Dopaminantagonisten (z. B. Metoclopramid/Paspertin 3 x 10 mg tgl. i. v.), die in einheitlichen Zeitabständen intravenös appliziert werden. Damit wird die eigene Darmtätigkeit angeregt und die Motilität gesteigert. Neostigmin wirkt vorwiegend am unteren Gastrointestinaltrakt, Metoclopramid hingegen fast nur am Magen.
- Liegt eine Magenentleerungsstörung vor, kann intermittierend Erythromycin (Motilinanalogon, Motilinagonist) intravenös in Dosen von 50–100 mg appliziert werden. Dadurch wird die Magenentleerung gefördert.
- Der periphere Dopaminantagonist Domperidon (z. B. 3 x 20 mg p. o.) kann ebenfalls zur Steigerung der Darmmotilität eingesetzt werden.
- Natriumpicosulfat/Laxoberal (z. B. 15 Trpf. p. o./Magensonde) und Bisacodyl/Dulcolax (z. B. 1–2 x tgl. rektal) fördern ebenfalls die Darmentleerung.
- Sind diese Maßnahmen nicht erfolgreich, können Neostigmin/Prostigmin 1,5 mg als Kurzinfusion i. v. (z. B. 2 x tgl.) und zusätzlich Ceruletid/Takus 40 µg als Kurzinfusion i. v. (Cholezystokinin-Analogon; z. B. 2 x tgl.) appliziert werden.

Zusätzlich können Einläufe rektal appliziert werden (z. B. alle 8–12 h). Supportiv können Ballaststoffe (z. B. Macrogol/Movicol) zur Sondenkost hinzugefügt werden, um das Stuhlvolumen zu erhöhen. Mit Lactulose/Bifiteral (z. B. 3 x 10–20 ml p. o.) kann der Stuhlgang ebenfalls reguliert werden. Zugleich hemmt Lactulose die Resorption von Ammoniak im Darm.

Darmbakterien (z. B. Saccharomyces boulardii/Perenterol) können zur Normalisierung der Darmflora eingesetzt werden, besitzen aber das Potenzial Septitiden auszulösen. Aufgrund der vermehrten intraluminalen Flüssigkeitsretention beim paralytischen Ileus sollten zusätzlich keine osmotisch wirksamen Medikamente gegeben werden.

Sind alle Maßnahmen nicht erfolgreich, muss die Anlage eines protektiven Ileostomas abgewogen werden.

► **Allgemeine Anmerkungen.** Die peri- bzw. postoperative Anlage eines thorakalen Periduralkatheters (PDK) kann durch eine Reduktion der Schmerzen sowie durch die Unterbrechung des somatoviszeralen Splanchnikusreflexes die Darmfunktion positiv beeinflussen (Kuhlen 2006, Brodner 2007, Reske et al. 2009).

23.2.2 Pankreatitis

Definition

Die Pankreatitis ist eine diffuse, seltener herdförmige interstitielle Entzündung des Pankreas.

Aufgrund entzündlicher Noxen kommt es zur Aktivierung von Enzymen im Pankreas, wodurch eine Autodigestion (Selbstverdauung) eingeleitet wird. Aus den zerstörten Pankreaszellen werden zahlreiche Enzyme und Mediatoren (z. B. Trypsin, Elastase, Kinine u. a.) freigesetzt. Konsekutiv kann ein Versagen aller anderen Organsysteme resultieren. Neben der häufigen ödematös-interstitiellen Form (80 %) ist insb. die hämorrhagisch-nekrotisierende Pankreatitis (20 %) von besonderer Bedeutung (Löser u. Fölsch 1999).

Häufigkeit

Die akute Pankreatitis tritt mit einer Häufigkeit von 10–20 Neuerkrankungen pro 100 000 Einwohner und Jahr auf. Die Inzidenz hat sich in den letzten 3 Jahrzehnten nahezu verzehnfacht (Löser u. Fölsch 1999, Secknus u. Mössner 2000)! Meist sind Personen zwischen dem 20. und 40. Lebensjahr betroffen.

Ursachen

Die häufigsten Ursachen einer akuten Pankreatitis sind Gallengangserkrankungen (40–50 %, akute biliäre Pankreatitis) und Alkoholabusus (30–40 %). Ideopathische Formen treten in etwa 15 % der Fälle auf. Seltene Ursachen sind:

- Medikamente (z. B. Diuretika, β-Blocker, ACE-Hemmer, Glukokortikoide oder Antibiotika)
- Traumata (Abdominaltrauma, ERCP u. a.)
- Hyperkalzämie
- Virusinfektionen
- Ulzera

Symptome

Zu den typischen Symptomen einer Pankreatitis zählen Bauchschmerzen, die typischerweise plötzlich einsetzen und gürtelförmig vom Oberbauch in den Rücken ausstrahlen, jedoch auch im gesamten Bauch- und Thoraxraum wahrgenommen werden können. Pleuraergüsse, Übelkeit, Erbrechen, Ileus und Meteorismus sind ebenfalls sehr häufige Begleiterscheinungen. Oftmals treten sie in Kombination mit Peritonismus, Schockzeichen, Darmparalyse/Ileus, Aszites und/oder Fieber auf. Gelegentlich präsentiert sich eine Pankreatitis auch mit klinischen Symptomen eines Myokardinfarkts.

Bei einer Beteiligung des Gallengangssystems können Ikterus und Hautzeichen (z. B. Gray-Turner-Zeichen oder Cullen-Zeichen) auftreten. Schwere Fälle der Pankreatitis sind gekennzeichnet durch Kreislauf- und respiratorische Insuffizienz sowie Bewusstseinstrübung. Während eines akuten Schubes einer Pankreatitis entwickelt sich das klinische Vollbild mit stärksten Schmerzen, akutem Abdomen und Vasodilatation bis hin zum Schock.

Komplikationen

In Abhängigkeit von Ausprägung und Genese der Pankreatitis sowie Begleiterkrankungen und Alter des Patienten, können sich mannigfaltige Komplikationen entwickeln. Während die häufige ödematös-interstitielle Form mit 0–2 % nur eine geringe Letalität besitzt, stellt die hämorrhagisch-nekrotisierende Form der Pankreatitis immer noch hohe Anforderungen an das intensivmedizinische Behandlungsteam, da sie eine Letalität von etwa 20–50 % aufweist (Herold 2010, Löser u. Fölsch 1999, Senninger et al. 2001).

Der isolierte und lokal begrenzte nekrotische Zerfall von Zellgewebe im Pankreas führt nicht zwangsläufig zum kompletten Funktionsausfall des Pankreas. Allerdings können sich intrapankreatische verkapselte Abszesse, Fisteln oder Pseudozysten ausbilden. Sie begünstigen die bakterielle Superinfektion und können zur generalisierten Bakteriämie oder Sepsis mit schweren Begleiterscheinungen führen. In der Umgebung des Pankreas können sich extrapankreatische Abszesse, Nekrosestraßen, Fisteln und Thrombosen formieren. Schwerwiegende Verläufe einer hämorrhagisch-nekrotisierenden Pankreatitis sind gekennzeichnet durch Schocksymptomatik und Organversagen bis hin zum Multiorganversagen.

Merke

Die Prognose der Pankreatitis wird im Wesentlichen bestimmt durch Ausmaß, Anzahl und Lokalisation der Nekrosen sowie deren bakterieller Besiedelung.

Diagnostik

Die körperliche Untersuchung und laborchemische Marker (Amylase und Lipase im Serum, s. u.) bilden die Basis der Diagnostik bei der Verdachtsdiagnose Pankreatitis. Zur weiteren Verifizierung der Pankreatitis können die Sonografie und ggf. die Computertomografie (CT) des Abdomens sowie eine Abdomenübersichtsaufnahme wertvolle Hinweise geben. Sichtbar ist meist eine ödematöse Schwellung des Pankreas als Hinweis auf eine inflammatorische Veränderung.

Blutuntersuchung

Die Amylase (Serum und Urin) ist nicht pankreasspezifisch, da sie zu etwa 60 % in der Parotis (Ohrspeicheldrüse) synthetisiert wird. Das Isoenzym Pankreasisoamylase wird jedoch ausschließlich im Pankreas synthetisiert, sodass es wesentlich zuverlässiger zur Diagnosestellung herangezogen werden kann. Elastase und Lipase (Serum und Urin) sind weitere Marker zur Pankreatitisdiagnostik.

Bei nekrotisierenden Panktreatitiden sind zusätzlich CRP, IL-6, LDH, PAP (Pankreas-assoziiertes Protein) und TAP (Trypsin-aktiviertes Peptid) erhöht (Senninger et al. 2001). Liegt eine Obstruktion des Gallengangsystems vor, sind Bilirubin, γ-GT und alkalische Phosphatase (AP) erhöht. Blutzucker, Kalzium, Blutbild und die renalen Retentionswerte zeigen zusätzliche Veränderungen (z. B. ansteigende Retentionswerte).

Feinnadelpunktion

Mikroskopisch kann die Verdachtsdiagnose Pankreatitis durch eine (invasive) Feinnadelpunktion erhärtet werden. Der Sekretin-Pankreozymin-Test und der Fluorescein-Dilaurat-Test geben Hinweise auf die Pankreasfunktion. Nebenbefundlich können im Röntgen-Thorax Pleuraergüsse sichtbar sein, welche als Folge der Infektion/Pankreatitis im Sinne eines Reizergusses entstehen.

Therapie

Die Letalität der schweren akuten Pankreatitis konnte durch eine verbesserte intensivmedizinische Therapie von früher 80 % auf etwa 20 % gesenkt werden (Löser u. Fölsch 1999). Die intensivmedizinischen Maßnahmen umfassen neben einer adäquaten Elektrolyt- und Volumentherapie v. a. eine suffiziente Analgetikatherapie.

Medikamentöse Therapie

Neben nicht steroidalen Antiphlogistika (z. B. Paracetamol/Perfalgan oder Novaminsulfon/Novalgin) können auch Opioide appliziert werden. Dabei ist zu beachten, dass manche (z. B. Morphin) eine Engstellung des Sphinker oddi hervorrufen können und deshalb möglichst nicht eingesetzt werden sollten, um eine weitere Cholestase nicht zu begünstigen. Piritramid/Dipidolor (z. B. 3,75–7,5 mg i. v.) kann i. d. R. gefahrlos genutzt werden.

Elektrolytverschiebungen (Natrium, Kalium u. a.) werden durch Volumen- oder Elektrolytsubstitution oder über eine Dauerapplikation (Perfusor) korrigiert.

Von der früher genutzten Therapie mit einem intravenös applizierten Lokalanästhetikum ist man heute eher abgekommen.

Endoskopische Therapie

Ist die Ursache der Pankreatitis ein Gallengangskonkrement, kann mittels Endoskopie (Endoskopische Retrograde Cholangio-Pankreatikografie, ERCP) die radiologische Darstellung, Bergung und Beseitigung des obstruierenden Hindernisses versucht werden, um die auslösende Ursache zu therapieren.

Merke

Nahrungskarenz und parenterale Ernährung sind – entgegen der landläufigen Meinung – bei der Pankreatitis nicht zwingend erforderlich.

Zur Verminderung des Zottenabbaus im Darm sollte eine frühe jejunale Ernährung (z. B. Jejunocath) immer in Betracht gezogen werden (Senninger et al. 2001). Zur Stressulkusprophylaxe sollten Protonenpumpenhemmer (z. B. Pantoprazol/Pantozol) intermittierend oder mittels Pefusor appliziert werden. Auch auf eine adäquate Antikoagulation (z. B. s. c.) darf nicht verzichtet werden.

► **Pankreasabszesse.** Liegen Abszesse im Bereich des Pankreas vor, können diese sonografisch- oder computertomografisch-gesteuert punktiert werden. Zur medikamentösen Therapie eignen sich Penicillinderivate (z. B. Mezlocillin/Baypen, Sulbactam plus Ampicillin/Unacid), Carbapeneme wie Imipenem (z. B. Zienam) oder Drittgenerationscephalosporine. Eine Kombination mit Metronidazol (z. B. Clont) hat sich bewährt. Beim Vorliegen von großen Nekrosen ist die medikamentöse Therapie meist nicht ausreichend, sodass eine chirurgische Nekrosektomie erfolgen muss, um eine systemische Infektion (Sepsis) zu verhindern.

23.2.3 Peritonitis

Definition

Eine entzündliche (inflammatorische) Reaktion des Peritoneums durch multiple Stimuli (z. B. Bakterien, Viren oder chemische Stoffe) wird als Peritonitis bezeichnet.

Unterschieden werden 2 Formen:

- **Primäre Peritonitis:** Sie ist selten und entsteht durch eine direkte Infektion des Peritoneums mit Bakterien aus der Blutbahn.
- **Sekundäre Peritonitis:** Sie ist häufig und tritt sekundär als Folge verschiedener Erkrankungen (z. B. Hohlorgan- bzw. Darmperforation) mit konsekutiver Inflammation auf.

Ursachen

Die wichtigste Ursache einer Peritonitis ist die Hohlorganperforation von Ösophagus, Magen, Duodenum, Ileum, Jejunum, Appendix, Kolon oder Rektum sowie der Gallenblase, Gallengänge oder Harnblase. Weitere auslösende Faktoren können sein:

- Traumen
- Blutungen
- Fremdkörper
- Aszites
- Darmobstruktionen
- Ileus
- Peritonealkarzinose
- Pankreatitis

Die häufigsten Ursachen einer Peritonitis sind entzündliche oder maligne Perforationen des Dickdarms oder Blinddarmes.

Symptome

Die Symptomatik einer regional begrenzten Peritonitis umfasst plötzlich beginnende Druck- und Klopfschmerzen im Bereich der Infektion. Zusätzlich können im weiteren Verlauf Abwehrspannung oder allgemeine Krankheitszeichen in Erscheinung treten.

Liegt eine schwere oder generalisierte Peritonitis vor, sind meist alle 4 Quadranten des Abdomens druckschmerzhaft und zeigen die klassischen Symptome eines akuten Abdomens. Meist findet sich eine Abwehrspannung über dem gesamten Abdomen. Auch Übelkeit, Erbrechen und hohes Fieber sind nicht selten. Komplizierend tritt bei schweren Peritonitiden oftmals eine Darmmotilitätsstörung (Ileus) auf.

Komplikationen

Nur wenn eine frühzeitige spezifische Therapie eingeleitet wird, kann die Prognose verbessert werden. Dehydration und Elektrolytverschiebungen resultieren aus einem Flüssigkeitsaustritt in die Bauchhöhle. Eine akute respiratorische Insuffizienz kann durch pleurale Reizergüsse oder ein ARDS bedingt sein. Das akute Versagen eines oder mehrerer Organsysteme (Niere, Leber, Blutgerinnung u. a.) geht im weiteren Verlauf meist dem Multiorganversagen voraus. Vor allem unbehandelte Peritonitiden führen fast immer zum Multiorganversagen. Das Auftreten von intraperitonealen Abszessen kann den Behandlungsverlauf deutlich verschlechtern.

Diagnostik

Die Diagnostik umfasst beim Verdacht auf eine Peritonitis neben der Anamnese eine ausführliche klinisch-manuelle Untersuchung (Inspektion, Auskultation, Perkussion und Palpation) und v. a. auch bildgebende Verfahren.

Merke

Die Peritonitis selbst ist häufig einfach zu diagnostizieren, schwierig ist die Diagnose der zugrunde liegenden Erkrankung!

► **Radiologische Untersuchungen.** Die Röntgenübersichtsaufnahme kann einen konsekutiven Ileus zur Darstellung bringen oder auch freie Luft als Hinweis auf eine Hohlorganperforation zeigen. Der Kontrastmittelaustritt aus dem Darm ist i. d. R. beweisend für eine Perforation. Abdominelle Sonografie und die Computertomografie ergänzen die Röntgenaufnahme. Insbesondere intraperitoneale Abszesse können hierdurch gut zur Darstellung gebracht oder aber auch punktiert werden.

► **Bakteriologische Untersuchungen.** Tritt die Peritonitis perioperativ auf, sollten bakteriologische Untersuchungen (Drainagesekret, Abstriche, Blutkultur u. a.) durchgeführt werden, um die verursachenden Keime zu identifizieren und möglichst zielgerichtet antibiotisch therapieren zu können.

► **Laborchemische Untersuchungen.** Sie haben im Verlauf die beste Aussagekraft. Vor allem Infektparameter (C-Reaktives Protein/CRP, Leukozyten/WBC, Leukozytenvorstufen, Linksverschiebung, Procalcitonin/PCT u. a.) können wichtige Hinweise auf den Verlauf der Infektion geben. Zusätzlich sollten Blutbild, Elektrolyte, Retentionsparameter, Metabolite (z. B. Laktat) und Gerinnungsparameter regelmäßig kontrolliert werden.

► **Chirurgische Untersuchungen.** Auch eine diagnostische (offene) Laparotomie kann richtungsweisende Informationen liefern und sollte entsprechend mit den Kollegen der chirurgischen Klinik erörtert werden.

Therapie

Die Therapie bei Peritonitis basiert v. a. auf der Therapie des Grundleidens. Verursachende Erkrankungen müssen möglichst effektiv therapiert werden (z. B. OP bei Darmperforation).

▶ **Chirurgische Therapie.** Eine akute, schwere Peritonitis erfordert fast immer ein aggressives chirurgisches Vorgehen zur Elimination des abdominellen Fokus. Mittels offener Laparotomie kann der Befund inspiziert und im Bedarfsfall Abszessstrukturen eliminiert werden. Durch rezidivierende Spülungen wird die Bakterienanzahl deutlich reduziert. Die chirurgische Anlage von Drainagen erlaubt meist eine gute Keimelimination. Der allgemeine intensivmedizinische Behandlungsansatz besteht aus Wasser- und Elektrolytsubstitution, Beatmungstherapie und Schocktherapie.

▶ **Antibiotische Therapie.** Zusätzlich zur chirurgischen Herdsanierung ist eine breite antibiotische Therapie oftmals unerlässlich. Zum Einsatz kommen meist Breitspektrumantibiotika (z. B. β-Laktamase stabile Penicillinderivate in Kombination mit einem gut anaerob wirksamen Antibiotikum [z. B. Claforan und Clont]). Bis zum Eintreffen des Antibiogramms muss das Antibiotikum kalkuliert (nach erwartetem Erregerspektrum) angesetzt werden.

23.2.4 Akute gastrointestinale Blutungen

Definition

Bei Blutungen aus dem Magen-Darm-Trakt (akute gastrointestinale Blutungen, AGIB) wird unterschieden zwischen
- oberen gastrointestinalen Blutungen (oGIB), die sich proximal des Treitz-Bandes befinden, und
- unteren gastrointestinalen Blutungen (uGIB), die sich distal des Treitz-Bandes befinden.

Häufigkeit

Gastrointestinale Blutungen treten mit einer Häufigkeit von etwa 80 % im oberen Gastrointestinaltrakt auf. Lediglich etwa 20 % besitzen eine Blutungsquelle im unteren Gastrointestinaltrakt (Herold 2010) (▶ Tab. 23.1).

Patienten, die eine Ösophagusvarizenblutung überleben, haben ein Risiko von etwa 60–80 % für eine Rezidivblutung im Lauf der nächsten beiden Jahre. Die blutungsassoziierte Mortalität bei Ösophagusvarizenblutung beträgt 30–40 %. Bei schwerkranken Patienten auf Intensivstationen liegt die Mortalität bei fast 100 %.

Risikofaktoren

Viele Risikofaktoren können die Wahrscheinlichkeit einer gastrointestinalen Blutung deutlich erhöhen. Neben Tumoren sind v. a. Hämorrhoiden eine wichtige Blutungsursache im unteren Gastrointestinaltrakt. Eine bakterielle Fehlbesiedelung des Darmes (z. B. Shigellen, Salmonellen, EHEC, ETEC u. a.) kann gastrointestinale Blutungen auslösen. Entzündliche Darmerkrankungen (M. Crohn, Colitis ulcerosa) und längere Medikamenteneinnahme (z. B. ASS oder Nichtopioidanalgetika) begünstigen die Ausbildung von Ulzera.

Regelmäßiger Konsum von Alkohol (Ethanol) fördert die Ausbildung einer alkoholtoxischen Leberzirrhose, welche die Entstehung von Ösophagusvarizen begünstigt. Zusätzlich finden sich bei diesen Patienten komplikationsträchtige Begleiterscheinungen wie eingeschränkte Blutgerinnung, Ikterus und portaler Hypertonus. Bei massivem Blutverlust besteht die Gefahr eines hypovolämisch-hämorrhagischen Schocks mit Makro- und Mikrozirkulationsstörung (klinische Schockzeichen).

Symptome

Akute Schmerzen treten bei gastrointestinalen Blutungen i. d. R. nicht auf, es sei denn, dass die Genese traumatisch ist (z. B. Perforationsverletzung).

▶ **OGIB.** Das Kardinalsymptom einer Blutung aus dem oberen Gastrointestinaltrakt ist meist das schwallartige Erbrechen von Blut (Hämatemesis). Das Blut kann folgende Farben haben:
- hellrot (z. B. arterielle Blutung bei Tumorläsionen)
- dunkel (z. B. venöse Sickerblutung bei Ösophagusvarizen)
- kaffeesatzartig (entsteht durch Kontakt mit Magensäure)

Das zusätzliche Absetzen von Teerstühlen (Meläna) tritt meist erst nach einiger zeitlicher Verzögerung (Passage durch den Darm) auf.

▶ **UGIB.** Untere gastrointestinale Blutungen sind v. a. durch das Absetzen von blutigen Stühlen, reinem Blut (Hämatochezie) oder aber auch pechschwarzem Teerstuhl bei höher gelegenen Blutungen gekennzeichnet. Bluterbrechen tritt dabei typischerweise nicht auf.

Komplikationen

Blut im Verdauungstrakt wird v. a. im Kolon bakteriell zersetzt. Aufgrund des hohen Stickstoffanteils von Eiweiß (hier: Hämoglobin) werden im Darm durch Bakterien erhebliche Mengen von Ammoniak erzeugt, die in den Blutkreislauf und in das Gehirn diffundieren. Die mangelnde Metabolisierung ZNS-toxischer Stoffe durch die Leber führt somit zu einer zerebralen Intoxikation mit Ammoniak. Diese Intoxikation verursacht eine Beeinträchtigung kognitiver Funktionen des ZNS (hepatische Enzephalopathie). Typische Zeichen sind:
- Schläfrigkeit
- Tremor
- Apathie
- Konzentrationsschwäche

Je nach aufgenommener Ammoniakmenge entwickeln sich die Symptome bis hin zum Leberausfallskoma (Foetor hepaticus, Koma). Rezidivblutungen sind häufig und können – falls sie unbemerkt bleiben oder klinisch nicht beherrscht werden können – im hämorrhagischen Schock mit Todesfolge enden.

Tab. 23.1 Ursachen gastrointestinaler Blutungen.

obere gastrointestinale Blutung		untere gastrointestinale Blutung	
Duodenalulkus	20–30 %	Hämorrhoiden	80 %
Schleimhauterosion Magen/Duodenum	20–30 %	Divertikulose	variabel
Ösophagusvarizen	15–20 %	Kolonkarzinom	variabel
Magenulkus	10–20 %	Kolonpolypen	variabel
Mallory-Weiss-Syndrom	5–10 %	entzündliche Darmerkrankungen	variabel
erosive Ösophagitis	5–10 %	Angiodysplasie	variabel
Angiome	5–10 %	Analfissuren	variabel

Merke

Rezidivierendes Erbrechen (von Blut) erhöht die Aspirationsgefahr und das Risiko für Aspirationspneumonien.

Diagnostik

Die Diagnose einer gastrointestinalen Blutung kann mit letzter Sicherheit nur durch den endoskopischen Nachweis der Blutungsquelle („Goldstandard") erbracht werden. Daneben sollten anamnestisch, laborchemisch und sonografisch die Ursachen und das Ausmaß der Leberschädigung bei Vorliegen von Ösophagusvarizen abgeklärt werden. Teerstuhl und Blut im Stuhl können mit Schnelltests relativ zuverlässig und einfach bestimmt werden.

Therapie

Merke

Der Blutverlust durch eine Ösophagusvarizenblutung ist – trotz venöser Blutung – beträchtlich und oftmals mit akuter vitaler Bedrohung assoziiert!

Erstmaßnahmen

Eine Blutstillung hat oberste Priorität. Folgende therapeutische Maßnahmen werden durchgeführt:

- endoskopische Ligatur (Gummibandligatur) oder Sklerosierung der Blutungsquelle
- systemische medikamentöse Therapie mit vasoaktiven Substanzen (z. B. Somatostatin) und β-Blockern
- Blutdruckeinstellung
- Ballontamponade (z. B. Sengstaken- oder Linton-Sonde)
- notfallmäßig transjugulärer, intrahepatischer portosystemischer Stent-Shunt (Notfall-TIPSS)

Untere gastrointestinale Blutungen werden – sofern sie endoskopisch zugänglich sind – ebenfalls minimalinvasiv gestillt. Ist eine Sklerosierung oder Ligatur nicht möglich, muss ggf. eine offene chirurgische Therapie mit Übernähung der Blutungsquelle, Teilresektion oder kompletter Resektion des betroffenen Darmsegments erfolgen.

Standardtherapie

Standardtherapie ist eine Kombination aus endoskopischer Versorgung der Blutungsquelle und medikamentöser Therapie. Bei Blutungen, die endoskopisch nicht gestillt werden können (10 % der Fälle) ist die intermittierende Anlage einer Ballonsonde indiziert.

Ist eine endoskopische Intervention nicht sofort möglich, muss der Kreislauf des Patienten bis zur Untersuchung mit Infusionslösungen oder Blutprodukten stabilisiert werden. Durch die Verabreichung von Fresh-Frozen-Plasma (FFP) kann die (meist im Rahmen der Alkoholkrankheit) beeinträchtigte Blutgerinnungsfunktion verbessert werden. Die Substitution des verlorenen Blutes erfolgt mit Erythrozytenkonzentraten (EK) bis zum gewünschten Wert. Außerdem kann eine weitere Substitution mit Thrombozytenkonzentraten (TK) und Einzelfaktoren erforderlich sein. Aufgrund des deutlich erhöhten Aspirationsrisikos sollte die endotracheale Intubation bei Patienten mit akuter gastrointestinaler Blutung immer in Erwägung gezogen werden. Zur Therapie von Massivblutungen stehen entsprechende Algorithmen zur Verfügung (Lier et al. 2011).

Zur Verhinderung einer Ammoniakaufnahme im Körper sollte eine medikamentöse Prophylaxe und Therapie mit Lactulose (z. B. Bifiteral) erfolgen, da sich sonst die klinischen Symptome eines Leberausfallskomas entwickeln können.

Kompressionstherapie

Eine Kompression der Blutungsquelle kann mit sog. ösophagealen Kompressionssonden vorübergehend bis zur endoskopischen Intervention oder nach erfolgloser endoskopischer Blutstillung erzielt werden. Für Ösophagusvarizenblutungen finden hauptsächlich Sengstaken-Blakemore-Sonden Anwendung. Diese Sonden haben i. d. R. 2 unterschiedliche Ballons, die über separate Leitungen mit Luft geblockt werden können.

▶ **Anlage.** Zuerst müssen die Ballons auf Dichtigkeit geprüft werden. Anschließend wird die Sonde mit Gleitgel (z. B. Meaverin-Gel) versehen und durch ein Nasenloch eingeführt. Die korrekte Lage wird durch Insufflation von etwa 250 ml Luft in den distalen Ballon geprüft (Magenauskultation). Danach wird die Sonde bis zu einem federnden Widerstand zurückgezogen und der proximale Ballon (jetzt im Ösophagus) bis zu einem Druck von 40 mmHg aufgeblasen. Die Sonde kann ohne Zug fixiert werden, die Lage muss radiologisch kontrolliert werden. Hierdurch kann ein Sistieren der Blutung erreicht werden. Nach spätestens 24 h muss die Sengstaken-Blakemore-Sonde entfernt werden, da es sonst zu Drucknekrosen der Schleimhaut kommen kann. Mit der Linton-Nachlas-Sonde wird in ähnlicher Art und Weise verfahren (▶ Abb. 23.3, Sengstaken 1950 und Nachlas 1956).

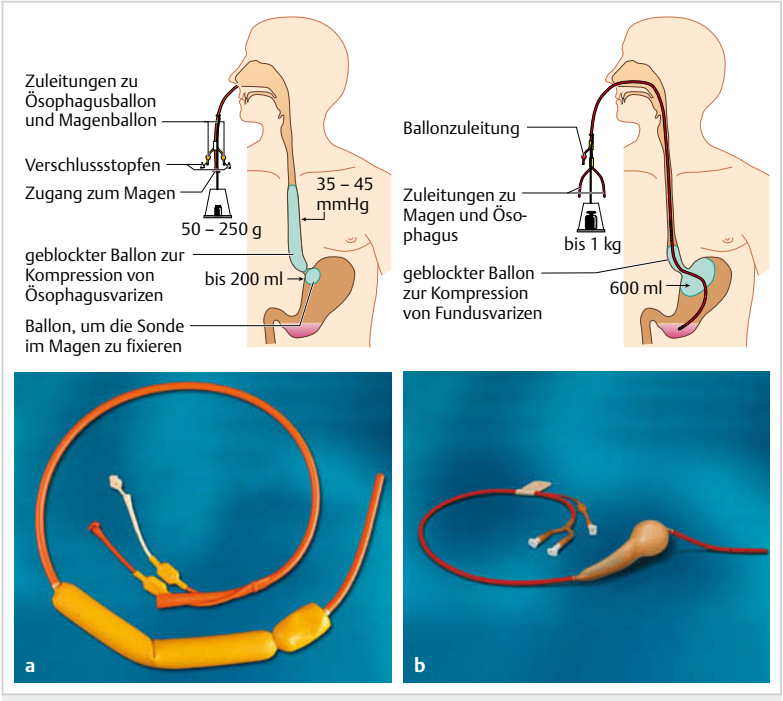


Abb. 23.3 Kompressionssonden. (Gerlach, Wagner u. Wirth 2011)
a Sengstaken-Blakemore-Sonde (auch Sengstaken-Sonde) mit Zugang zum oberen Ösophagusbereich.
b Die Linton-Nachlas-Sonde (auch Linton-Sonde) dient der Komprimierung von Fundus- und Ösophagusvarizen im unteren Bereich.

Tab. 23.2 Häufige Ursachen des akuten Leberversagens (nach Senninger 2001).

Viren	Toxine/Medikamente	kardiovaskuläre Ursachen	metabolische Ursachen	andere Ursachen
HAV HBV HCV HSV CMV	Alkohol Paracetamol Phenytoin INH Ecstasy Pflanzenextrakte	Hypoxämie Schock	Morbus Wilson Schwangerschaftsfettleber	Toxoplasmose Sepsis Amöbenabszess Porphyrien Autoimmunhepatitis Hyperthermie Leberteilresektion

Medikamentöse Therapie

Eine portale Drucksenkung kann durch die Verabreichung von nicht selektiven β-Blockern und Nitratpräparaten erzielt werden. Hierdurch kann die Blutungsstärke reduziert und das Risiko für eine Rezidivblutung minimiert werden.

Notfall-TIPSS

Als Ultima ratio bei unstillbaren Ösophagusvarizenblutungen eignet sich der Notfall-TIPSS bei Versagen der konservativen Therapie. Bei diesem Not-Shunt ist allerdings die Mortalität mit 30–50 % sehr hoch, sodass die Indikation immer sehr streng gestellt werden muss. Eine Kontrollendoskopie ist 12–24 h nach stattgefundener Blutung immer anzustreben.

23.2.5 Akutes Leberversagen und Leberausfallskoma

Definition

Das akute Leberversagen ist definiert als akuter Ausfall der Leberfunktion (Synthese- und Entgiftungsfunktion) in Kombination mit der hepatischen Enzephalopathie (Senninger 2001). Synonyme für das akute Leberversagen sind akute Leberinsuffizienz und Leberzerfallskoma.

Es ist klinisch charakterisiert durch die Trias:
- Ikterus
- Gerinnungsstörung
- Bewusstseinsalteration

In Abhängigkeit vom klinischen Verlauf zeigen sich die Symptome der hepatischen Enzephalopathie nach weniger als 7 Tagen (fulminanter Verlauf), 8–28 Tagen (akuter Verlauf) oder mehr als 4 Wochen (subakut-protrahierter Verlauf) nach dem Ausfall der Leberfunktion (Herold 2010).

Häufigkeit

Virushepatitiden sind mit etwa 65 % aller Fälle die häufigste Ursache für ein akutes Leberversagen, allerdings führen nur weniger als 1 % aller Virushepatitiden zu einem akuten Leberversagen. Den größten Anteil hat dabei die Hepatitis B (HBV) mit 32–74 %, gefolgt von der Hepatitis C (HCV) mit 24–48 % (Senninger 2001).

Ursachen

Neben Virushepatitiden (65 %) sind medikamentöse/toxische Leberschädigungen (30 %) die häufigsten Ursachen für ein akutes Leberversagen. Zu den anderen Ursachen zählen (▶ Tab. 23.2):
- akute Schwangerschaftsfettleber (5 %)
- HELLP-Syndrom
- Schock
- Morbus Wilson
- Budd-Chiari-Syndrom
- Sepsis

Symptome

Das akute Leberversagen ist klinisch meist leicht an der hepatischen Enzephalopathie zu erkennen. In Abhängigkeit vom Schweregrad ist die hepatische Enzephalopathie am „Flapping Tremor" der Hände, Sprachstörungen, Schläfrigkeit sowie Verhaltensauffälligkeiten (agitiertem oder aggressivem Verhalten, Desorientierung) zu erkennen. Schwere Fälle zeichnen sich durch Somnolenz bis hin zum tiefen Koma aus. Daneben treten v. a. Ikterus, Foetor hepaticus, hämorrhagische Diathese und Blutgerinnungsstörungen in den Vordergrund. Das fulminante Leberversagen kann zusätzlich durch eine manifeste Schocksymptomatik charakterisiert sein.

Komplikationen

Das akute Leberversagen führt aufgrund der enormen Wichtigkeit der Leber im menschlichen Körper zu mannigfaltigen Komplikationen. Hierzu gehören u. a.:
- Blutgerinnungsstörungen
- Hirnödem
- Nierenversagen
- respiratorische Insuffizienz

▶ **Blutgerinnungsstörungen.** Ein Ausfall der Lebersynthesefunktion beeinträchtigt in erster Linie die Blutgerinnung (Gerinnungsfaktoren) und die Glukoneogenese (Hypoglykämie). Die Blutgerinnung (z. B. Quick- oder PTT-Wert) kann bis auf lebensbedrohlich niedrige Werte beeinträchtigt sein, sodass nicht stillbare Blutungen resultieren können. Insbesondere beim Vorliegen von Ulzera im Magen-Darm-Trakt oder Ösophagusvarizen können letale Blutungen auftreten. Zusätzlich ist die Glukoneogenese durch den Leberfunktionsausfall reduziert und die Glykogenolyse vermindert, sodass rezidivierende hypoglykäme Phasen auftreten können.

▶ **Hirnödem.** Ein Hirnödem ist bei etwa 80 % aller Patienten mit akutem Leberversagen nachweisbar, allerdings ist die genaue Ursache bisher unbekannt. Eine drohende Hirnstammeinklemmung kann meist durch spezifische Therapeutika (z. B. Mannitol i. v.) beeinflusst werden.

▶ **Nierenversagen.** Ein Nierenversagen ist in etwa 75 % aller Fälle in Kombination mit einem akuten Leberversagen vorhanden. Ursächlich ist meist eine toxische Schädigung der Nieren, das hepato-renale Syndrom (HRS) oder ein prärenales Nierenversagen (Senninger 2001).

▶ **Respiratorische Insuffizienz.** Durch die verminderten Schutzreflexe und den somnolenten bzw. komatösen Zustand kann sich eine akute respiratorische Insuffizienz manifestieren, welche eine intermittierende Beatmung erforderlich machen kann.

Diagnostik

Die Diagnostik des akuten Leberversagens besteht aus einer ausführlichen Anamnese, einer suffizienten klinisch-manuellen Untersuchung sowie aus der Bestimmung spezifischer Leberenzyme (z. B. Bilirubin, GOT und GPT bzw. ALAT und ASAT, AP, LDH, CRP, γ-GT, Blutgerinnung). Die sonografische Untersuchung der Leber und eine Punktionszytologie können zusätzliche Hinweise v. a. bzgl. der Genese des Leberversagens erbringen.

▶ **Schweregradklassifikation.** Zur Schweregradklassifikation der Leberzirrhose eignet sich die Einteilung nach

Tab. 23.3 Child-Pugh-Kriterien zur Schweregradeinteilung der Leberzirrhose.

Marker	1 Punkt	2 Punkte	3 Punkte
Albumin im Serum (g/dl)	> 3,5	2,8–3,5	< 2,8
Bilirubin im Serum (mg/dl)	< 2,0	2,0–3,0	> 3,0
Quick (%)	> 70	40–70	< 40
Aszites (Sonografie)	0	+ – + +	+ + +
Enzephalopathie	0	I–II	III–IV

Child-Pugh (▶ Tab. 23.3). Die Summe der Punktwerte wird folgendermaßen interpretiert:
- 5 bis 6 Punkte: Child A (leichtgradig)
- 7 bis 9 Punkte: Child B (mittelgradig)
- 10 bis 15 Punkte: Child C (schwergradig)

Therapie

Ein akutes Leberversagen kann kausal oder symptomatisch behandelt werden.

Kausale Therapie

Die kausale Behandlung (Hepatitis, Intoxikation, Schwangerschaft u. a.) versucht möglichst die auslösenden Ursachen zu therapieren. Hierzu zählen z. B. die Detoxifikation (z. B. Lactulose, Magen- und Darmspülung) oder Antidotgabe bei intoxikationsinduziertem Leberversagen (z. B. Paracetamol, Knollenblätterpilze).

Symptomatische Therapie

Ist keine auslösende Ursache für das akute Leberversagen bekannt, kann nur eine symptomatische Therapie durchgeführt werden. Sie besteht neben einem adäquaten Monitoring zur Überwachung der Herz-Kreislauf- und Atemfunktion v. a. in der Aufrechterhaltung der Homöostase. Elektrolyte (Blutgasanalyse), Glukose oder Insulin müssen bei Bedarf substituiert werden. Ebenfalls kann eine Applikation von Gerinnungsfaktoren (z. B. FFP oder Applikation einzelner Gerinnungsfaktoren) erforderlich sein, um lebensbedrohliche Blutungen zu verhindern. Eine Stressulkusprophylaxe (z. B. Pantoprazol/Pantozol) sollte in jedem Fall durchgeführt werden, um Blutungen aus Ulzera entgegen zu wirken. Gegebenenfalls muss eine frühzeitige Lebertransplantation beim fulminanten Leberversagen in Erwägung gezogen werden.

Zur Prophylaxe des Leberausfallskomas können Eiweißkarenz, Applikation von Lactulose (z. B. Bifiteral), Einläufe (z. B. Acetylessigsäure) oder Antibiotikagabe (z. B. Neomycin oral) notwendig sein.

In schweren Fällen bzw. bei einem Leberausfallskoma kann eine sog. „Leberdialyse" mittels MARS-Verfahren durchgeführt werden, um die toxischen Metabolite auf exogenem Weg zu eliminieren (Mitzner 2005).

▶ **Applikation von Lactulose.** Lactulose ist ein nicht-resorbierbares Disaccharid aus Galaktose und Fruktose. Es wird von den Darmbakterien im Kolon unter Milchsäurebildung gespalten und hemmt die Ammoniakbildung. Zusätzlich sinkt der intraluminale pH-Wert des Darmes, sodass das gut resorbierbare Ammoniak (NH_3) verstärkt in Ammonium-Ionen (NH_4^+) umgewandelt wird, welche wesentlich schlechter resorbiert und besser ausgeschieden werden können. Entsprechend eignet sich die täglich mehrmalige Gabe von Lactulose auch zur Langzeitprophylaxe der hepatischen Enzephalopathie.

▶ **Einläufe.** Regelmäßige rektale Einläufe (z. B. mit Acetylessigsäure) reduzieren zusätzlich das Risiko, eine akute hepatische Enzephalopathie zu entwickeln. Generell sollte die Eiweißaufnahme über die Nahrung durch diätetische Maßnahmen möglichst begrenzt werden.

▶ **MARS-Verfahren.** Das zellfreie MARS-Verfahren (Molecular Adsorbents Recirculating System) basiert auf einer speziellen Membran mit einem zwischengeschalteten Albuminkreislauf und ist prinzipiell ein Dialyseverfahren. Das venöse Blut wird mit einem zentralvenösen Dialysekatheter in einen extrakorporalen Kreislauf gepumpt und durch einen speziellen Dialysator (MARS-Membran) geleitet. Auf der Dialysatseite der Membran zirkuliert eine Albuminlösung. Aufgrund der speziellen Porengröße der Membran und des Konzentrationsgefälles zwischen der einen Seite der Membran und der anderen, gelangen die meisten eiweißgebundenen als auch die wasserlöslichen Giftstoffe von der Blut- auf die Dialysatseite. Die Waschlösung wird dabei von wasserlöslichen Giftstoffen über einen Kohleadsorber und einen Anionenaustauscher befreit. Das MARS-Verfahren ist zellfrei und erlaubt eine selektive Elimination toxischer Substanzen bei erkrankten Patienten.

23.2.6 Akute Hepatitis

Definition

Die akute Hepatitis ist definiert als eine diffuse, nicht eitrige hepatozelluläre inflammatorische Reaktion, welche entweder durch bestimmte hepatotrophe Viren oder andere Substanzen initiiert wird.

Ursachen

Fünf unterschiedliche Viren können eine Hepatitis beim Menschen verursachen:
- Hepatitis A (Hepatitis-A-Virus, HAV)
- Hepatitis B (HBV)
- Hepatitis C (HCV)
- Hepatitis D (HDV)
- Hepatitis E (HEV)

Mehrere Erkrankungen können zusätzlich sog. Begleithepatitiden verursachen. Hierzu zählen neben Herpes-Viren (z. B. Epstein-Barr-Virus/EBV, Zytomegalie-Virus/CMV, Herpes-Simplex-Viren/HSV) auch das Coxsackievirus und weitere exotische Viren (Herold 2010). Weiterhin können bakterielle Erkrankungen (Brucellosen, Leptosirosen), parasitäre Infektionen (Malaria, Amöbiasis, Bilharziose und tropische Infektionen), Arzneimittel, Alkohol und andere Lebererkrankungen (z. B. Autoimmunhepatitis, primär biliäre Zirrhose/PBC, Stoffwechselkrankheiten) eine Hepatitis verursachen.

Symptome

Die Symptomatik der Hepatitiden ist meist ähnlich. Etwa ⅔ der Fälle verlaufen asymptomatisch. Ein erstes Prodromalstadium kann als banaler grippaler Infekt fehlgedeutet werden. Es äußert sich meist mit grippalen Symptomen (subfebrile Temperaturen, Abgeschlagenheit) und gastrointestinalen Beschwerden (Appetitlosigkeit, Übelkeit, abdominelle Schmerzen). Das Stadium der hepatischen Organmanifestation kann durch einen ikterischen Verlauf (etwa 30 % der Fälle) mit

Sklerenikterus, Juckreiz oder braunem Urin charakterisiert sein. Zusätzlich können eine Lebervergrößerung (manuelle Untersuchung, Sonografie) oder Lymphknotenschwellung vorhanden sein.

Komplikationen

Bei der cholestatischen Verlaufsform tritt eine Hepatitis mit intrahepatischem Verschlusssyndrom auf. Es ist gekennzeichnet durch einen starken Anstieg von Bilirubin und den cholestaseanzeigenden Enzymen (AP, γ-GT u. a.). Die Prognose ist meist gut. In ungünstigeren Fällen kann die Hepatitis auch protrahiert oder rezidivierend verlaufen, sodass der Betroffene die Viren längere Zeit ausscheidet und infektiös bleibt.

Die mögliche Spätfolge einer Infektion mit HBV oder HCV ist das primäre Leberzellkarzinom (HCC). Das Risiko zur Entwicklung eines HCC wird zusätzlich von mehreren Faktoren mitbestimmt.

► **Fulminante Hepatitis.** Die fulminante Hepatitis tritt in etwa 2 % der Fälle auf und besitzt eine nicht geringe Letalität. Sie ist gekennzeichnet durch

- multilobuläre Leberzellnekrosen,
- hochgradigen Ikterus,
- hämorrhagische Diathese,
- akutes Leberversagens bzw. Leberausfallkoma.

Diagnostik

Genaue Anamnese, gründliche klinische Untersuchung und laborchemische Bestimmung hepatitisspezifischer Marker bilden die Basis der Hepatitisdiagnostik.

► **Anamnese.** Die Anamnese kann meist schon richtungsweisende Angaben über mögliche Ursachen liefern. Inkubationszeit und Übertragungsweg (fäkal-oral [HepA], Bluttransfusion, sexuelle Übertragung [HepB/C]) sind dabei von besonderer Bedeutung.

► **Klinische Untersuchung.** Bei der manuellen Untersuchung fällt oft eine Lebervergrößerung mit Druckschmerzhaftigkeit auf. Auch Lymphknoten können palpabel sein. Bei fulminanten Verläufen sind auch Ikterus, Juckreiz oder dunkelbrauner Urin vorhanden.

► **Laborchemische Bestimmungen.** Die laborchemische Bestimmung leberspezifischer Enzyme liefert i. d. R. zwar Hinweise auf das Vorliegen der Hepatitis (erhöhte Enzyme, Bilirubin, GOT und GPT bzw. ALAT und ASAT, γ-GT, AP u. a.), kann aber keine Aussage über die Ursache machen. Erst die Blutanalyse hinsichtlich viraler Bestandteile (RNA oder DNA) sowie von Antikörpern liefert richtungsweisende Befunde. Eine sonografische Untersuchung der Leber zeigt meist eine Leberschwellung, sie kann durch die histologische Aufarbeitung einer Biospie/Feinnadelpunktion die Ursache meist präzisieren.

Therapie

► **Kausaltherapie.** Kausaltherapeutisch kann beim Vorliegen einer Infektion mit Hepatitis-C-Viren (HCV) eine antivirale Therapie eingeleitet werden. Sie begünstigt die Prognose, kann allerdings die Hepatitis nur in etwa 50 % der Fälle heilen. Mit Ausnahme der HCV-Infektion ist eine kausale Therapie bei Virushepatitiden meist nicht möglich, sodass sich die therapeutischen Bemühungen auf eine allgemeine symptomatische Therapie beschränken müssen.

► **Symptomatische Therapie.** Die symptomatische Therapie besteht i. d. R. aus:

- Bettruhe
- Monitoring
- Flüssigkeits- bzw. Elektrolytsubstitution

23.2.7 Lebertransplantation

Definition

Die allogene Lebertransplantation (LTX) bezeichnet die Explantation einer Spenderleber und die Re-Implantation des Spenderorgans bei einem Empfänger. Sie ist bei terminaler Leberinsuffizienz (Leberversagen) indiziert.

Häufigkeit

Jährlich werden in Deutschland in Zentren etwa 1000–1200 Lebertransplantationen durchgeführt (Eschertzhuber 2007, DSO 2013). Der Bedarf liegt um etwa 50 % höher, etwa 1500–1800 Patienten warten auf eine Lebertransplantation.

Ursachen

Die Indikation zur Lebertransplantation ist meist bei allen Patienten gegeben, welche an einer Leberzirrhose im Endstadium leiden (Berg 1998, DSO 2013). Ein wesentlich geringerer Anteil der Patienten wird notfallmäßig aufgrund eines fulminanten Leberversagens transplantiert. Das akute Leberversagen resultiert regelhaft aus akuten Virushepatitiden (z. B. Hepatitis B oder Hepatitis C). Relativ hoch ist der Anteil der Patienten, deren Leberzirrhose äthyltoxischer Genese ist. Auch cholestatische Erkrankungen (Primär biliäre Zirrhose oder Primär sklerosierende Cholangitis) führen oftmals zu einer Transplantationsindikation. Seltenere Ursachen sind:

- Autoimmunerkrankungen
- Stoffwechselerkrankungen
- Lebertumore
- Budd-Chiari-Syndrom

Symptome

Treten während des Behandlungsverlaufs therapierefraktäre Komplikationen auf, kann die Indikation zur Lebertransplantation gestellt werden:

- Komplikationen der portalen Hypertension
- Ösophagusvarizenblutungen
- therapierefraktärer Aszites
- hepatische Enzephalopathie
- Muskelatrophie

Treten während des Behandlungsverlaufs bereits Spätkomplikationen (exzessiver Ikterus, Leberzerfallskoma, Nierenversagen oder hepatorenales Syndrom) auf, kann eine Lebertransplantation meist nicht mehr erfolgreich durchgeführt werden (Berg 1998).

Komplikationen

► **Operativ.** Operative Komplikationen konnten in den letzten Jahren deutlich reduziert werden. Begünstigend haben sich folgende Faktoren ausgewirkt:

- (Wieder-)Einführung des venovenösen Bypasses in der anhepatischen Operationsphase
- Gabe von Aprotinin (hemmt die Fibrinolyse)
- verbesserte chirurgische Anastomosetechniken

Die früher gefürchteten Gallengangskomplikationen konnten auf etwa 5 % reduziert werden (Berg 1998). Neben dem unmittelbaren Transplantatversagen (Präservationsschaden) sind insbesondere Gefäß- oder Gallengangskomplikationen (Blutung, Thrombose, Leckage) von besonderer Bedeutung (Herold 2010).

► **Postoperativ.** Unmittelbare postoperative Komplikationen umfassen akute Transplantationsabstoßungsreaktionen (Steroid-/Kortisongabe) oder persistierende Funktionsausfälle.

Zu den längerfristigen Komplikationen gehören der Rückfall zum Alkoholabusus oder Tumorrezidive (z. B. hepatozelluläres Karzinom). Möglich sind weiterhin unerwünschte Wirkungen durch die immunsupressive Therapie (Infektionen, Medikamentennebenwirkung, langfristig auch Malignome) sowie das Wiederauftreten der Grundkrankheit (Hepatitisviren u. a.). Insgesamt beträgt die 30-Tage-Letalität etwa 15 %.

Diagnostik und Therapie

Eine gute intensivmedizinische Überwachung und Therapie hat bei lebertransplantierten Patienten große Bedeutung für ein gutes/optimales Behandlungsergebnis.

Die sonografische Untersuchung des Lebertransplantats und des Abdomens ist in der postoperativen Phase von besonderer Bedeutung. Dabei können zusätzlich Pfortader, Arterien und Lebervenen hinsichtlich des Blutflusses (Dopplersonografie) untersucht werden. Weitere diagnostische Untersuchungen (z. B. CT, Angiografie oder Biopsie) bleiben i. d. R. Ausnahmefällen vorbehalten. Regelmäßige laborchemische Kontrollen (Blutbild, Blutgerinnung, Leberenzyme, Gallengangsenzyme, Retentionswerte) sind hilfreich für die Verlaufsbeobachtung.

Die Überlebensrate ist abhängig von multiplen Faktoren und liegt bei etwa 90 % innerhalb des ersten Jahres und bei etwa 80 % innerhalb der ersten 5 Jahre (Berg 1998, Herold 2010).

Merke

Die Transplantation einer Leber stellt die ultima ratio der Lebertherapie dar und ist meist bei allen Patienten im Endstadium einer Leberzirrhose gegeben. Sie hat in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen (Eschertzhuber 2007).

23.2.8 Ösophaguskarzinom

Definition

Das Ösophaguskarzinom (Speiseröhrenkrebs) ist definiert als ein maligner Tumor des Ösophagus, welcher sich als Plattenepithelkarzinom (85 %) oder als Adenokarzinom (15 %) manifestieren kann.

Das Ösophaguskarzinom entsteht am häufigsten im Bereich der 3 physiologischen Engen des Ösophagus:

- Ösophaguseingang (oberes Drittel, 15 %)
- Trachealbifurkation (mittleres Drittel, 50 %)
- Zwerchfellenge (unteres Drittel, 35 %)

Häufigkeit

Adenokarzinome des gastroösophagealen Übergangs sind eine der am stärksten zunehmenden Tumorentitäten in der westlichen Hemisphäre und stellen mittlerweile eine der häufigsten Todesursachen durch Krebs dar. Die Prognose in den lokal fortgeschrittenen Stadien II und III ist ungünstig mit einer hohen Rate lokaler Rezidive und Fernmetastasen sowie einem 5-Jahres-Überleben von lediglich 20–30 % (Lorenzen 2009). Das Ösophaguskarzinom tritt in Europa mit einer Häufigkeit von 6 pro 100 000 Einwohner pro Jahr auf. Im Verhältnis sind Männer 7-fach häufiger betroffen als Frauen. Das Plattenepithelkarzinom ist wesentlich häufiger und tritt mit einem Häufigkeitsgipfel um das 55. Lebensjahr auf. Das seltenere Adenokarzinom des Ösophagus besitzt seinen Häufigkeitsgipfel bei 65 Jahren (Herold 2010). Benigne Tumoren des Ösophagus sind sehr selten.

Risikofaktoren

Zu den typischen Risikofaktoren eines Ösophaguskarzinoms gehören v. a. langfristiges Rauchen und Alkoholkonsum. Auch Kachexie und Fehlernährung erhöhen das Risiko, an einem Ösophaguskarzinom zu erkranken. Als Risikofaktoren für die Entstehung eines Ösophaguskarzinoms gelten insbesondere

- Genuss von konzentriertem Alkohol, heißen Getränken, Nitrosaminen (Rauchen) und Aflatoxinen,
- vorausgegangene Bestrahlung des Ösophagus (z. B. bei maligner Grunderkrankung anderer Organsysteme),
- Vorhandensein von Begleiterkrankungen (Barrett-Ösophagus/Zylinderzellmetaplasie, bei chronischer Refluxösophagitis wird das Plattenepithel des Ösophagus durch Zylinderepithel ersetzt, Achalasie, Laugenverätzungen und Papillomavirusinfektion).

Symptome

Die Symptome des Ösophaguskarzinoms sind meist unspezifisch und spät. Das häufigste Symptom sind Schluckbeschwerden (Dysphagie) beim Verzehr fester Speisen, teilweise gemeinsam mit einem retrosternalen Druckgefühl, welches meist im Laufe mehrerer Wochen an Stärke zunimmt. Oft treten sie auch erst bei fortgeschrittener Erkrankung auf. Später erscheinen die Beschwerden auch beim Verzehr flüssiger Nahrungsmittel. Gewichtsverlust aufgrund einer unzureichenden Nahrungszufuhr (Schmerzen beim Essen, Unmöglichkeit zum Hinunterschlucken von Speisen) kann ein weiteres wichtiges Symptom sein und sollte immer als Möglichkeit einer malignen Grunderkrankung in Betracht gezogen werden. Nur selten wird das Ösophaguskarzinom in einem frühen Stadium diagnostiziert.

Komplikationen

Der fehlende Serosa-Überzug des Ösophagus führt zu einer frühzeitigen Infiltration benachbarter Organstrukturen durch das Tumorwachstum. Zusätzlich tritt eine frühe Metastasierung in die im Abflussgebiet befindlichen Lymphknoten auf. Der Krankheitsverlauf ist rasch und die mittlere Überlebensdauer gering. Die hämatogene Metastasierung (Leber, Lunge, Knochen u. a.) wird von den Patienten meist nicht mehr erlebt (Herold 2010).

► **Respiratorische Insuffizienz.** Die typische Komplikation einer seitengetrennten Lungenventilation mittels Doppellumentubus (DLT), wie sie intraoperativ bei der thorako-abdominellen Ösophagusresektion erforderlich sein kann, ist die Ausbildung von Atelektasen mit konsekutiver respiratorischer Insuffizienz (Senninger 2001). Insbesondere in der frühen postoperativen Phase kann die respiratorische Insuffizienz durch eine schmerzinduzierte Schonatmung und Sekretretention eine erneute Intubation erforderlich machen. Daher ist eine intensivmedizinische Überwachung des Patienten postoperativ wichtig und indiziert.

Aufgrund des schwerwiegenden operativen Eingriffs sind v. a. postoperativ multiple Komplikationen möglich. Insbesondere während des intensivmedizinischen Behandlungsverlaufs kann die respiratorische Insuffizienz einen hohen Behandlungsaufwand erzeugen (Physiotherapie, Lagerung, nicht invasive Beatmung u. a.). Perioperativ bietet sich daher die Anlage eines thorakalen Periduralkatheters (PDK) an, um eine suffiziente Analgesie im Operationsgebiet zu erreichen. Hierdurch wird einerseits die Inzidenz pulmonaler Komplikationen reduziert und andererseits die Perfusion im Magen-Darm-Bereich (geringere Inzidenz eines Ileus) verbessert.

► **Anastomoseninsuffizienz.** Mögliche Verletzung von arteriellen oder venösen Blutgefäßen bringt ein hohes Risiko für eine postoperative Blutung mit sich. Eine bedeutende mittelfristige Komplikation ist die Anastomoseninsuffizienz, welche durch eine bakterielle Infektion der umgebenden Strukturen zu einer Mediastinitis oder zu einem Pleuraempyem führen kann (Senninger 2001).

Diagnostik

Die Methode der Wahl zur Diagnose eines Ösophaguskarzinoms ist die Ösophago-Gastro-Duodenoskopie (ÖGD). Der makroskopische Befund macht ein Ösophaguskarzinom meist schon wahrscheinlich, durch multiple Biopsien kann die Diagnose i. d. R. mit ausreichend hoher Wahrscheinlichkeit gestellt werden. Zusätzlich können endosonografisch die Tumorausdehnung und die Infiltration benachbarter Strukturen meist sehr gut erfasst werden.

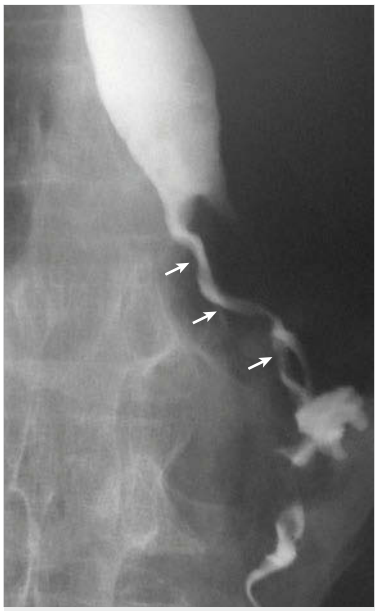


Abb. 23.4 Röntgenbild mit Kontrastmittel. Langstreckige Engstellung (siehe Pfeile) der Speiseröhre vor dem Mageneingang. (Paetz 2013)

► **Radiologische und endoskopische Untersuchungen.** Mittels Computertomografie (CT) können sowohl der Ösophagus selbst (Tumorgröße, Tumorausdehnung) als auch die umliegenden Strukturen (Lymphknoten, Infiltration benachbarter Organe) erfasst werden. Röntgenkontrastuntersuchungen (Breischluck, ▸ Abb. 23.4), Skelettszintigrafie (Metastasierung) und Bronchoskopie ergänzen die apparativen Untersuchungen beim Verdacht auf ein Ösophaguskarzinom.

► **Anamnese, Klinik und Labor.** Daneben sind eine suffiziente Anamnese (Symptome, Krankheitsdauer u. a.), eine ausgiebige klinische Untersuchung (z. B. Lymphknotenstatus) und laborchemische Untersuchungen (z. B. AP bei V. a. Knochenmetastasen) immer unerlässlich.

Therapie

Die komplette Resektion (R_0-Situation) des Tumors gilt beim Ösophaguskarzinom als einziges unimodales Therapieverfahren mit reproduzierbarem Erfolg (Stahl 2004). Lediglich etwa 30 % der Patienten (frühes Stadium) können mit kurativer Zielsetzung radikal operiert werden.

► **Kurativ-chirurgische Therapie.** Das Therapieverfahren der Wahl stellt beim frühen Plattenepithelkarzinom des Ösophagus die transthorakale En-bloc-Ösophagektomie mit Lymphadenektomie und Magenhochzug dar. Im Gegensatz hierzu, können beim Adenokarzinom des Ösophagus auch limitierte Resektionsverfahren zum Einsatz kommen (Stahl 2004). Die perioperative Mortalität ist in den letzten Jahren zunehmend gesunken und liegt bei etwa 2–5 % (Herold 2010, Stahl 2004).

Typischerweise werden die Tumore im Bereich des Ösophagus erst in einem fortgeschrittenen Stadium diagnostiziert, sodass ein kurativer chirurgischer Ansatz nicht immer möglich ist. Eine präoperative neo-adjuvante Radio-/Chemotherapie kann zu einer deutlichen Tumorreduktion (Downstaging) beitragen und hierdurch die Prognose deutlich verbessern. Die Radio-/Chemotherapie wird vorwiegend bei nicht operablen Tumoren durchgeführt, um präoperativ die Tumorgröße zu reduzieren.

► **Palliative Therapie.** Ist beim Ösophaguskarzinom kein kurativer Ansatz möglich, erfolgt die palliative Therapie. Neben einer Radio-/Chemotherapie zur Tumorverkleinerung kommen vorwiegend eine wiederholte Lasertherapie (Beseitigung von intraluminalen Stenosen), die intraluminale Implantation von Stents oder die Anlage einer perkutanen endoskopischen Gastrostomie (PEG) zur Ernährung in Frage.

23.3 Leseservice

23.3.1 Literatur

Berg T. Lebertransplantation. Internist 1998: 39: 1237

Brodner G, van Aken H, Gogarten W. Postoperative Akutschmerztherapie – Die Rolle der Regionalanästhesie. Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 2007; 42: 32–41

Deutsche Stiftung Organtransplantation (DSO). Lebertransplantation. Im Internet: www.dso.de; Stand: 05.05.2014

Eschertzhuber S, Lindner KH, Hörmann C. Anästhesie für die Lebertransplantation (LTX) – Besonderheiten und Therapiekonzepte. Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 2007; 42: 682–689

Faller A. Schünke M. Der Körper des Menschen. Einführung in Bau und Funktion. 15. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2009

Genzwürker H, Hinkelbein J. Fallbuch Anästhesie, Intensivmedizin, Notfallmedizin und Schmerztherapie. Stuttgart: Thieme; 2013

Gerlach U, Wagner H, Wirth W. Innere Medizin für Gesundheits- und Krankenpflege. 7. Aufl. Stuttgart: Thieme 2011

Henne-Bruns D, Löhnert M. Aktueller Stand zur Diagnostik und nichtoperativen Therapie des Dünndarmileus. Chirurg 2000; 71: 503

Herold G. Innere Medizin 2010. Köln: Herold Eigenverlag; 2010

Kellnhauser E et al., Hrsg. Thiemes Pflege. 10. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2004

Kuhlen R, Putensen C, Quintel M, Hrsg. Jahrbuch Intensivmedizin 2006. Berlin: Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft; 2006

Lier H, Böttiger BW, Hinkelbein J, Krep H, Bernhard M. Coagulation Management in multiple Trauma: A systematic review. Intensive Care Med 2011; 37: 572–582

Löser C, Fölsch UR. Akute nekrotisierende Pankreatitis. Internist 1999; 40: 1257

Lorenzen S, Ott K, Lordick F. Multimodale Therapie bei Karzinomen des gastroösophagealen Übergangs (GÖÜ). Onkopipeline 2009; 2 (3): 92–100

Mitzner S, Klammt S, Stange J, Nöldge-Schomburg GFE, Schmidt R. Extrakorporale Blutreinigung im schweren Leberversagen mit der Albumindialyse MARS® – Einfluss auf intensivmedizinisch relevante Parameter. Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 2005; 40: 199–206

Nachlas MM. Experiences with the triple-lumen single balloon tube in massive upper gastrointestinal hemorrhage. Gastroenterology 1956; 30: 913–928

Paetz B. Chirurgie für Pflegeberufe. 22. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2013

Reske AP, Schreiter D, Höhne C. Intraabdominelle Hypertonie und abdominelles Kompartmentsyndrom – Basiswissen und anästhesiologische Aspekte. Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 2009; 44: 336–343

Schünke M, Schulte E, Schumacher U. Prometheus. LernAtlas der Anatomie. Innere Organe. Illustrationen von M. Voll und K. Wesker. 2. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2009

Secknus R, Mössner J. Inzidenz- und Prävalenzveränderungen der akuten und chronischen Pankreatitis in Deutschland. Chirurg 2000; 71: 249

Sengstaken RW, Blakemore AH. Balloon tamponage for the control of hemorrhage from esophageal varices. Ann Surg 1950; 131 (5): 781–789

Senninger N. Gastrointestinale Erkrankungen. In: Van Aken H, Hrsg. Intensivmedizin. ains Band 2. Stuttgart: Thieme; 2001

Stahl M. Kurative Therapie des Ösophaguskarzinoms. Onkologe 2004; 10: 1215

Stoll-Salzer E, Wiesinger G. Stomatherapie. Grundlagen und Praxis. Stuttgart: Thieme; 2005

Kapitel 24

Intensivmedizinische Versorgung von Patienten mit Erkrankungen der Niere

24.1 Anatomische und physiologische Grundlagen *516*

24.2 Erkrankungen der Niere *517*

24.3 Leseservice *520*

24 Intensivmedizinische Versorgung von Patienten mit Erkrankungen der Niere

Dieter Bach

24.1 Anatomische und physiologische Grundlagen

24.1.1 Physiologische Nierenfunktion

Bei Patienten mit normaler Nierenfunktion ist sowohl die glomeruläre als auch die tubulointerstitielle Globalfunktion altersentsprechend komplett erhalten. Dies bedeutet struktur-morphologisch, dass ca. 1,5–2 Mio. Glomeruli zusammen mit dem nachgeschalteten tubulointerstitiellen System die Funktionseinheiten der Nephrone bilden (▶ Abb. 24.1).

Über die glomeruläre Filtration des Primärharns, der täglich ca.180 l beträgt, produzieren diese Nephrone mit tubulären Rückresorptions- und Sekretionsmechanismen einen Endharn (Urin) von ca. 1,5 l/d.

Neben der reinen Filtration von Wasser nimmt die Niere sowohl exkretorische als auch inkretorische Funktionen wahr.

▶ **Exkretorische Funktion.** Zu den exkretorischen Funktionen gehören die Ausscheidung von Kreatinin als Abbauprodukt des Muskelstoffwechsels sowie insbesondere Harnstoff als Abbauprodukt des Eiweißstoffwechsels. Darüber hinaus erfolgt die Ausscheidung von klein- und großmolekularen Substanzen und Elektrolyten wie Natrium, Kalium und Chlorid. Weiterhin sind die Nieren neben der Lunge das führende Regulationsorgan für den Säure-Basen-Haushalt.

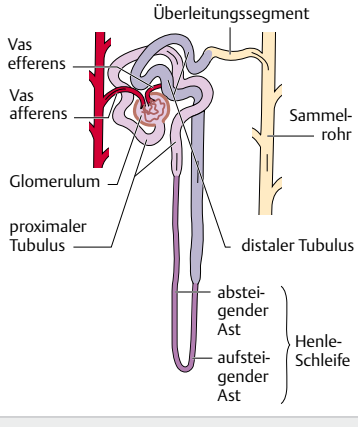


Abb. 24.1 Schema eines Nephrons. Jedes Nephron besteht aus dem Nierenkörperchen mit zu- und abführendem Blutgefäß, dem proximalen (nahen) Tubulus, der dünnen und langen Henle-Schleife, dem distalen (fernen) Tubulus und dem Sammelrohr. In der Henle-Schleife und dem parallel verlaufenden Sammelrohr wird der Harn konzentriert. (Schwegler u. Lucius 2011)

▶ **Inkretorische Funktion.** Zusätzlich hat die Niere eine inkretorische Funktion, sie ist Hauptproduktionsort des Erythropoeitins. Dieses Hormon ist zwingend zur Hämoglobinbildung notwendig. Darüber hinaus ist sie auch in den Regelkreislauf der Nebenschilddrüse mit eingeschaltet und reguliert u. a. darüber den Kalzium-Phosphat-Haushalt.

Interpretation der Nierenfunktion

Als Maßstab der exkretorischen Nierenfunktion wird in der klinischen Routinediagnostik das Serumkreatinin bzw. die Kreatinin-Clearance nach der Cockroft-Gault-Formel berechnet (▶ Abb. 24.2).

▶ **Serumkreatinin.** Das Serumkreatinin stellt nur einen annähernden Wert für die glomeruläre Filtration dar. Die Normalwerte liegen in Abhängigkeit des gewählten Labors zwischen 1,0 und 1,2 mg/dl. Bereits eine leichte Änderung des Serumkreatinins über 1,2 mg/dl kann schon einen erheblichen, bis zu 40 % ausmachenden Verlust der glomerulären Clearance bedeuten.

▶ **Kreatinin-Clearance.** Die Kreatinin-Clearance ist somit wesentlich genauer und differenziert das „blinde Loch" des Serumkreatinins. Hier sind physiologisch im jungen und mittleren Erwachsenenalter Werte zwischen 80 und 120 ml/min zu erwarten. Physiologischerweise nimmt mit zunehmendem Lebensalter die glomeruläre Clearance ab, sodass im Alter von 80 Jahren nur noch eine physiologische Clearance von ca. 60 ml/min/1,73 m^2 besteht.

Für die klinische Routine wird heute überwiegend in allen Laboruntersuchungen die **MDRD-Formel** (aus der Studie Modification of Diet in renal Disease) als Möglichkeit der Abschätzung der glomerulären Filtrationsrate verwendet. Diese Berechnung ist unterhalb einer GFR von 60 ml/min sehr gut anzuwenden und benötigt neben dem Serumkreatinin nur eine Alters- und Geschlechtsangabe.

▶ **Harnstoff-Clearance.** Produkt des Eiweißstoffwechsels ist der gemessene Serumharnstoff bzw. der Harnstoff-Stickstoff oder analog die Harnstoff-Clearance. Das Ausmaß der im Urin gemessenen Harnstoffkonzentration ist sehr unterschiedlich. Im Gegensatz zum Kreatinin wird Harnstoff zwar auch frei glomerulär filtriert, jedoch in unterschiedlichem Ausmaß tubulär rückresorbiert. Die Harnstoffproduktion ist abhängig von der Proteinzufuhr und vom Ausmaß der Harnstoffrückresorption. Sie ist somit nicht konstant. Dies begründet, warum der Harnstoff zur Beurteilung der glomerulären Filtration kein idealer Messparameter ist und nur als Ausdruck der urämischen Stoffwechselsituation gewertet werden kann.

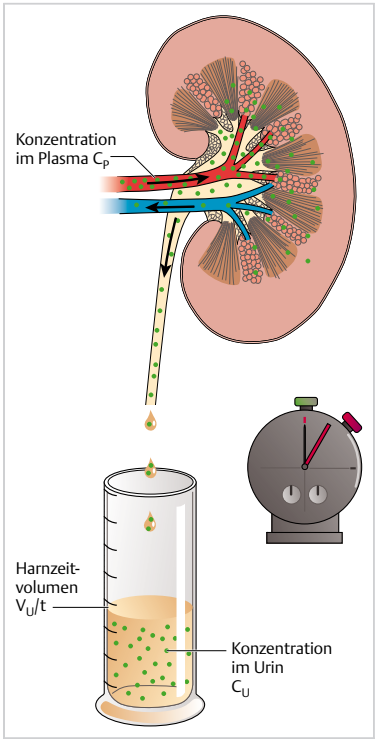


Abb. 24.2 Messung der Clearance einer Substanz. Mit jeder Passage reinigt die Niere das Blut von einem Teil seiner Abfallstoffe (hier grün dargestellt). Um die Geschwindigkeit dieser Reinigung (Clearance) zu messen, benötigt man die Konzentration der Substanz im Blutplasma (CP) und im Urin (CU) sowie die Menge des in einer bestimmten Zeit (t) gelassenen Urins (VU/t). (Schwegler u. Lucius 2011)

24.2 Erkrankungen der Niere

24.2.1 Akutes Nierenversagen

Definition

Das akute Nierenversagen beschreibt eine innerhalb von kürzester Zeit, z. T. innerhalb von Stunden bis Tagen eintretende Reduktion der glomerulären Filtration. Diese Nierenfunktionsstörung ist gekennzeichnet durch den urämischen Stoffwechselzustand, d. h. den schnellen Anstieg der harnpflichtigen Substanzen Kreatinin und Harnstoff im Serum. Parallel dazu kommt es zu einem Rückgang der Diurese und einem zusätzlichen Anstieg von glomerulär filtrierten Substanzen wie Kalium (Hyperkaliämie). Das akute Nierenversagen ist eine prinzipiell reversible Erkrankung.

Ursachen

Verschiedene Ursachen können bei vorbestehender normaler Nierenfunktion auch unter Berücksichtigung einer Risikostratefizierung der Patienten unter intensivdiagnostischen und -therapeutischen Umständen zu dem klinischen Bild eines akuten Nierenversagens führen. Hierzu gehören:

- prärenale Ursachen (Volumenmangel, Hypotonie, vaskuläre Unterbrechung, vaskuläre Minderversorgung)
- intrarenale Ursachen (toxische Schäden bedingt durch Diagnostika [z. B. Kontrastmittel/Therapeutika], Antibiotika und andere Medikamente, direkte renoparenchymatöse Erkrankungen [z. B. immunologische Erkrankungen])
- postrenale Ursachen (Harnstauung bei Prostataadenom/-karzinom, ungenügender Harnabfluss bei Blasenatonie usw., Kompression durch retroperitoneale Raumforderungen wie Hämatome)

Arten

Das akute Nierenversagen kann unterschiedlich verlaufen:

- anurisch ohne Urinportion bzw. mit einer Urinmenge ≤ 150 ml/d
- oligurisch mit 500 ml/d
- polyurisch ohne Konzentration im Sinne eines hypoosmolaren Urins

Klassifikation

► **RIFLE-Kriterien.** Als Klassifikation des akuten Nierenversagens werden die sog. RIFLE-Kriterien (Risk Injury Failure Loss Endstage) übereinstimmend verwendet. In diese Stadieneinteilung gehen neben definierten Serumkreatinin-Anstiegen und damit einhergehendem Abfall der GFR auch definierte Rückgänge der Diurese pro Zeiteinheit bis zur kompletten Anurie mit ein. Aktuell wird zusätzlich noch eine neue Einteilung der akuten Nierenfunktionseinschränkung (AKI) diskutiert, die bereits einen geringen, aber schon prognostisch ungünstigen Anstieg des Serumkreatinins berücksichtigt.

Risikofaktoren

Prädisponierende Faktoren für akutes Nierenversagen sind:

- Erkrankungen systemischer Genese (z. B. Diabetes mellitus, systemische Vaskulitiden)
- Leichtkettenerkrankungen wie multiples Myelom
- fortgeschrittenes Lebensalter mit schon primär eingeschränkter glomerulärer Filtrationsrate des Patienten bzw. am Serumkreatinin nicht erkannter Einschränkung der Nierenfunktion

► **Niereninsuffizienz.** Davon zu unterscheiden sind Patienten, bei denen bereits eine nierenersatzpflichtige Niereninsuffizienz besteht. Diese Patienten befinden sich i. d. R. in einem chronischen Dialyseprogramm entweder mittels der chronischen intermittierenden Hämodialyse in ihren verschiedenen technischen Durchführungsformen oder aber mittels der Peritonealdialyse. Diese Patientengruppe wird unter intensivmedizinischen Bedingungen keine Änderung ihrer Nierenfunktion erfahren, mit der Ausnahme, dass durch hämodynamische Instabilität und somit auch prärenalem „Schock"-Charakter sowie durch die notwendige Gabe von nephrotoxischen Medikamenten die Gefahr besteht, dass die noch bestehende Restdiurese reduziert wird.

Symptome

Das klinische Leitsymptom des akuten Nierenversagens ist das Vollbild der sog. Urämie (urämische Stoffwechselsituation). Dies entsteht durch den Anstieg von Serumkreatinin und Harnstoff im Serum sowie die Retention von Elektrolyten (Hyperkaliämie) und Flüssigkeit. Symptome sind:

- Hyperhydratation (vermehrter Flüssigkeitsrückhalt im Körper)
- möglicherweise Lungenödem
- Hyperkaliämie mit sekundär auftretenden malignen, i. d. R. bradykarden Herzrhythmusstörungen
- urämische Perikarditis
- zerebrale Funktionseinschränkungen
- sekundäre Störungen, auch in der Gerinnungshomöostase

Diagnostik

Zur Erstdiagnostik werden laborchemische und bildgebende Verfahren eingesetzt.

► **Laborchemische Diagnostik.** Hierzu gehören die Bestimmung der Retentionswerte, eine Blutgasanalyse zur Bestimmung und Detektion einer sich möglicherweise entwickelnden metabolischen Azidose und sekundären Hyperkaliämie sowie die Urinbilanzierung.

► **Biomarker.** Aktuell werden spezielle laborchemische Parameter, sog. Biomarker, in klinischen Studien zur frühzeitigen Diagnose des akuten Nierenversagens geprüft. Ein u. a. vielversprechender Marker als sog. „Real-Time-Parameter", der innerhalb von 30 Minuten nach Freisetzung im Urin nachweisbar ist, ist NGAL (Neutrophil gelatinase-associated Lipocalin). Wegen der schwierigen Bestimmungsmethodik, der Notwendigkeit einer Urinproduktion zum Nachweis und des bisher nicht vollständig geklärten Umfangs der Elimination durch Nierenersatzverfahren hat dieser, wie auch andere Biomarker noch nicht in die klinische Routinediagnostik Einzug gehalten.

► **Bildgebende Diagnostik.** Sonografisch zeigen sich beim klassischen akuten Nierenversagen große, i. d. R. mit den Markpyramiden betonte Nieren. Im Gegensatz zur chronischen Niereninsuffizienz mit Verkleinerung der Nieren und Parenchymeinschränkungen sind diese Nieren groß und geschwollen. Darüber hinaus kann die Sonografie auch ein postrenal bedingtes akutes Nierenversagen durch Obstruktionen sicher differenzieren, es finden sich dann flüssigkeitsgefüllte und aufgestaute Nierenbecken.

Eine weitere ätiologische Zuordnung außerhalb des postrenalen akuten Nierenversagens ist durch bildgebende Diagnostik nicht möglich. In Ergänzung der laborchemischen Primärparameter ist dann die Bestimmung von z. B. immunologischen Parametern zur Differenzierung einer immunologischen Systemerkrankung und/oder in Einzelfällen auch eine renale Biopsiediagnostik unter Sonografieführung erforderlich.

Therapie

Das akute Nierenversagen tritt in der heutigen Intensivmedizin anders in Erscheinung als noch vor wenigen Jahren. War es früher hauptsächlich ein Einzelorganversagen, so ist es heute Teilaspekt eines Mehrfachorganversagens (sog. MOV) und ist in Abhängigkeit der betroffenen Organsysteme z. T. mit bis zu einer 80 %igen

Letalität verbunden. Diese Letalität wird nicht durch das Ausmaß des akuten Nierenversagens bestimmt, sondern durch die Anzahl der betroffenen Organsysteme.

Konservative Maßnahmen

Im Hinblick auf die Überbrückung des akuten Nierenversagens bis zur möglichen Wiederherstellung der körpereigenen Nierenfunktion stehen in der Intensivmedizin vor dem Einsatz von differenzierten extrakorporalen Verfahren zunächst die konservativen Maßnahmen im Vordergrund. Dazu gehören vordringlich folgende 4 Maßnahmen:

1. Aufrechterhalten einer hämodynamischen Stabilität mit entsprechend hohem mittleren arteriellen Druck
2. Aufrechterhalten bzw. Rekompensieren des Wasser- und Elektrolyt-Haushaltes
3. Stabilisieren des Säure-Basen-Haushaltes
4. ausreichende Energiezufuhr durch hochkalorische enterale oder parenterale Ernährung

► **Aufrechterhalten bzw. Rekompensieren des Wasser- und Elektrolythaushaltes.** Hierbei ist insbesondere auf Bilanzierung des Natrium- und Kaliumhaushaltes sowie auf einen adäquaten Volumenstatus zu achten. Als Volumenstatusmessung bieten sich neben dem zentralvenösen Druck mit seinen Ungenauigkeiten Bioimpedanzmessungen oder Lungenwassermessungen an. Bei Intensivpatienten, die über Monitor überwacht werden, ist natürlich auch die Verwendung eines Swan-Ganz-Katheters mit seinen Messoptionen hilfreich.

► **Stabilisieren des Säure-Basen-Haushaltes.** Hier kommt es vor allen Dingen darauf an, eine metabolische Azidose zu verhindern. Unter zunehmender Azidose kommt es zu einer schlechteren Oxygenierung der Peripherie im Arteriolenbereich sowie im Kapillarstrombett. Frühzeitige perorale oder intravenöse Bikarbonatgaben können dies verhindern und somit eine bessere periphere Oxygenierung erzielen.

► **Ausreichende Energiezufuhr.** Ein Hauptproblem des Critical-Illness-Patienten ist die zunehmende Katabolie mit entsprechendem Abbau des eigenen Proteinbestandes des Körpers. Somit ergibt sich ein höherer Anfall von Eiweißstoffwechselprodukten, die ihrerseits wiederum zu einem erhöhten Harnstoff-N- bzw. Harnstoff-Anfall im Blut führen. Besonders begünstigt wird dies noch durch kritische Intensivsituationen wie einer gastrointestinalen Blutung.

Ziel der konservativen Maßnahmen im Rahmen der Intensivmedizin muss es sein, die Komorbiditäten des Patienten möglichst zu senken, eine optimale Flüssigkeitsbilanzierung unter Beachtung der Verschiebung der Kenndaten (z. B. bei Beatmung) zu gewährleisten und darüber hinaus die katabole Stoffwechselsituation zu reduzieren. Nicht zu vergessen ist die Supplementation mit Spurenelementen, insbesondere Phosphat, die trotz eingeschränkter Nierenfunktion und somit Kumulation i. d. R. beim länger dauernden Intensivpatienten zu einer Critical-Illness-Polyneuropathie führen kann.

Nierenersatztherapie

Grundsätzlich werden zwar alle Formen der Dialysen als Nierenersatzverfahren bezeichnet, aber man muss sich bewusst machen, dass selbst über optimierte Verfahrenstechniken höchstens 30–40 % der normalen exkretorischen Nierenfunktion ersetzt werden können und der Ausfall von inkretorischen Funktionen zusätzliche Maßnahmen (z. B. Medikamente) erforderlich machen. Die Entscheidung, wann, wie häufig und welches Nierenersatzverfahren bei den nierenkranken Patienten sowohl bei chronischer Niereninsuffizienz als auch akutem Nierenversagen angewendet werden soll, obliegt der Entscheidung des nephrologischen Teams in Verbindung mit dem intensivmedizinischen Team. Vor dem Hintergrund der modernen Intensivmedizin unterscheidet man heute:

- diskontinuierliche Verfahren
- kontinuierliche Verfahren

Während diskontinuierliche Nierenersatzverfahren (Dialyse) bereits auf das frühe 19. Jahrhundert mit der ersten Begrifflichkeit des Wortes „Dialyse“ im Jahre 1824 von René Duproché zurückgehen, ist eine kontinuierliche apparative Technik erstmals 1977 in Deutschland von Kramer in Göttingen durchgeführt worden.

Grundprinzipien

Die im diskontinuierlichen wie kontinuierlichen Bereich angewendeten Nierenersatzverfahren stützen sich heute i. d. R. auf 2 wesentliche Grundprinzipien:

1. konvektiver Stofftransport,
2. diffusiver Stofftransport.

Zusätzlich wird über den Einsatz von osmotisch wirksamen Substanzen oder durch den Aufbau von Druckunterschieden (Ultrafiltration) noch eine Flüssigkeitselimination angestrebt.

► **Konvektiver Stofftransport.** Konvektion bedeutet, dass in einem Strom von Flüssigkeiten über eine semipermeable Membran ein Teilchenstrom entsteht und zu eliminierende Substanzen über diesen Flüssigkeitsstrom entfernt werden. Im Flüssigkeitsstrom gelöste Substanzen werden also durch die Membran mittransportiert. Dies ist besonders wichtig für Moleküle, die in einen sog. Mittelmolekülbereich fallen. Als Referenzmolekül gilt z. B. das Vitamin B_{12} in einer Molekülgröße von 1500 Dalton.

► **Diffusiver Stofftransport.** Das 2. Grundprinzip, die Diffusion, bedeutet eine Molekülwanderung vom Ort höherer Konzentration zum Ort niederer Konzentration. Dabei hängt die Verteilungsgeschwindigkeit relativ von der Molekülgröße sowie von der Art der gewählten Membran ab. Dies bedeutet, dass an einer Membran im Gegenstromprinzip zu einem Blutfluss ein Dialysatfluss mit einer entsprechend geringen oder nicht vorhandenen Konzentration der zu eliminierenden Teilchen vorbeifließt. Dies ist ein besonders wichtiges Transportprinzip für kleinmolekulare Substanzen wie Kalium, Natrium oder Harnstoff, die ein Molekülgewicht von < 100 Dalton haben.

► **Osmose.** Einzelne Nierenersatzverfahren nutzen darüber hinaus verstärkt das Prinzip einer Osmose, d. h. eines Flüssigkeitsstroms von einer verdünnteren Lösung in eine konzentriertere Lösung. Dabei muss die beide Flüssigkeiten trennende Membran enge Poren haben, um gelöste Teilchen bzw. Bestandteile zurückzuhalten und nur die Lösungsmittel passieren zu lassen. Es besteht eine hydrostatische Druckdifferenz, ausgelöst durch den osmotischen Druck, der einen Flüssigkeitsstrom aus der verdünnten in die konzentrierte Lösung treibt. Beispiel dafür ist das Prinzip der Bauchfelldialyse (Peritonealdialyse).

► **Moderne Nierenersatzverfahren.** In modernen Nierenersatzverfahren werden häufig beide Verfahrenssysteme kombiniert, d. h., es kommt zu einem kombiniert diffusiven und konvektiven Stofftransport im Sinne der Hämodiafiltration.

Diskontinuierliche Verfahren

Zu den diskontinuierlichen Verfahren gehören:

- Hämodialyse (diffusiver Stofftransport, ▶ Abb. 24.3)
- Hämofiltration (konvektiver Stofftransport, ▶ Abb. 24.4)
- Hämodiafiltration (Kombination aus diffusivem und konvektivem Stofftransport)

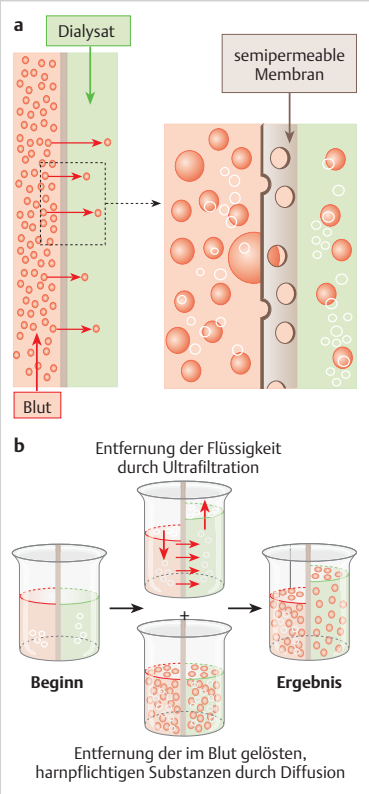


Abb. 24.3 Prinzip der Hämodialyse.
a Durch die semipermeable Membran können nur niedermolekulare Substanzen hindurch treten. Treibende Kraft ist das Konzentrationsgefälle.
b Über die Dialysemembran können dem Körper sowohl harnpflichtige Substanzen als auch Flüssigkeit entzogen werden. (Schewior-Popp et al. 2012)

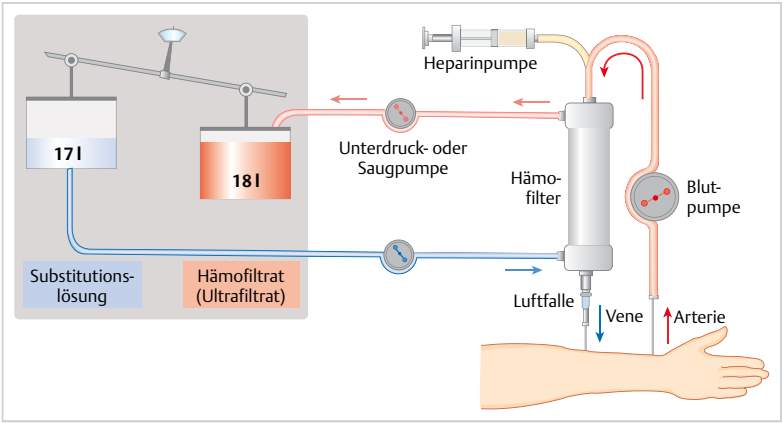


Abb. 24.4 Prinzip der Hämofiltration. Werden 18 l Blut filtriert und nur 17 l durch die Infusion substituiert, entspricht dies einem Flüssigkeitsentzug von 1 l. (Schewior-Popp et al. 2012)

Kontinuierliche Verfahren

Zu den kontinuierlichen Verfahren gehören:

- CAVH (kontinuierliche arterielle Hämofiltration, konvektiver Stofftransport)
- CVVH (kontinuierliche venovenöse Hämodialyse, konvektiver Stofftransport)
- CAVHD (kontinuierliche arteriovenöse Hämodialyse, Diffusion)
- CVVHD (kontinuierliche venovenöse Hämodialyse, Diffusion)
- CVVHDF (kontinuierliche venovenöse Hämodiafiltration; Konvektion und Diffusion)

Darunter gibt es im kontinuierlichen Bereich noch weitere Kürzel, z. B. die HV-Filtration (High Volume), die bestimmten Filtrationsmengen vorbehalten ist oder die SLED (Slow extended Dialysis), eine Form der besonders mit niedrigen Dialysatflüssen lange andauernden Dialyse. Additiv wird in gewissen intensivmedizinischen Situationen, insbesondere im pädiatrischen Bereich, auch noch die Peritonealdialyse als Akutverfahren im Sinne von Einzelfallindikationen angewendet.

► **CVVH.** Die kontinuierliche Hämofiltration als pumpengestütztes Verfahren ist das am weitesten verbreiteteste Therapieprinzip. Es nutzt den konvektiven Stofftransport bis zu einem Molekulargewicht von ca. 20 000 Dalton. Bei diesem sog. Cut-off-Point einer synthetischen Membran erfolgt bis dahin ein nahezu freier Übertritt der Moleküle unabhängig vom Molekulargewicht. In der Diskussion ist diese Verfahrenstechnik insbesondere bei septikämischen Zustandsbildern sowie hämodynamisch bei instabilen klinischen Verläufen eines ausgedehnten, z. B. myokardialen Infarktgeschehens.

Nachgewiesenermaßen werden die in der Septikämie angeschuldigten Mediatorfaktoren wie TNF-alpha-Interleukine, aber auch Prostaglandine mit Molekulargewichten zwischen 50 und 20 000 Dalton zwar in einer relevanten Menge eliminiert, jedoch ist eine hohe Neubildungsrate nachzuweisen. Insofern ist ein klinisch relevanter, überlegener Beweis dieses Verfahrens im Hinblick auf die Septikämie bisher noch nicht geführt worden.

► **CVVHD.** Alternative Verfahren liegen in der kontinuierlichen Hämodialyse CVVHD mit diffusivem Stoffaustausch. Vorteilhaft ist dabei die höhere Elimination niedermolekularer Substanzen unter 500 Dalton. Dem gegenüber steht der deutlich höhere apparative Aufwand des Verfahrens.

► **CVVHDF.** Eine ideale Kombination beider Verfahren wird in der CVVHDF umgesetzt. Hier werden beide Stofftransporte kombiniert. Sie bedarf jedoch der Hand des Erfahrenen und hat einen hohen Materialumsatz. Grundlage vieler klinischer Anwendungsbereiche sind heute die Ergebnisse aus der klinischen Arbeitsgruppe um Ronco, die gezeigt haben, dass eine gesteigerte Hämofiltration mit 35 ml/kgKG/d bei der kontinuierlichen venovenösen Hämofiltration mit höheren Eliminationsvolumina ein eindeutig besseres Ergebnis zeigen. In der Praxis können sich jedoch die hohen Filtrationsmenge als Hindernis in Bezug auf Kosteneffizienz und pflegerische Umsetzbarkeit erweisen.

Seit 2008 gibt es Studienergebnisse, die Hinweise darauf geben, dass auch beim Einsatz geringerer Filtrationsvolumina bezüglich der Organ- und Patientenüberlebensraten vergleichbare Ergebnisse zu High-Volume-Filtrationen erzielt werden.

Fazit

Unter Berücksichtigung der seit der Einführung von Kramer angestoßenen Entwicklung in der Intensivmedizin ist ein sicheres Ende und Optimum der Verfahrenstechniken noch nicht abzusehen. Es bliebe wünschenswert, dass den Nierenersatzverfahren über ihren sicherlich unbestrittenen Stellenwert zur Aufrechterhaltung einer Nierenfunktion ihrer supportiven Bedeutung zur Aufrechterhaltung der Hämodynamik bei schweren Herz-Kreislauf-Erkrankungen auch noch eine zunehmende Rolle bei der Elimination von proinflammatorisch in der Sepsis wirksamen Mediatorsubstanzen sicher zugeschrieben werden kann. Dies bleibt sicherlich weiteren Untersuchungen und Forschungen vorbehalten, hier spielt die Optimierung der Membrantechnik eine vordergründige Rolle.

Bezüglich der bei einer Extrakorporaltherapie und somit auch einem Nieren-

ersatzverfahren erforderlichen Antikoagulation ist die kontinuierliche oder diskontinuierliche Zufuhr von Heparin in unfraktionierter oder niedermolekularer Form immer noch der Standard. Neben Heparin-Analoga und weiteren, die plasmatische Gerinnung beeinflussenden Substanzen, die allerdings erheblich kostenintensiv und nur kompliziert steuerbar sind, hat die sog. *regionale Antikoagulation* mit gezielter Zufuhr von Zitrat zur Bildung von Kalzium-Zitrat-Komplexen einen sehr großen Stellenwert bekommen, insbesondere bei Patienten mit akutem Nierenversagen und starken Blutungsneigungen.

Hier wird systemisch keine Antikoagulation verwendet.

Zu extrakorporalen Nierenersatzverfahren siehe auch Kap. „Extrakorporale Nierenersatzverfahren“ (S. 356).

24.2.2 Nierentransplantation

Definition

Unter einer Nierentransplantation versteht man die Implantation einer funktionierenden Niere (Nierentransplantat) in einen Empfänger mit i. d. R. terminaler nierenersatzpflichtiger Niereninsuffizienz. Dabei unterscheidet man grundsätzlich 2 Arten der Transplantation:

- **Leichennieren-Transplantation:** Dabei wird die Niere eines hirntot verstorbenen Organspenders als Transplantat verwendet.
- **Lebendnieren-Transplantation:** Hierbei wird eine Lebendspende durchgeführt, d. h., als Transplantat wird eine Niere von einem Lebendspender verwendet.

Diagnostik

Eine Nierentransplantation erfordert eine hervorragende Abstimmung zwischen nephrologischem und operativem Team. Nach der Nierentransplantation kann es entweder zu einer Spontanfunktion des Transplantates kommen mit Aufnahme der Diurese und Beginn der exkretorischen und inkretorischen Funktion, oder aber es tritt ein protrahiertes akutes Nierenversagen (S. 517) entweder oligurisch oder anurisch auf.

Bei vorliegender Oligoanurie ist differentialdiagnostisch das akute Nierenversagen von einer akuten Abstoßungsreaktion bzw. Transplantatnephropathie zu unterscheiden. Die Nierenbiopsie ist dabei immer noch die sicherste Methode zur Differenzialdiagnose. Laborchemische Serum- als auch Urinparameter lassen keine genaue Differenzierung zu. Durch eine frühzeitige Transplantatbiopsie, d. h. die Entnahme eines Biopsiezylinders über sonografisch gesteuerte Punktion, kann eine sichere pathologische Differenzierung anhand des zellmorphologischen Bildes stattfinden.

Therapie

Unabhängig von der gewählten Form der Nierentransplantation (Leichennieren- versus Lebendnieren-Transplantation) ist unbedingte Voraussetzung einer Transplantation eine begleitende immunsuppressive Therapie. Hier werden verschiedene immunsuppressive Therapieschemata gewählt. Bei geplanten Lebendnieren-Transplantationen wird u. U. der spätere Empfänger des Transplantates bereits zeitlich vor der geplanten Transplantation unter eine immunsuppressive Therapie gesetzt.

Neben dem Einsatz von Glukokortikoiden werden in der modernen Transplantationsmedizin insbesondere Medikamente wie Cyclosporin A, Tacrolimus, Mycophenolatmofetil oder aber Sirolimus eingesetzt. Bei hoch immunisierten Patienten greift man auch auf monoklonale Antikörper gegen Lymphozytensubpopulationen zurück. Im Falle des Vorliegens und des Nachweises einer akuten Abstoßungsreaktion werden entweder erhöhte Glukokortikoiddosen eingesetzt oder es kommen additiv auch zusätzliche Immunsuppressiva wie monoklonale Antikörper zum Einsatz. Gegebenenfalls ist auch eine Änderung der basalen Immunsuppression von einer Zweifachmedikation in eine Drei- oder Vierfachmedikation erforderlich.

Unter dem Regime der modernen Immunsuppression ist es gelungen, eine Überlebensrate ein Jahr nach Transplantation von ca. 85–90 % zu erzielen. Die Überlebensraten 10 Jahre nach Transplantation liegen mittlerweile deutlich über 70 %. In der Regel ist jedoch die lebenslange Einnahme der immunsuppressiven Medikamente erforderlich.

24.3 Leseservice

24.3.1 Literatur

Bach D et al. Fortschritte und praktisch-klinische Perspektiven der CVVH. Beiträge zum 12. internationalen Symposium Intensivmedizin und Intensivpflege. Bremen: Pabst science publishers; 2002

Breuch G. Fachpflege Nephrologie und Dialyse. 3. Aufl. München: Urban & Fischer; 2002

Grabensee B. Checkliste XXL Nephrologie. 2.Aufl. Stuttgart: Thieme; 2002

Hörl, Walter H. Dialyseverfahren in Klinik und Praxis. Stuttgart: Thieme; 2003

Koch KM, Hrsg. Klinische Nephrologie. München: Urban & Fischer; 2000

Kuhlmann U et al., Hrsg. Nephrologie. 4. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2003

Schewior-Popp S, Sitzmann F, Ullrich L, Hrsg. Thiemes Pflege. 12. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2012

Schönweiß G. Dialysefibel. 3. Aufl. Bad Kissingen: Abakiss; 2006

Schwegler J, Lucius R. Der Mensch. Anatomie und Physiologie. 5. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2011

Kapitel 25

Intensivmedizinische Versorgung von Patienten mit Erkrankungen des Nervensystems

25.1 Neurochirurgische Erkrankungen *522*

25.2 Neurologische Erkrankungen *532*

25.3 Leseservice *538*

25 Intensivmedizinische Versorgung von Patienten mit Erkrankungen des Nervensystems

Hans-Jürgen von Giesen, Michael Schütze

25.1 Neurochirurgische Erkrankungen

Michael Schütze

25.1.1 Anatomische, physiologische und pathophysiologische Grundlagen

Patienten der Intensivstation mit neurochirurgischen Krankheitsbildern lassen sich in 3 Gruppen einteilen:

- Notfallpatienten (Schädel-Hirn-Trauma, spontane Hirnblutung)
- Patienten mit hohen Läsionen des Rückenmarks und Atemstörungen
- Überwachungspatienten nach neurochirurgischen Wahleingriffen (Hirntumor usw.)

Intrakranielle Drucksteigerung

Patienten mit akuten Läsionen des Gehirns sind v. a. durch eine intrakranielle Drucksteigerung (ICP) gefährdet. Diese kann durch verschiedene Faktoren bedingt sein (z. B. Hirnschwellung/Hirnödem, Nachblutung, Entwicklung eines Hydrozephalus), welche sich letztendlich nur durch eine bildgebende Diagnostik klären lassen. Die klinische Überwachung durch geschultes Pflegepersonal sollte daher derartige Läsionen möglichst früh erkennen, um rechtzeitig eine gezielte bildgebende Diagnostik durch den Arzt einzuleiten.

Hirndruckzeichen

▶ **Bewusstseinstrübung.** Erhöht sich der intrakranielle Druck (z. B. durch eine oberhalb des Tentoriums [= Kleinhirnzelt] gelegene Raumforderung auf einer Seite des Großhirns), wird zunächst eine zunehmende Bewusstseinstrübung des Patienten bemerkt. Diese lässt sich mittels der Glasgow-Koma-Skala (▶ Tab. 25.2, ▶ Abb. 25.4) gut erfassen. Bei dieser Skala werden die 3 Grundfunktionen des Wachbewusstseins, nämlich Augenöffnen, Sprache und Bewegung erfasst und in diesen 3 Kategorien jeder Leistung eine bestimmte Anzahl von Punkten zwischen 1 und 6 zugeordnet. Durch Addition der Zahlen erhält man eine halbquantitative Skala, aus deren Verlauf Änderungen des Bewusstseins gut erkennbar werden.

▶ **Pupillenerweiterung.** Gleichzeitig mit der zunehmenden Eintrübung des Patienten kommt es zur Erweiterung derjenigen Pupille, die auf der Seite der Raumforderung liegt. Der Grund hierfür liegt in der Einklemmung des Nervus occulomotorius am Tentoriumrand, was zu einem Ausfall seiner Funktionen (Kontrolle der Pupillomotorik-Miosis) und damit zur Erweiterung der Pupille führt. Unbehandelt erweitert sich dann auch rasch die gegenseitige Pupille, kurz danach tritt der Hirntod durch Kompression des Hirnstamms im Hinterhauptsloch (Foramen magnum) ein.

Die Steigerung des intrakraniellen Drucks (ICP) geschieht jedoch nicht linear, da das Gehirn im Anfangsstadium einer Raumforderung zunächst noch die Möglichkeit hat, durch Verdrängung von Liquor aus dem intrakraniellen Raum dieser Drucksteigerung entgegenzuwirken. Dieses sog. „Reservevolumen" beträgt für akute Raumforderungen (z. B. Blutung) etwa 30 ml, für chronische (z. B. Hirntumor) etwa 120 ml. Erst nach Aufbrauchen dieser Reserveräume steigt der ICP rasch und exponentiell an.

25.1.2 Zerebrovaskuläre Erkrankungen (spontane intrakranielle Blutungen, Apoplex)

Spontane intrakranielle Blutungen treten auf als:

- Subarachnoidalblutung (SAB)
- intrazerebrale Blutung (ICB)

Subarachnoidalblutung (SAB)

Häufigkeit

6–16/100 000 Einwohner im Jahr erleiden eine Subarachnoidalblutung durch Ruptur eines Hirnarterienaneurysmas. Seltenere Ursachen für eine Subarachnoidalblutung sind Blutungen aus Tumoren, Angiomen oder Gerinnungsstörungen. Betroffen sind zu etwa ⅔ Frauen mit einem Altersmaximum von 40–65 Jahren. Etwa 25 % dieser Patienten versterben, etwa 50 % erleiden durch die Blutung bleibende Behinderungen. Vor allem das Risiko einer Nachblutung (4 % innerhalb der ersten 24 h bzw. 2 % pro Tag innerhalb der ersten 30 Tage nach Erstblutung) trägt erheblich zu dieser schlechten Prognose bei.

Die überwiegende Zahl der Aneurysmen tritt im Stromgebiet der A. cerebri anterior (35–40 %) und der A. cerebri media (20–25 %) auf, aber auch multiple Aneurysmen werden in bis zu 30 % der Fälle beschrieben.

Symptome

Als klinisches Leitsymptom tritt bei Patienten mit einer SAB ein akuter Vernichtungskopfschmerz auf, der von Übelkeit, Erbrechen, einem mehr oder minder stark ausgeprägtem Meningismus und häufig auch von kurzen Phasen einer Bewusstlosigkeit begleitet ist. Zusätzlich kann es zum Auftreten neurologischer Defizite von unterschiedlicher Ausprägung kommen. Dies ist jeweils von der Lokalisation und Ausprägung der Blutung abhängig. Die Klassifizierung der Blutungsschwere erfolgt nach der Einteilung nach Hunt und Hess (▶ Abb. 25.1).

Diagnose

Die Diagnose wird typischerweise durch die Computertomografie (CT) gestellt (▶ Abb. 25.2). In seltenen Fällen zeigt das CT v. a. gering ausgeprägte Blutungen nicht, sodass bei typischen klinischen Symptomen und fehlendem Blutnachweis im CT

Grad	klinische Symptomatik
0	nicht rupturiertes Aneurysma
I	asymptomatisch oder leichte Kopfschmerzen
II	mäßige bis schwere Kopfschmerzen, Meningismus
III	starke Kopfschmerzen, Somnolenz, leichte neurologische Ausfälle
IV	Sopor, schwere neurologische Ausfälle, vegetative Störungen
V	Koma, Streckphänomene

Abb. 25.1 Klinische Klassifikation der Subarachnoidalblutung. (Hunt und Hess 1968)

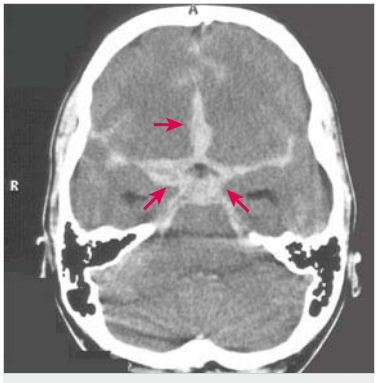


Abb. 25.2 CT-Bild einer Subarachnoidalblutung. (Universitätsklinik Rostock)

Abb. 25.3 Angiografische Darstellung eines Aneurysmas der A. cerebri media. (Universitätsklinik Rostock)

eine Lumbalpunktion durchgeführt werden muss, welche dann sicher eine Blutung ausschließen bzw. feststellen kann. Ein MRT ist in diesem Fall nicht hilfreich, da kleinere frische Blutmengen mit dieser Untersuchung nicht nachweisbar sind.

▶ **Angiografie.** Nach Stellung der Diagnose einer SAB sollte sofort eine zerebrale Panangiografie durchgeführt werden, um als Auslöser der Blutung ein Aneurysma nachzuweisen (▶ Abb. 25.3). Hierbei ist es wichtig, alle großen Hirngefäße zu untersuchen, um multiple Aneurysmen (20–30 % der Fälle) auszuschließen. Lässt sich in der ersten Angiografie kein Aneurysma nachweisen, muss immer eine zweite Kontrollangiografie (i. d. R. nach 2–3 Wochen) durchgeführt werden, da auch bei regelrecht durchgeführter Erstuntersuchung bei 15–20 % der Patienten kein Aneurysma gefunden wird.

Therapie

Bei positivem Aneurysma-Nachweis muss über die möglichen Therapieoptionen entschieden werden. Heute ist durch einen guten interventionellen Neuroradiologen in vielen Fällen eine endovaskuläre Versorgung mittels Platinspiralen (Coiling) möglich. Die Entscheidung sollte jedoch immer individuell und im Konsens getroffen werden. Sollte diese Art der Versorgung nicht möglich sein, wird eine neurochirurgische Operation notwendig. Hierbei wird ein mikrochirurgischer Verschluss des Aneurysmahalses mittels eines Clips durchgeführt. Siehe Kap. „Clipping eines Aneurysmas“ (S. 804).

▶ **Komplikationen.** Perioperative Komplikationen sind:
- insuffizienter Blutdruck
- Vasospasmus
- Hydrozephalus

Regulieren des Blutdrucks

Bei der Regulierung des Blutdruckes muss beachtet werden, dass vor Versorgung des Aneurysmas zu hohe Werte und v. a. intermittierende Spitzen vermieden werden. Exakte Werte lassen sich hierbei nur schwerlich angeben. Im Allgemeinen wird jedoch als Obergrenze ein systolischer Wert von 140 mmHg, bzw. 160 mmHg bei vorbekanntem Hypertonus, angesehen. Zur Blutdrucksenkung empfiehlt sich zunächst eine adäquate Schmerztherapie und bei ausbleibendem Erfolg eine antihypertensive Therapie mit Urapidil i. v.

Nach Verschluss des Aneurysmas kommt es darauf an, den Blutdruck anzuheben und somit auf normal hohe Werte zu bringen. Als Ziel sollte man einen arteriellen Mitteldruck von mind. 90 mmHg anstreben. Diese Maßnahme dient der besseren zerebralen Perfusion und damit der Vorbeugung von Infarkten durch den in etwa 30 % aller Fälle auftretenden Vasospasmus.

Kontrolle des Vasospasmus

Zur Kontrolle des meist am 2. oder 3. Tag einsetzenden Vasospasmus wird häufig die prophylaktische Gabe von Nimodipin empfohlen, welches einen deutlichen antihypertensiven Effekt hat und in dem Fall zur Blutdrucksenkung ausreichend ist. Die Literatur diskutiert diese prophylaktische Gabe sehr kontrovers und gerade die Blutdrucksenkung, die vor einer Versorgung erwünscht, danach jedoch eher kontraindiziert ist, hat sich als großer Nachteil dieses Medikamentes herausgestellt (Medele u. Schmid-Elsaesser 2000, Raabe et al. 2005, Rinkel et al. 2005). Viele Kliniken sind daher dazu übergegangen, die Indikation zur Nimodipingabe sehr eng zu stellen und jeweils im Einzelfall zu entscheiden.

Verhindern eines Hydrozephalus

Eine weitere Komplikation im Verlauf der Subarachnoidalblutung ist die Entwicklung eines Hydrozephalus.

▶ **Hydrocephalus occlusus.** So kann es bei größeren Blutungen unmittelbar zur Entwicklung eines Hydrocephalus occlusus mit rascher Progredienz und Entwicklung von Hirndruckzeichen kommen. Diese Patienten benötigen notfallmäßig die Anlage einer externen Liquordrainage, um einer Einklemmung vorzubeugen. Bei der Anlage sollte eine intrakranielle Druckmessung zwischengeschaltet werden, damit nicht durch übermäßiges Ablassen von Liquor eine Nachblutung aus dem Aneurysma provoziert wird.

▶ **Hydrocephalus malresorptivus.** Bei Patienten, die nicht unmittelbar einen Verschlusshydrozephalus entwickeln, kann es im weiteren Verlauf zu einem Hydrocephalus malresorptivus kommen, der durch arachnoidale blutungsbedingte Verklebungen mit einer unzureichenden Liquorresorption bedingt ist. Diese Patienten zeigen eine langsam progrediente Verschlechterung mit zunehmenden Kopfschmerzen und einer Bewusstseinseintrübung. Im CT wird eine im Verlauf zunehmende Ventrikelweite sichtbar. Auch in diesem Fall benötigt der Patient eine Liquorableitung. In den ersten Wochen muss diese ebenfalls oft als externe Ventrikeldrainage erfolgen. Erst nach Normalisierung der Liquoreiweißwerte und vollständiger Blutungsresorption ist die Anlage eines permanenten Shuntsystems sinnvoll. Als Grenzen werden – abhängig vom jeweilig verwendeten Ventilsystem – Eiweißwerte zwischen 0,5 und 1 g/l genannt.

Merke

Das Hauptaugenmerk der postoperativen Überwachung liegt daher zum einen in der Regulation des Blutdruckes und zum anderen in der Erfassung von neu auftretenden oder sich verschlechternden neurologischen Defiziten.

Spontane intrazerebrale Blutungen (ICB)

Spontane intrazerebrale Blutungen (ICB) treten bei unterschiedlichen Grunderkrankungen auf. Häufigste Ursachen sind Bluthochdruck, intrakranielle Gefäßmissbildungen und angeborene oder erworbene Störungen der Blutgerinnung. Typische hypertensive Blutungen liegen im Bereich der Stammganglien und zeigen angiografisch keine Blutungsursache. Sie werden fast nie operativ versorgt.

Therapie

Blutungen, welche subkortikal liegen, werden in Abhängigkeit von der vorherrschenden klinischen Symptomatik und der Größe operativ entlastet, wobei es zu diesem Thema immer wieder sehr kontroverse Diskussionen gibt und keine einhellige Lehrmeinung besteht. Bei dieser Blutungslokalisation muss jedoch immer an eine arteriovenöse (AV-) Malformation als Blutungsursache gedacht und eine Angiografie im Vorfeld durchgeführt werden.

Bei kleineren, nicht akut lebensbedrohlichen, subkortikalen Blutungen kann man zunächst eine abwartende Haltung

einnehmen und nach Resorption der Blutung (4–6 Wochen) eine Angiografie zum Ausschluss einer AV-Malformation durchführen. Beim Nachweis einer solchen Malformation kann ein Verschluss durch eine interventionelle, neuroradiologische endovaskuläre Therapie versucht werden. Zum Teil muss dieses Verfahren mehrmals durchgeführt werden oder ein operativer Eingriff mit Resektion der Malformation erfolgen.

Regulieren des Blutdrucks

Auch bei der spontanen intrazerebralen Blutung ist eine suffiziente Blutdruckeinstellung essenziell. Bei nachgewiesener und noch nicht behandelter Malformation, aber auch bei einer frischen Blutung werden niedrige normale Blutdruckwerte angestrebt. Ein Fehler ist es jedoch, bei Patienten mit einer großen Blutung und einem hohen Blutdruck – meist haben diese Patienten eine initialen Blutdruck von über 200 mmHg systolisch – eine rasche Normalisierung herbeizuführen, da es sich hierbei um einen durch den Hirndruck bedingten Erfordernisdruck handelt. Bei Senkung des Druckes ist die zerebrale Perfusion nicht mehr gewährleistet. Bei diesen Patienten muss daher ein höherer Blutdruck in Kauf genommen werden, bis eine operative Entlastung erfolgt ist.

Kontrolle der Blutgerinnung

Bei vielen Patienten ist eine gerinnungshemmende Medikation Blutungsursache. Am häufigsten ist die Behandlung mit Phenprocoumon (z. B. Marcumar, Falithrom), welches Einfluss auf den Quickwert hat. Der therapeutische Bereich liegt bei den meisten Patienten bei 20–30 %. In einem solchen Fall ist das Risiko für eine Blutung extrem hoch und unabhängig von einer geplanten Operation muss erst einmal der Quickwert auf mind. 70 % angehoben werden. Dieses sollte unmittelbar nach Diagnosestellung eingeleitet werden und kann durch die Gabe von PPSB-Präparaten (z. B. Beriplex) innerhalb weniger Minuten erfolgen.

Es gilt folgende Faustregel: 1 IE/kgKG hebt den Quickwert um ca. 1 %. Zusätzlich sollte diesen Patienten Vitamin K (z. B. Konakion) für einige Tage verabreicht werden, um die körpereigene Produktion der Gerinnungsfaktoren zu reaktivieren.

Eine engmaschige Kontrolle der Blutgerinnung ist in jedem Falle erforderlich, da die Halbwertzeit einiger Faktoren lediglich 6–8 h beträgt. In Abhängigkeit von der Indikation zur Gerinnungshemmung (z. B. Klappenersatz, absolute Arrhythmie, Thrombose) muss schnellstmöglich in Absprache mit den vorbehandelnden Ärzten eine vorübergehende Alternative zur Phenprocoumon–Behandlung gefunden werden. Hierzu eignet sich am besten die intravenöse Heparingabe, da sie sich gut steuern lässt und schnell antagonisiert werden kann. In jedem Falle ist es von neurochirurgischer Seite günstig, die erneute Antikoagulation möglichst lange hinaus zu zögern.

Merke

Auch die Gabe von Heparin kann zu spontanen intrakraniellen Blutungsereignissen führen. Durch Gabe von Protamin kann es jedoch rasch antagonisiert werden.

► **ASS.** Das dritte wesentliche Medikament, welches auch immer wieder bei geplanten Operationen zu Blutungsproblemen führt, ist ASS. Die hierdurch hervorgerufene Gerinnungsstörung beruht auf einer Thrombozytenaggregationshemmung und wird in den Routine-Laboruntersuchungen nicht erfasst. Zur Verbesserung der Blutgerinnung kann in solchen Fällen hochdosiert Minirin i. v. gegeben werden (0,4 g/kgKG). Durch den hierdurch bedingten Anstieg der Faktor-VIII-Aktivität kann der ASS-Wirkung entgegengewirkt werden.

Ein in letzter Zeit zunehmendes Problem stellen verschiedene neu auf den Markt gekommene Antikoagulanzien dar. Zum einen gibt es die alternativ zum Phenprocoumon verwendeten Rivaroxaban und Dabigatran, deren Einfluss man laborchemisch nicht exakt messen kann, und die nicht direkt antagonisiert werden können. Hier gibt es die Empfehlung analog zum Phenprocoumon hochdosiert PPSB zu verabreichen.

Die analog oder teilweise auch zusätzlich zu ASS verabreichten z. B. Clopidogrel, Prasugrel und Dipyridamol sind alle nicht antagonisierbar.

Apoplex

Auf das Problem der Schlaganfälle (S. 532) wird in Kapitel 25.2 näher eingegangen. Bei einigen dieser Patienten kann durch kompletten Verschluss der A. cerebri media ein großer, raumfordernder Infarkt entstehen, der den Patienten in Kombination mit einem reaktiven Ödem vital gefährdet. In diesen Fällen wird in vielen neurochirurgischen Zentren eine sog. Dekompressionskraniektomie durchgeführt.

Dekompressionskraniektomie

Diese Dekompressionsoperation beinhaltet eine große – möglichst handflächengroße – Trepanation mit Eröffnung der Dura und Einnähen einer Erweiterungsplastik. Durch diese Maßnahmen – Entfernung des Knochens und Erweiterung der Dura – bekommt das geschwollene Gehirn die Möglichkeit, sich in die Trepanationslücke auszudehnen: Der intrakranielle Druck sinkt. Hierdurch verhindert man eine Zunahme des Druckes auf die tiefer liegenden Hirnstrukturen und somit auch die mögliche transtentorielle Einklemmung.

Dekompressionskraniektomien werden zum einen prophylaktisch, d. h. bei nachgewiesenem Mediaverschluss und erwartetem malignen Infarkt, i. d. R. bei jungen Patienten (< 50 Jahre) durchgeführt, um einer zu erwartenden Verschlechterung vorzubeugen.

Die therapeutische Dekompression hingegen wird bei Patienten mit einer zunehmenden Verschlechterung und zur Vermeidung der o. g. Einklemmung vorgenommen.

Merke

Bei all diesen Patienten muss in der postoperativen Phase darauf geachtet werden, dass im Bereich des Trepanationsdefektes kein Druck auf das unmittelbar unter der Haut liegende Gehirn ausgeübt wird. Der entfernte Knochendeckel wird steril verpackt und tiefgefroren.

Nach Rückgang der Schwellung und langsamer Konsolidierung des Allgemeinzustandes wird – i. d. R. nach 6–12 Wochen – der Knochendeckel wieder reimplantiert. Da sich in den letzten Jahren bei dieser Praxis häufig Osteolysen gezeigt haben, wird inzwischen zunehmend eine Kranioplastik aus Kunststoff (z. B. PMMA) oder Titan angefertigt, die als Ersatz des eigenen Knochens zum Einsatz kommt. Durch diese Maßnahme wird zum einen der Verletzungsgefahr des Gehirns vorgebeugt, die normale Schädelkontur wird wiederhergestellt, aber nicht zuletzt profitieren die Patienten auch meist durch eine Verbesserung des neuropsychologischen Outcomes.

25.1.3 Hirntumoren

Während Patienten mit Hirntumoren zumeist auf der Normalstation auf den Eingriff vorbereitet werden, bedürfen sie fast immer der postoperativen Betreuung auf einer Intensivstation. Ein Grund hierfür ist eine oft nach solchen Operationen auftretende Hirnschwellung, welche zu einer raschen Verschlechterung des Zustandes des Patienten führen kann und einer ra-

schen Intervention bedarf. Weitere Gründe sind mögliche Nachblutungen in das Operationsgebiet oder die Entwicklung postoperativer Krampfanfälle. Auf diese verschiedenen Komplikationen und ihre Behandlung wird später genauer eingegangen.

Im Folgenden sollen zunächst einige grundlegende Anmerkungen zur allgemeinen Diagnose Hirntumor gemacht werden.

Symptome

Die neurologische Symptomatik eines Hirntumors ist nur abhängig von seiner Lokalisation und seiner Größe, nicht seiner Malignität. Dies bedeutet, dass jeder Hirntumor einer bestimmten Größe an einer festen Stelle des Gehirns spezifische lokale („Herdzeichen") und allgemeine neurologische („Hirndruckzeichen") verursacht: Maligne Tumoren führen rasch zur Entwicklung dieser Symptome, gutartige entsprechend später; die Art der Symptomatik ist jedoch immer gleich. Ursachen dieser raumfordernden Wirkung sind zum einen die Größe des Tumors selbst, das Ausmaß des durch ihn hervorgerufenen Ödems und andere (Verschlusshydrozephalus, Einblutung in den Tumor).

Einteilung

Hirntumoren lassen sich in Bezug auf ihre Lokalisation, ihre Histologie und ihre Malignität unterscheiden. Die Gradeinteilung erfolgt von I–IV, wobei Grad I für die gutartige und Grad IV für die bösartige Variante des jeweiligen Tumors steht (▶ Tab. 25.1). Bezüglich der Lokalität können sie grob eingeteilt werden in:

- supratentorielle Tumoren (oberhalb des Tentoriums, mittlere und vordere Schädelgrube)
- infratentorielle Tumoren (unterhalb des Tentoriums, hintere Schädelgrube)

Metastasen

Die häufigsten intrakraniellen Tumoren sind Metastasen von Krebserkrankungen, die außerhalb des Gehirns ihren Ursprung haben. Sie kommen an jeder Stelle des Gehirns vor. Besonders häufig in das Gehirn metastasieren Lungentumoren, Mammakarzinome, Nierenzellkarzinome und Tumoren des Gastrointestinaltraktes. Metastasen werden nicht generell operiert. Eine Operationsindikation wird nur gestellt, wenn der Tumor aufgrund seiner Größe nicht durch eine Bestrahlung behandelt werden kann oder durch den Tumor schwerwiegende neurologische Defizite aufgetreten bzw. kurzfristig zu erwarten sind. Eine multiple Metastasierung und eine damit verbundene geringe Lebenserwartung schließt eine Operation jedoch i. d. R. aus, bleibt aber immer eine Einzelfallentscheidung nach Aufklärung des Patienten.

Gliome

Die zweitgrößte Gruppe der intrazerebralen Tumoren bilden die Gliome. Diese können ebenfalls in jeder Lokalisation vorkommen. Speziell bei den Gliomen wird je nach Wachstumsverhalten zwischen eher gutartigen und eher bösartigen bis hin zu der hochmalignen Variante, dem Glioblastom, unterschieden.

Die Einteilung erfolgt entsprechend der WHO von Grad I bis IV, wobei ein Grad-IV-Gliom mit einem Glioblastom gleichzusetzen ist. Die Häufigkeitsverteilung beträgt 2:3:5 (Grad I/II:III:IV). Die mittlere Überlebenszeit wird mit ca. einem Jahr bei Glioblastomen, 2–3 Jahren bei anaplastischen (III) Gliomen, 8 Jahren bei Grad-II-Tumoren und über 10 Jahren bei pilozytischen (I) Astrozytomen angegeben.

Ein wesentlicher Stützpfeiler in der Therapie dieser Tumoren ist die Operation, bei der wenn möglich, eine makroskopisch komplette Tumorentfernung durchgeführt werden soll. Auf eine weiterführende Therapie (Bestrahlung, Chemotherapie) und andere Therapieansätze (interstitielle Bestrahlung oder Chemotherapie, Immuntherapie) soll im Rahmen dieses Kapitels nicht näher eingegangen werden.

Meningeome

Die größte Gruppe der extrazerebralen Tumoren stellen die Meningeome dar. Diese Tumoren nehmen ihren Ausgang von den weichen Hirnhäuten und verdrängen das Gehirn durch ein Wachstum zwischen Knochen und Hirnoberfläche. Eine Infiltration des Hirngewebes stellt bei diesen Tumoren die Ausnahme dar und kommt nur bei den seltenen malignen Varianten vor. Die Namensgebung der verschiedenen Meningeome wird i. d. R. durch ihre Lokalisation bestimmt: Olfaktorius-, Keilbeinflügel-, Konvexitäts- oder Falxmeningeom. Bei all diesen Lokalisationen ist die Ansatzstelle des Tumors immer die harte Hirnhaut. Einzige Ausnahme stellen die sehr seltenen Ventrikelmeningeome dar.

Hypophysentumoren

Auch die Tumoren der Hirnanhangsdrüse (Hypophyse) werden zu den Hirntumoren gezählt. Bei diesen Tumoren ist die Lokalisation im Türkensattel (Sella turcica) mit enger räumlicher Beziehung zum N. opticus verantwortlich für das häufig zur Diagnose führende neurologische Defizit: Die Patienten haben i. d. R. temporale Gesichtsfeldausfälle und bei fortschreitendem Tumorwachstum kommt es zu einer zunehmenden Sehverschlechterung. Die ebenfalls in gut 50 % der Fälle auftretenden endokrinologischen Störungen werden oft durch den Patienten nicht wahrgenommen, sind aber gerade im postoperativen Verlauf wichtige zu überwachende Parameter.

Tab. 25.1 Histologische Einteilung der häufigsten Hirntumoren (nach WHO-Klassifikation 2000).

histologische Einteilung	Gradeinteilung
1. neuroepitheliale Tumoren (Gliome)	
A. astrozytäre Tumoren	
• pilozytisches Astrozytom	I
• Astrozytom Grad II	II
• anaplastisches (malignes) Astrozytom	III
• Glioblastom	IV
B. oligodendrogliale Tumoren	II – III
C. ependymale Tumoren	
• Ependymom	I – III
• Subependymom	I
D. Choroid-Plexus-Tumoren • Plexuspapillome	I–II
E. Pinealis-Tumoren	I–IV
F. Embryonale Tumoren	
• Medulloblastom	IV
• primitive neuroektodermale Tumoren (PNET)	IV
2. Tumoren der Hirnnerven	
• Neurinom	I
• Neurofibrom	I
3. meningeale Tumoren	
A. Meningeom	I (-IV)
B. mesenchymale Tumoren	
• primäre melanozytische Tumoren	IV
• Hämangioblasten	IV
4. primäre maligne Lymphome	**II–IV**
5. Keimzelltumoren	**I–IV**
6. Tumoren der Sella-Region	
A. Hypophysenadenom	I (IV)
B. Kraniopharyngeom	I

Gradeinteilung der WHO; postoperative Überlebenswahrscheinlichkeit (Masuhr u. Neumann 2005):
Grad I = benigne: > Jahre (20–40 Jahre pilozytisches Astrozytom)
Grad II = semibenigne: 3–5 Jahre
Grad III = semimaligne: 2–3 Jahre
Grad IV = maligne: 6–15 Monate

Medulloblastom

Der häufigste Tumor im Kindesalter ist das Medulloblastom. Hierbei handelt es sich um einen hochmalignen Hirntumor mit Lokalisation im Kleinhirn. Die klinischen Symptome sind sowohl durch Kleinhirnfunktionsstörungen als auch durch einen meist durch den Tumor bedingten Verschlusshydrozephalus bedingt. Die Patienten klagen über zunehmende Kopfschmerzen, Übelkeit, Erbrechen und Gang- bzw. Koordinationsstörungen. Da gerade bei kleinen Kindern diese Symptome anfangs übersehen oder fehlinterpretiert werden, erfolgt die Einweisung häufig notfallmäßig mit einer zunehmenden Hirndrucksymptomatik. In einem solchen Fall muss oft die Tumoroperation im Sinne eines Notfalleingriffes durchgeführt werden, da ein Zuwarten zu einer weiteren Verschlechterung mit einer unteren Hirnstammeinklemmung führen kann.

In diesem Zusammenhang müssen auch die Tumoren des Kleinhirns beim Erwachsenen (meist Metastasen) erwähnt werden, die ebenfalls rasch zu den oben beschriebenen Symptomen führen können und daher zügig einer Operation zugeführt werden müssen.

Postoperative Überwachung

Die postoperative Überwachung unterscheidet sich, je nachdem, ob der Hirntumor infratentoriell oder supratentoriell liegt.

Hirndruckerhöhung bei infratentoriellen Hirntumoren

Raumforderungen der hinteren Schädelgrube stellen aufgrund der anatomischen Gegebenheiten spezielle Anforderungen an die prä- und postoperative Überwachung.

Symptome

Im Gegensatz zu den supratentoriellen Raumforderungen kommt es bei diesen Patienten bei zunehmendem lokalem Druckgeschehen zunächst nicht zu einer Pupillenerweiterung (S. 522). Diese kommt bei einer oberhalb des Tentoriums gelegenen Druckerhöhung durch Einklemmung des N. occulomotorius am Tentoriumsrand zustande. Da das Kleinhirn jedoch unterhalb des Tentoriums liegt, führt eine Druckerhöhung hier direkt zu einer zunehmenden Hirnstammkompression und durch eine Abflussbehinderung des Liquors zu einem akuten Verschlusshydrozephalus.

Eine Pupillenerweiterung kommt in einem solchen Fall erst in der Spätphase zustande und ist oft Zeichen einer nicht mehr umkehrbaren Hirnstammeinklemmung des Patienten. Bei Patienten mit Veränderungen im Kleinhirnbereich ist es daher wichtig, andere als oben erwähnte Parameter zur Überwachung heranzuziehen.

Merke

Zur exakten klinischen Überwachung ist zunächst postoperativ eine rasche Extubation anzustreben. Erst dadurch wird eine Beurteilung der Bewusstseinslage möglich.

► **Cushing-Reflex.** Zeichen einer zunehmenden Hirndrucksymptomatik in der hinteren Schädelgrube ist eine Bradykardie bei gleichzeitigem Anstieg des Blutdruckes (Cushing-Reflex). Eine solche Kreislaufreaktion sollte unbedingt Anlass für ein CT geben.

Ursachen und Therapie

Als Ursachen für eine postoperative Hirndruckerhöhung kommen in Frage:
- Nachblutung
- Hirnödem
- Infarkt

Als Therapiemaßnahmen kommen je nach Ursache der klinischen Verschlechterung folgende in Betracht:
- Operation der Nachblutung
- antiödematöse medikamentöse Therapie
- knöcherne Dekompression

► **Externe Ventrikeldrainage.** Die Indikation zur Anlage einer externen Ventrikeldrainage wird bei gleichzeitigem Vorliegen eines Verschlusshydrozephalus gestellt. Hierbei gilt es allerdings zu beachten, dass ein zu schnelles Ablassen von Liquor bei verschlossenem IV. Ventrikel zu einer transtentoriellen Herniation infratentorieller Strukturen nach supratentoriell führen kann. Daher darf eine Drainage von Ventrikelliquor nur unter sorgfältigem Monitoring des ICP unter kontrolliertem Ablassen von Liquor erfolgen.

Hirndruckerhöhung bei supratentoriellen Hirntumoren

Auch bei supratentoriellen Tumoren sind Nachblutung, Hirnödem oder ein Infarkt Ursache der postoperativen Zustandsverschlechterung.

Symptome

Die Symptome hierfür sind abhängig von der Lokalisation und Ausdehnung des Geschehens. Generell führen all diese Veränderungen zu einer mehr oder minder starken Bewusstseinstrübung des Patienten. Kommt es z. B. zu einer Blutung oder einem Ödem im Bereich der Zentralregion oder Stammganglien, ist das führende Symptom eine Hemisymptomatik auf der Gegenseite. Bei Lokalisation in der dominanten Hemisphäre können zusätzlich Sprachstörungen hinzukommen. Eine Veränderung im Okzipitallappen kann Sehstörungen nach sich ziehen.

Schwieriger wird die Beurteilung nach der Entfernung von Meningeomen im Bereich der Schädelbasis (z. B. medialer Keilbeinflügel). Die durch die Schädelbasis austretenden Hirnnerven sind häufig durch den Tumor in Mitleidenschaft gezogen, sodass bereits präoperativ ein entsprechendes neurologisches Defizit besteht. Daher ist, wie auch bei allen anderen Patienten, eine exakte Dokumentation aller präoperativ vorhandenen neurologischen Ausfälle und eine entsprechende Übergabe des Patienten zu fordern. So kann einer unnötigen Anzahl von Notfalluntersuchungen vorgebeugt werden.

25.1.4 Schädel-Hirn-Trauma (SHT)

Das Schädel-Hirn-Trauma stellt nach wie vor eine der Hauptindikationen zur Aufnahme eines neurochirurgischen Patienten auf einer Intensivstation dar.

Einteilung

Die Einteilungen des Schädel-Hirn-Traumas sind vielfältig und zum Teil geschichtlich, d. h. vor der CT-Ära entstanden. So sind heute die alten Einteilungen nach Grad I–III der Commotio, Contusio und Compressio cerebri nicht mehr üblich. Vielmehr hat sich die Beschreibung des CT-Befundes als sinnvoll erwiesen. Bei der Erst- und Verlaufsuntersuchung der Patienten hat sich die Glasgow-Coma-Scale (GCS) bewährt und ist inzwischen weltweiter Standard (▶ Tab. 25.2, ▶ Abb. 25.4). Einzig die Beurteilung des Pupillenstatus geht nicht in diesen Score ein, ist aber sowieso bei jedem SHT-Patienten eine Standarduntersuchung.

► **Commotio cerebri.** Von der alten Einteilung ist auch heute noch der Begriff der Commotio cerebri (Gehirnerschütterung) gebräuchlich. Die typischen Symptome sind eine retrograde Amnesie, Kopfschmerzen, Übelkeit und Erbrechen. Eine kurzzeitige Bewusstlosigkeit von bis zu 5 Minuten ist auch möglich, wobei diese fremdanamnestisch abgesichert sein sollte, da Patienten mit einer retrograden Amnesie nicht zwischen dieser und einer

Tab. 25.2 Glasgow-Koma-Skala zur Bewertung der Bewusstseinslage.

zu bewertende Reaktion	beobachtete Reaktion	Punktezahl
Öffnen der Augen	spontan auf Ansprache auf Schmerzreize fehlt	4 3 2 1
verbale Reaktion	orientiert verwirrt einzelne Worte Laute fehlt	5 4 3 2 1
motorische Reaktion	folgt Anforderungen gezielte Schmerzreaktion ungezielte Schmerzreaktion Beugemechanismus Streckmechanismus fehlt	6 5 4 3 2 1

Bewertung:
13–15 Punkte: leichtes Schädel-Hirn-Trauma
9–12 Punkte: mittelschweres Schädel-Hirn-Trauma
3–8 Punkte: schweres Schädel-Hirn-Trauma

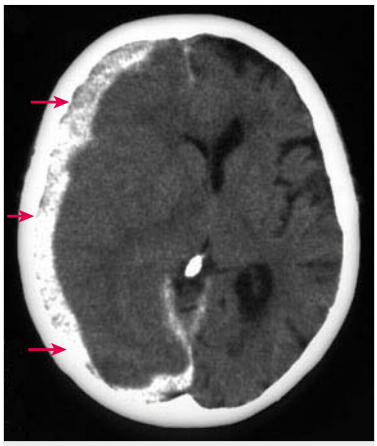


Abb. 25.5 CT eines akuten Subduralhämatoms mit erheblicher Mittellinienverlagerung. (Universitätsklinik Rostock)

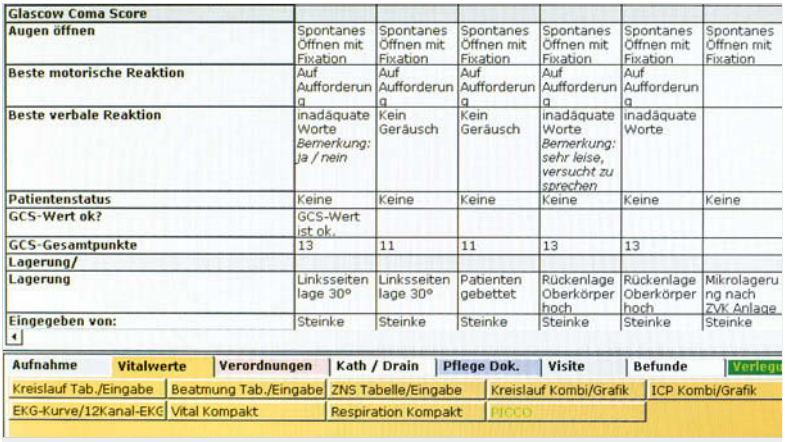


Abb. 25.4 Glasgow-Koma-Skala (GCS). Die Bewertung erfolgt anhand der 3 Grundfunktionen Augenöffnen, Bewegung und Sprache. Die Ergebnisse und die Gesamtpunktzahl werden in der digitalen Patientenkurve dokumentiert.

Bewusstlosigkeit unterscheiden können. Bei einer CT-Untersuchung findet man bei diesen Patienten keine intrakraniellen Verletzungszeichen.

Die übrigen unter dem Begriff des Schädel-Hirn-Traumas zusammengefassten Krankheitsbilder werden durch das bildmorphologische Korrelat beschrieben:

- Epiduralhämatom
- akutes Subduralhämatom
- chronisches Subduralhämatom
- Kontusionsblutung
- traumatische Subarachnoidalblutung

Epiduralhämatom

Es handelt sich um eine Blutung, die zwischen der harten Hirnhaut (Dura mater) und dem Knochen lokalisiert ist. Sie entsteht durch den Einriss eines epiduralen Blutgefäßes – häufig die A. meningea media – unterhalb einer Schädelfraktur. Aber auch Blutungen aus einem Frakturspalt können zu einem Epiduralhämatom führen.

► **Symptome.** Da es sich um eine arterielle Blutung handelt, kann es sehr schnell zur Eintrübung des Patienten kommen. Das in den meisten Lehrbüchern beschriebene freie Intervall – d. h. ein Patient, der nach einer kurzen Bewusstlosigkeit und nach einem unterschiedlich langen wachen Intervall sekundär eintrübt, – kann zwar ein Hinweis auf das Vorliegen eines Epiduralhämatoms sein, kommt aber auch bei allen nachfolgenden beschriebenen Blutungen vor.

► **Therapie.** Die Therapie besteht in einer schnellstmöglichen Trepanation mit Entlastung der Blutung. Bei rechtzeitiger Behandlung kommt es bei den meisten Patienten zu einer vollständigen Erholung.

Akutes Subduralhämatom

Hier handelt es sich um eine zwischen der Dura und der Hirnoberfläche gelegenen Blutung, die entweder durch Einreißen von Brückenvenen oder direkt aus oberflächlichen Hirnkontusionen entstehen kann (► Abb. 25.5). In jedem Fall ist das zugrunde liegende Trauma schwerer als bei einer epiduralen Blutung und der klinische Zustand bei diesen Patienten von Anfang an kritischer.

► **Symptome.** Es liegt häufig eine primäre Bewusstlosigkeit vor und bei längeren Wegen in das versorgende Krankenhaus kommen diese Patienten bereits oft mit einer weiten Pupille in die Notaufnahme.

► **Therapie.** Auch bei einer raschen Entlastung der Blutung (großzügige Trepanation mit Dura-Öffnung, Entfernung der Blutung und bei konsekutiver Hirnschwellung Herauslassen des Knochendeckels) beträgt die Letalität beim akuten Subduralhämatom auch heute noch bis zu 70 %. Ein Grund dafür ist der häufig rasante Verlauf, zum anderen aber auch die zusätzliche weitere diffuse Hirnschädigung.

Chronisches Subduralhämatom

Im Unterschied zu dem vorgenannten akuten Subduralhämatom entstehen chronische Subduralhämatome über einen längeren Zeitraum.

► **Ursache.** Ursache für ihre Entstehung ist meist ein leichtes Schädel-Hirn-Trau-

ma, bei dem es zum Einriss einer kleinen Brückenvene kommt. Die daraus entstehende Sickerblutung führt zu einem kleinen, klinisch unauffälligen akuten Subduralhämatom. Im Verlauf verflüssigt sich das Hämatom und aufgrund des hohen Eiweißgehaltes wird zusätzlich Wasser „angezogen", was zu einer Vergrößerung des Hämatoms führt. Dieser Prozess wird durch eine relative Hirnsubstanzminderung (Atrophie) begünstigt und deshalb entsteht ein solches chronisches Subduralhämatom überwiegend bei älteren Patienten oder Patienten mit einem chronischen Alkoholabusus.

► **Symptome.** Die klinische Präsentation ist häufig durch das akute Auftreten einer Hemiparese oder einer Aphasie gekennzeichnet. Daher werden solche Patienten oft unter der Verdachtsdiagnose Apoplex in die Klinik eingewiesen. Mittels einer Computertomografie lässt sich die Diagnose jedoch schnell sichern und der Patient profitiert kurzfristig durch eine Operation.

► **Therapie.** Bei der Operation wird eine Bohrlochtrepanation durchgeführt und das Hämatom ausgespült. Eine anschließend eingelegte subdurale Drainage dient dazu, weitere Hämatomflüssigkeit abzuleiten, während sich das Gehirn langsam ausdehnt.

Kontusionsblutung

Bei einer Kontusionsblutung handelt es sich um eine Einblutung in das Hirngewebe. Man spricht hier häufig von einem Coup- und Contre-Coup-Herd:

- Bei dem Coup handelt es sich um eine Kontusion die unmittelbar unterhalb der direkten Gewalteinwirkung entstanden ist.
- Hingegen ist der Contre-Coup auf der entgegengesetzten Seite entstanden, und zwar als Folge der gegensinnigen Bewegung des Gehirns innerhalb seiner knöchernen Grenzen.

Kontusionsblutungen können aber auch in tieferen Hirnarealen wie den Stammganglien, dem Balken oder dem Hirnstamm entstehen und sind dann Ausdruck einer schweren Hirnverletzung.

► **Therapie.** Kontusionsblutungen werden i. d. R. nicht operiert, da in den meisten Fällen eine Operation einen größeren Schaden anrichten würde als die eigentliche Blutung. Ausnahmen stellen sehr große und massiv raumfordernde kortikale Blutungen dar, bei denen im Einzelfall eine Operation zur Entlastung sinnvoll sein kann. In jedem Fall ist eine suffiziente Blutdruckeinstellung zur Verminderung der Gefahr einer Größenzunahme erforderlich. Wie die Blutdruckeinstellung bei der spontanen intrazerebralen Blutung muss auch hier ein möglicher Erfordernisdruck durch einen erhöhten Hirndruck beachtet werden, sodass gerade bei bewusstlosen Patienten eine Hirndruckmessung sinnvoll ist.

Traumatische Subarachnoidalblutung

Wie bei der spontanen SAB kommt es hier zur Einblutung in den Subarachnoidalraum. Eine spezifische Therapie gibt es nicht. Die Gabe von Nimodipin hat keine Verbesserung des Outcomes gezeigt und ist daher nicht sinnvoll.

Hirndruckmessung

Wie bereits in der Einleitung erwähnt ist eine Kontrolle des Hirndruckes entscheidend und gerade bei Patienten mit einem Schädel-Hirn-Trauma lebenswichtig. Aus diesem Grund wird die Anlage einer Hirndruckmessung bei allen bewusstlosen Patienten mit einer CT-morphologisch gesicherten schweren Hirnverletzung empfohlen. Die Druckmessung kann erfolgen über eine

- Ventrikeldrainage,
- intraparenchymatöse Drucksonde,
- epidurale Druckmessung.

► **Ventrikeldrainage.** Zum einen ist es möglich, eine externe Ventrikeldrainage zu legen, die an eine Druckmessung angeschlossen wird. Der Vorteil dieser Methode ist, dass bei steigendem Hirndruck eine Entlastung durch Ablassen von Liquor erreicht werden kann.

► **Intraparenchymatöse Drucksonde.** Es gibt inzwischen Sonden, die zusätzlich weitere Parameter wie Temperatur oder Gewebe-pO_2 messen können und aus diesem Grund vermehrt zum Einsatz kommen.

► **Epidurale Druckmessung.** Diese Methode erfreut sich aufgrund einer geringen Infektions- und Blutungsgefahr ebenfalls großer Beliebtheit, hat aber bei 15 % der Messungen Fehlfunktionen.

Ursachen der Hirndrucksteigerung

Eine Hirndrucksteigerung bei einem Patienten mit einem Schädel-Hirn-Trauma kann unterschiedliche Ursachen haben. Zunächst kann ein unmittelbar durch das Trauma ausgelöstes generalisiertes Hirnödem zu einer Druckerhöhung führen. Weiterhin kann die Größenzunahme von Kontusionsblutungen oder auch ein meist ab dem 3. Tag zunehmendes perifokales Ödem um die einzelnen Kontusionen eine Verschlechterung nach sich ziehen. Zusätzlich sollte aber auch an neu entstandene extrazerebrale Blutungen (epi- oder subdural) gedacht werden und aus diesem Grund im Zweifelsfall eine CT-Kontrolle erfolgen.

Therapie des Hirnödems

Die Therapie des Hirnödems erfolgt nach einem Stufenplan.

► **Oberkörper hochlagern.** Als Erstes ist hier die Oberkörperhochlagerung mit 15–30 ° zu nennen, die eigentlich generell bei neurochirurgischen Patienten durchgeführt wird.

► **Liquor ablassen.** Als nächste Maßnahme kann bei liegender Ventrikeldrainage durch Ablassen von Liquor eine Druckentlastung herbeigeführt werden.

► **Hyperventilation.** Die früher empfohlene Methode der Hyperventilation hat man heute weitgehend verlassen. Diese führt zwar zunächst zu einer Minderung des Hirndruckes, gleichzeitig aber durch eine Vasokonstriktion der zerebralen Blutgefäße zu einer Blutminderversorgung. Dadurch besteht die Gefahr einer zerebralen Ischämie.

► **Osmodiuretika verabreichen.** Der nächste Schritt ist die Gabe von Osmodiuretika (Mannitol), die durch einen osmotischen Gradienten zwischen Plasma und Gewebe zu einer „Entwässerung" des Gehirns führen. Die Dosierung kann entweder nach Bedarf, d. h. bei einem Hirndruckanstieg auf Werte über 20 oder 25 mmHg oder aber in festgelegten Zeitintervallen (z. B. alle 6 oder 8 h) erfolgen. Die Mengen variieren hierbei zwischen 125 ml bei der Einmalgabe und 50–100 ml bei der regelmäßigen Applikation. Bei einer Plasmaosmolarität von über 320 mosmol/l muss aufgrund der Gefahr einer Nierenschädigung auf eine weitere Gabe verzichtet werden.

► **Trispuffer einsetzen.** Wenn diese Maßnahme ebenfalls ausgereizt oder aufgrund einer erhöhten Plasmaosmolarität nicht mehr möglich ist, kann als nächstes der Einsatz von THAM (Trispuffer) in Erwägung gezogen werden. Der genaue Wirkungsmechanismus ist bis heute noch nicht eindeutig geklärt. Verschiedene Studien zeigen jedoch, dass eine Pufferung der intrazellulären Azidose und eine gewisse diuretische Wirkung des Präparates zur Hirndrucksenkung führen. Aufgrund einer ebenfalls ausgelösten Vasokonstriktion besteht die Gefahr einer zerebralen Minderoxygenierung, sodass Trispuffer nicht generell zum Einsatz kommen.

► **Barbiturate verabreichen.** Eine weitere Alternative ist die Gabe von Barbituraten, die über eine Reduktion des zerebralen Stoffwechsels mit damit einhergehender Herabsetzung der Hirndurchblutung eine Minderung des intrakraniellen Blutvolumens bewirken. Eine unerwünschte Nebenwirkung stellen v. a. ein genereller Blutdruckabfall und eine erhöhte Infektbereitschaft dar. Die Gabe sollte mittels einer kontinuierlichen EEG-Ableitung (Burst-Suppression, ► Abb. 25.7) überwacht werden, um eine Überdosierung zu vermeiden.

► **Hypothermie.** Die Hypothermie als Methode zur Hirndrucksenkung konnte sich bislang nicht durchsetzen, da ein hoher apparativer Aufwand benötigt wird. Außerdem haben Studien gezeigt, dass es zu einer unverhältnismäßig hohen Zahl von Pneumonien kommt, die mit dieser Methode assoziiert sind (Alderson et al. 2004, Gadkary et al. 2002).

► **Dekompressionsoperation.** Als letztes Verfahren zur intrakraniellen Drucksenkung soll noch die Dekompressionsoperation (S. 524) genannt werden, die bereits zur Therapie des malignen Hirninfarktes beschrieben wurde. Diese Operation kann in Abhängigkeit vom intrakraniellen Befund ein- oder beidseitig durchgeführt werden. Der Einsatz ist ebenfalls umstritten, verschiedene Studien belegen jedoch, dass bei richtiger Indikationsstellung sehr gute Erfolge erzielt werden können (Hutchinson u. Kirkpatrick 2004). Somit sollte eine Dekompression immer als Ultima Ratio in Erwägung gezogen werden.

25.1.5 Akute Rückenmarksläsionen

Die akute Rückenmarksläsion ist i. d. R. traumatischer Natur. Es gibt jedoch auch vereinzelt spontane Blutungen, Infarkte oder Infektionen, die eine akute Querschnittssymptomatik hervorrufen können. Das Ausmaß der Schädigung kann hierbei sehr variieren, ist jedoch bei allen diesen Erkrankungen von der Lokalisation abhängig. Hierzu ist es wichtig, die genaue dermatombezogene Versorgung zu kennen. Ebenso muss man sich immer vergegenwärtigen, dass das Rückenmark im Bereich des thorakolumbalen Überganges endet und somit im Bereich der gesamten Lendenwirbelsäule lediglich die einzelnen Nervenfasern (Cauda equina) verlaufen.

Im Weiteren soll zunächst auf die traumatischen Läsionen eingegangen werden. Für die Intensivmedizin sind überwiegend die Läsionen im Bereich des zervikalen und oberen thorakalen Rückenmarks entscheidend. In dieser Region findet die Versorgung der Zwischenrippenmuskulatur und des Zwerchfells statt, sodass es bei einer Schädigung zu einer mehr oder weniger starken Beeinträchtigung der Atmung kommt. Verletzungen der thorakalen oder lumbalen Wirbelsäule, die über 80 % ausmachen, spielen intensivmedizinisch eine eher untergeordnete Rolle und eine intensivmedizinische Behandlung erfolgt meist im Rahmen der Polytraumaversorgung.

Ursachen und Symptome

Ob bei einer Verletzung der Wirbelsäule ein Schaden am Rückenmark auftritt, ist weitgehend unabhängig von einer eventuell gleichzeitigen Schädigung des Knochen-/Bandapparates der Wirbelsäule. So gibt es aus dem früheren Sprachgebrauch die Commotio spinalis, also einer der Gehirnerschütterung gleichzusetzende Verletzung des Rückenmarkes. Eine morphologisch fassbare Veränderung des Rückenmarkes findet sich selten und die initialen neurologischen Defizite bilden sich i. d. R. zurück.

Häufig ist auch nicht die primäre lokale Gewalteinwirkung der entscheidende Faktor für eine Rückenmarksschädigung. Durch die bei einem Unfall auftretenden Scherkräfte kommt es durch Verletzungen am Gefäßsystem zu einer sekundären Schädigung. Für das Ausmaß des bleibenden Schadens ist gerade diese Mitschädigung entscheidend. Durch die Gewalteinwirkung werden verschiedene Prozesse in Gang gesetzt, die nicht nur eine direkte Schädigung des Nervengewebes, sondern auch das ver- und entsorgende Gefäßsystem betreffen.

Durch die hierdurch hervorgerufenen Durchblutungsstörungen kommt es zur Ausbildung eines Ödems und sekundär zu einem Gewebsuntergang. Diese Veränderungen können vom eigentlichen Ort des Traumas fortschreiten und eine Verschlechterung der klinischen Symptomatik bewirken.

Therapie

Um ein Fortschreiten der Symptomatik zu vermeiden, wurde bislang das sog. NASCIS-Schema propagiert. Dies beinhaltet die Gabe von 30 mg/kgKG Methylprednisolon als Bolus über 15 min. Anschließend werden 5,4 mg/kgKG/h für weitere 23 h verabreicht. Diese Maßnahme sollte unmittelbar nach Aufnahme des Patienten, die Bolusgabe möglichst bereits durch den Notarzt erfolgen. Ein Behandlungsbeginn später als 8 h nach dem Trauma hatte in Studien keinen Einfluss mehr (Bracken u. Holford 1993, Bracken 2001, Ducker u. Zeidman 1994). Nachdem Ende der 90er Jahre sogar eine Verlängerung der Methylprednisolongabe auf 48 bzw. 72 h untersucht wurde, haben verschiedene Studien der letzten Zeit ein Überwiegen der Nebenwirkungen gegenüber den häufig nur marginalen Verbesserungen gezeigt und dazu geführt, dass dieses Schema immer seltener angewandt wird (Hall u. Springer 2004, Hurlbert 2000, Lammertse 2004) und großteils lediglich eine Einmalgabe von 20 oder 40 mg Dexamethason verabreicht wird.

Intensivmedizinische Behandlung

Ziele der intensivmedizinischen Behandlung sind:
- Vermeidung zusätzlicher Schäden am Rückenmark
- Stabilisierung der Wirbelsäule
- Vermeidung von Komplikationen

Grundvoraussetzung ist eine vollständig abgeschlossene Diagnostik. Ein verunfallter Patient ist daher bis zum Beweis des Gegenteils als wirbelsäulenverletzt zu behandeln.

Merke

Das bedeutet, dass ein Stiffneck erst nach Abschluss der zervikalen Röntgendiagnostik und fehlendem Nachweis einer traumatischen Veränderung abgenommen werden darf. Auch die Lagerung der Patienten muss achsengerecht und mit möglichst mehreren Pflegenden erfolgen.

Vermeiden von Komplikationen

Folgende Komplikationen können auftreten:
- Ateminsuffizienz
- Hypotonie und Bradykardie
- Pneumonie
- Stressulzera
- Beinvenenthrombosen
- Blaseninfektion- und überdehnung

► **Ateminsuffizienz.** Bei Patienten mit nachgewiesenem zervikalen Trauma und einer hohen Querschnittslähmung ist eine Intubation ab einer Atemfrequenz von über 30/min oder einem arteriellen $pCO_2 > 50$ mmHg indiziert. Bei persistierenden Problemen ist bei diesen Patienten eine z. T. frühe Tracheotomie unumgänglich, kann aber auch durch die Verringerung des Atemwiderstandes eine endgültige Lösung darstellen.

► **Hypotonie und Bradykardie.** Neben der Ateminsuffizienz beim hohen Querschnittssyndrom können bei diesen Pa-

tienten weitere Komplikationen im Behandlungsverlauf auftreten. So haben viele Patienten aufgrund der Umverteilung des Blutes in die Peripherie eine Kombination aus einer Hypotonie und einer Bradykardie, was u. a. zu einer Minderdurchblutung der Nieren mit entsprechender Funktionseinschränkung führen kann.

▶ **Pneumonie.** Pulmonale Probleme ergeben sich allein schon durch die Einschränkung der Thoraxbewegungen durch die Lähmung der Atemmuskulatur. Daher ist an erster Stelle die Pneumonie zu nennen. Zur Vorbeugung empfiehlt sich eine aggressive Physiotherapie in Kombination mit einer entsprechenden Lagerungsbehandlung. Weiterhin sollten frühzeitig Sekretolytika verabreicht und bei den ersten Symptomen einer Pneumonie eine antibiotische Therapie eingeleitet werden.

▶ **Stressulzera.** Durch die Querschnittslähmung kommt es ebenfalls zu einer Störung der Darmmotilität, die entsprechend unterstützt werden muss. 10 % der Patienten entwickeln Stressulzera, deren Diagnose durch das fehlende Schmerzempfinden erschwert wird. Ein unklarer Hb-Abfall sollte bei diesen Patienten daher immer an einen Ulkus denken und eine weitere Diagnostik (Gastroskopie) folgen lassen. Eine medikamentöse Ulkusprophylaxe ist essenziell.

▶ **Beinvenenthrombosen.** Eine weitere Komplikation stellt die Entwicklung von Beinvenenthrombosen dar. Durch die fehlende Muskelpumpe und die Immobilisation kommt es zu einem venösen Rückstau und damit zumindest in der Frühphase zur Erhöhung des Thromboserisikos.

▶ **Blaseninfektion- und überdehnung.** Da eine Querschnittslähmung immer zu einer Blasenlähmung führt, ist es erforderlich, den Patienten zu katheterisieren. Da ein Dauerkatheter über eine Schädigung der Blasenwand schnell zu einer Infektion führen kann, sollte dieser nur in Ausnahmefällen gelegt werden. Alternativ kommt die Anlage einer suprapubischen Blasenfistel in Frage. Aufgrund der, in vielen Studien nachgewiesenen, geringsten Infektionsgefahr bei der Einmalkatheterisierung sollte dieser Methode immer der Vorzug gegeben bzw. rasch dazu übergegangen werden. Um einer Überdehnung der Blase vorzubeugen, empfiehlt es sich, eine regelmäßige Frequenz mit 5–6 Katheterisierungen pro Tag vorzugeben. Durch entsprechende Wahl der zeitlichen Abstände zwischen den Katheterisierungen kann dies problemlos erreicht werden. Außerdem sollte 1-mal jährlich eine Urodynamik-Untersuchung erfolgen.

25.1.6 Hirntod

Aufgrund der neurochirurgischen Krankheitsbilder, die auf einer Intensivstation behandelt werden, gehört leider auch die Hirntodbestimmung zum klinischen Alltag. Die Hirntoddiagnostik sollte aus verschieden Perspektiven betrachtet werden. Zum einen dient sie der sicheren Feststellung des Ausfalls der Hirnfunktionen, um bei schwersten Hirnschädigungen und infauster Prognose rasch eine Sicherheit für die Angehörigen zu schaffen, sie dient aber auch zur frühzeitigen Bestimmung des Hirntodes, um bei vorhandener Einwilligung eine Organexplantation vornehmen zu können.

In diesem Kapitel wird nicht auf die unterschiedlichen ethischen Aspekte und die z. T. sehr heftig geführte öffentliche Diskussion zu diesem Thema eingegangen, sondern lediglich die Durchführung der Diagnostik und der weitere Umgang mit diesen Patienten beschrieben.

Seit es in den 50er Jahren möglich wurde, Patienten mit einem Ausfall der Spontanatmung auch längerfristig mithilfe von Beatmungsgeräten maschinell zu beatmen, musste man sich auch zunehmend mit Patienten beschäftigen, bei denen es zu einem irreversiblen Ausfall aller Hirnfunktionen gekommen war. Diese Patienten waren nicht mehr in der Lage, selbstständig zu atmen und ein Ausschalten des Beatmungsgerätes hatte unwillkürlich auch einen Herzstillstand zur Folge. Infolgedessen wurde dieser Umstand zunehmend Gegenstand von Diskussionen. 1968 wurde erstmals in den USA eine Beschreibung der Hirntodkriterien vorgenommen.

In der Bundesrepublik wurden die Richtlinien zur Hirntoddiagnostik durch die Bundesärztekammer 1982 erstmals festgeschrieben. Die aktuelle Fassung ist die 3. Fortschreibung der 97er Richtlinie vom 24. Juli 1998:

Definition

„Der Hirntod wird definiert als Zustand der irreversibel erloschenen Gesamtfunktion des Großhirns, des Kleinhirns und des Hirnstamms. Dabei wird durch kontrollierte Beatmung die Herz- und Kreislauffunktion noch künstlich aufrechterhalten." (Bundesärztekammer)

Hirntoddiagnostik

Die Hirntoddiagnostik läuft nach einem in den Richtlinien festgeschriebenen Schema ab und darf nur durch einen in der Intensivmedizin erfahrenen Arzt durchgeführt werden (▶ Abb. 25.6). Den Rahmen bilden:

1. Voraussetzungen: primäre (direkte) oder sekundäre (indirekte) Hirnschädigung,
2. Ausschluss einer Intoxikation, einer Relaxierung, einer primären Hypothermie, eines metabolischen oder endokrinen Komas, eines Schockzustandes,
3. klinische Diagnostik: Koma, Ausfall der Hirnstammreflexe, Atemstillstand,
4. Beobachtungszeit (abhängig von Art der Schädigung und Lebensalter),
5. ergänzende apparative Diagnostik: EEG, evozierte Potenziale, Nachweis des zerebralen Zirkulationsstillstandes.

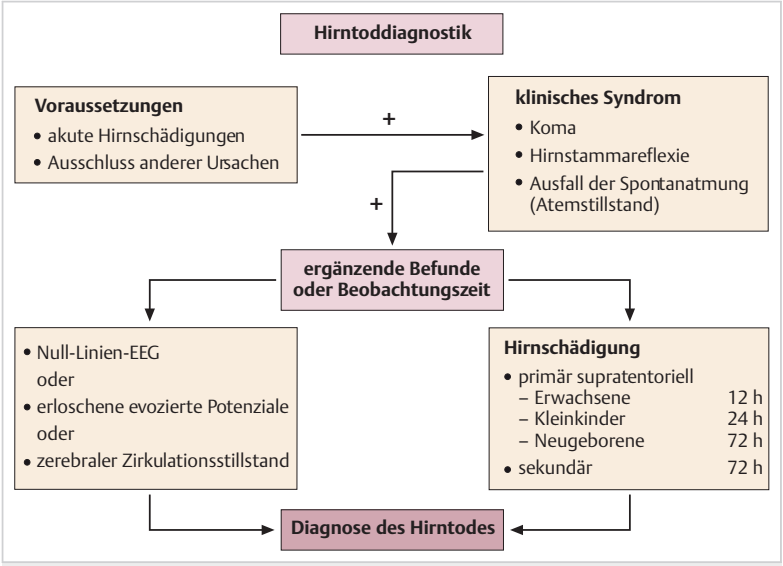


Abb. 25.6 Hirntoddiagnostik. Die Feststellung des Hirntodes erfolgt nach den von der Bundesärztekammer 1982 erstmalig herausgegebenen und immer wieder aktualisierten Richtlinien. (Henne-Bruns 2012)

Klinische Diagnostik

Zur klinischen Diagnostik zählen:
- Feststellung eines tiefen Komas
- Überprüfung der Hirnstamm-Areflexie
- Durchführung des Apnoe-Tests

Feststellen eines tiefen Komas

Die klinische Untersuchung beinhaltet als Erstes die Feststellung eines tiefen Komas, also eines Zustandes, bei dem der Patient keine hirnbedingten Reaktionen auf äußere Reize zeigt.

Überprüfen der Hirnstamm-Areflexie

Als Nächstes erfolgt die Überprüfung der Hirnstamm-Areflexie. Hierzu werden verschiedene Reflexmuster getestet, welche auf unterschiedlichen anatomischen Ebenen des Hirnstamms ablaufen.

► **Pupillenreaktion.** Zunächst wird die Pupillenreaktion getestet, die mittelweite bis weite Pupillen ohne Lichtreaktion zeigen sollte.

► **Okulozephalreflex.** Der nächste Reflex ist der Okulozephalreflex („Puppenkopf-Phänomen"). Hierbei wird der Kopf bei geöffneten Augen rasch hin und her bewegt. Während normalerweise die Augen eine Gegenbewegung durchführen, bleiben sie bei einem hirntoten Patienten immer starr in der Ausgangsstellung stehen.

► **Kornealreflex.** Der 3. Reflex ist der Kornealreflex, bei welchem mit einem weichen Tupfer die Kornea bestrichen wird. Hierbei kommt es beim Gesunden zu einem unwillkürlichen Zusammenkneifen der Lider, während diese Reaktion bei einem hirntoten Patienten fehlt.

► **Schmerzreaktion.** Als Nächstes wird die Schmerzreaktion im Gesicht geprüft. Bewährt hat sich hier das Setzen eines Schmerzreizes durch eine dünne Kanüle im Bereich des Nasenseptums sowie das Drücken auf die Nervenaustrittspunkte des N. trigeminus oberhalb der Augenbrauen, im Mittelgesicht und am Kinn. Ein hirntoter Patient zeigt auch hierbei keine Anzeichen einer Schmerzreaktion im Gesicht. Da im Hirntod keine Verbindung zwischen den Hirnnerven mit ihren Kernen im Hirnstamm und der Peripherie bestehen, kommt es bei diesem Test auch zu keiner motorischen Äußerung im Bereich der Extremitäten.

► **Würge- und Hustenreflex.** Der letzte Hirnnerventest ist der Würge- und Hustenreflex, der durch Rütteln am Tubus bzw. durch einmaliges Absaugen geprüft werden kann.

Durchführen des Apnoe-Tests

Nachdem der Ausfall der Hirnstammreflexe dokumentiert ist, wird bei dem Patienten der Apnoe-Test durchgeführt. Hierzu wird der Patient zunächst für einige Minuten mit 100 % Sauerstoff beatmet, um eine genügend hohe Sauerstoffsättigung im Blut zu erreichen und eine mögliche Gefährdung des Patienten auszuschließen. Anschließend wird der Patient vom Beatmungsgerät genommen und zur Sicherstellung einer ausreichenden Oxygenation eine Sonde zur Sauerstoffinsufflation in die Luftröhre gelegt.

Bei modernen Beatmungsgeräten ist es möglich, den Patienten an der Maschine zu belassen und diese so einzustellen, dass auch ein minimaler Atemzug das Gerät triggert und ein maschineller Atemzug gegeben wird. Diese Methode hat die zusätzliche Sicherheit, dass der Untersucher nicht eine minimale Thoraxbewegung übersehen kann oder einen deutlichen Herzschlag missinterpretieren kann.

Während der gesamten Untersuchung wird regelmäßig der Sauerstoff- und Kohlendioxidpartialdruck im Blut gemessen. Bei einem Anstieg des Kohlendioxidpartialdruckes auf über 60 mmHg ohne erkennbaren spontanen Atemzug ist unwiederbringlich der Ausfall des Atemzentrums festzustellen.

► **Hirntodprotokoll.** Wenn alle diese Kriterien erfüllt sind, ist das erste Hirntodprotokoll abgeschlossen. Die nächsten Schritte hängen nun von der Lokalisation der Schädigung (supra- oder infratentoriell) und dem Lebensalter des Patienten ab. So ist bei bestimmten Voraussetzungen eine apparative Diagnostik in jedem Falle erforderlich.

Merke

Eine primär infratentorielle Schädigung erfordert zwingend in jedem Alter eine EEG-Untersuchung in Ergänzung zur klinischen Diagnostik.

Beobachtungszeit

► **Neugeborene.** Bei reifen Neugeborenen bis zum Alter von 28 Tagen ist unabhängig von Ort und Art der Hirnschädigung eine Beobachtungszeit von 72 h mit einer zusätzlichen apparativen Untersuchung vorgeschrieben.

► **Säuglinge und Kleinkinder.** Bei Säuglingen und Kleinkindern bis zum 2. Lebensjahr beträgt die Beobachtungszeit 24 h. Eine apparative Diagnostik wird hier ebenfalls als zusätzliche Untersuchung verlangt.

► **Erwachsene.** Ein Erwachsener mit einer primär supratentoriellen Hirnschädigung hat eine Beobachtungszeit von 12 h. Die Beobachtungszeit kann jedoch verkürzt werden, indem nach der klinischen Diagnostik eine ergänzende apparative Untersuchung durchgeführt wird. Besteht bei einem Erwachsenen eine sekundäre Hirnschädigung, so muss ebenfalls eine Beobachtungszeit von 72 h eingehalten werden.

Definition

Unter sekundäre Hirnschädigungen fallen Schädigungen des Gehirns, die aufgrund eines Sauerstoffmangels entstanden sind. Solche Zustände können z. B. durch einen längeren Herzstillstand, Ertrinken, Ersticken oder auch ein diabetisches Koma entstehen.

Apparative Diagnostik

Für die apparativen Untersuchungen kommen verschiedene Methoden in Frage:
- EEG
- Ableitung von akustisch evozierten Potenzialen
- Ableitung von somatosensibel evozierten Potenzialen
- Angiografie
- Doppler-Sonografie
- Hirnszintigrafie

► **EEG.** An erster Stelle ist hier das EEG zu nennen, das auch in den meisten Kliniken bevorzugt wird. Hierbei ist es nötig, über einen Zeitraum von einer halben Stunde ein isoelektrisches EEG (Null-Linien-EEG) nachzuweisen. Das bedeutet, dass über diesen Zeitraum keine Anzeichen einer Hirnaktivität gefunden werden.

► **Akustisch evozierte Potenziale.** Die Ableitung von akustisch evozierten Potenzialen als ergänzende Untersuchung setzt eine vorhandene intakte Untersuchung vor Eintreten der klinischen Hirntodzeichen voraus. Nur so kann sichergestellt werden, dass die Innenohrfunktionen intakt sind und die akustischen Signale weitergeleitet werden können. Bei einem hirntoten Patienten sind die Potenziale, welche im Hirnstamm generiert werden (III–V) ausgefallen und zeigen somit einen irreversiblen Ausfall der Hirnstammfunktionen an.

► **Somatosensibel evozierte Potenziale.** Als nächste elektrophysiologische Methode kommen somatosensibel evozierte Potenziale zur Anwendung. Hierbei wird eine Unterbrechung der Reizweiterleitung vom Rückenmark zur Medulla oblongata

nachgewiesen. Da diese Methode in ihrer Durchführung sehr kompliziert ist und verschiedene Fehlerquellen sicher ausgeschlossen sein müssen, kommt sie nur selten zum Einsatz.

► **Angiografie.** Neben den elektrophysiologischen Methoden können Untersuchungen zum Nachweis eines zerebralen Perfusionsstillstandes angewandt werden. Als zunehmend antiquierte Methode gilt hierbei die Angiografie, bei der ein Abbruch der Durchblutung ab Eintritt der Gefäße in den knöchernen Schädel nachgewiesen wird. Die Angiografie ist als Untersuchung aufgrund ihrer möglichen, nicht unerheblichen Risiken für den Patienten in den Hintergrund getreten. So können z. B. die hohen Kontrastmittelgaben das schwer geschädigte Hirn zusätzlich schädigen.

► **Doppler-Sonografie.** Bei der Doppler-Sonografie wird der zerebrale Kreislaufstillstand durch einen sog. Pendelfluss bzw. ein vollkommen aufgehobenes Flusssignal nachgewiesen. Diese Methode setzt eine große Erfahrung des Untersuchers voraus und ist bei Patienten mit größeren Schädeldefekten (z. B. nach Operationen oder Unfällen) nicht durchzuführen, da die geänderten Druckverhältnisse keine sichere Beurteilung der Perfusion zulassen.

► **Hirnszintigrafie.** Als letztes Verfahren muss noch die Hirnszintigrafie genannt werden. Hierbei wird eine radioaktiv markierte Substanz intravenös injiziert und anschließend die Verteilung mittels einer Gamma-Kamera gemessen. Während bei einem Patienten mit intakter Hirnfunktion diese Substanz noch über Stunden nachweisbar bleibt, stellt sich das Schädelinnere bei einem hirntoten Patienten „leer" dar.

Organexplantation

Nach Abschluss der 2. Untersuchung (klinisch oder apparativ) kann der Hirntod des Patienten diagnostiziert werden. Der Todeszeitpunkt ist gleich zu setzen mit dem Abschluss der Untersuchung. Das weitere Vorgehen hängt nun von einer möglichen Einwilligung des Patienten in eine Organexplantation ab. Die Betonung liegt hier auf Einwilligung des Patienten, da entweder ein Einverständnis in Form eines Organspendeausweises vorliegt oder die Angehörigen nach dem mutmaßlichen Willen des Patienten befragt werden müssen.

Bei vorliegender Einwilligung für eine Organspende werden verschiedene Zusatzuntersuchungen erforderlich, deren weitere Beschreibung nicht Inhalt dieses Kapitels ist. Wenn bei dem für Hirntod erklärten Patienten keine Einwilligung vorliegt, kann der Patient unmittelbar nach Abschluss der Untersuchung vom Beatmungsgerät dekonnektiert werden.

Lazarus-Zeichen

Zum Ende dieses Kapitels soll noch auf ein Phänomen eingegangen werden, dass immer wieder im Umgang mit hirntoten Patienten zu Verunsicherungen führt. Es handelt sich hierbei um das sog. „Lazarus-Zeichen". Dabei kommt es beim hirntoten Patienten zu spontanen Bewegungen. Diese haben teilweise den Anschein einer bewusst ausgeführten Bewegung (Hochheben der Arme).

Das beschriebene Phänomen kommt durch eine Enthemmung spinaler Reflexschablonen zustande, da der hemmende Einfluss des Gehirns fehlt. Es handelt sich somit um ein Bewegungsmuster, das ausschließlich spinal entsteht und nicht gegen den Hirntod spricht.

Praxistipp

Um eine Verunsicherung der Angehörigen zu vermeiden, kann man nach Abschluss der Hirntoddiagnostik dem Patienten ein Muskelrelaxans verabreichen, um diese unwillkürlichen Bewegungen zu unterbinden.

25.2 Neurologische Erkrankungen

Hans-Jürgen von Giesen

Patienten mit neurologischen Erkrankungen müssen dann intensivmedizinisch betreut werden, wenn die Vitalfunktionen Atmung oder Herz-Kreislauf-Funktion gestört sind, oder wenn eine Intensivtherapie bzw. ein intensives Monitoring, z. B. auf einer Stroke Unit, Voraussetzung für eine spezifische Therapie der neurologischen Grunderkrankung ist.

Merke

Neurologische Hauptursachen für eine intensivmedizinische Versorgung sind Bewusstseinsstörungen, zunehmender Hirndruck (unterschiedlicher Ätiologie), schwere (ZNS-)Infektionen, Status epilepticus und neuromuskuläre Ateminsuffizienz.

Verschiedene Ursachen progredienten Hirndruckes wurden im Kap. 25.1 (S. 522) besprochen. In diesem Kapitel stehen der akute Schlaganfall als Beispielerkrankung sowie der Status epilepticus und die neuromuskuläre Ateminsuffizienz (Guillain-Barré-Syndrom [GBS] und Myasthenia gravis) im Vordergrund.

25.2.1 Allgemeine Symptome und Risikofaktoren

Bei neurologischen Intensivpatienten gibt es neben den Symptomen der jeweiligen Grunderkrankungen einige Besonderheiten, die differentialdiagnostisch und -therapeutisch bedacht werden müssen:

- neurogenes Lungenödem
- neurogene Hyperventilation
- erhöhtes Thromboserisiko
- Störungen des autonomen Nervensystems

► **Neurogenes Lungenödem.** Das zumeist perakut auftretende neurogene Lungenödem kann sich bei Patienten mit neurologischer Grunderkrankung manifestieren (Schädel-Hirn-Trauma, intrazerebrale Blutung, Subarachnoidalblutung, epileptische Anfälle, Erkrankungen mit erhöhtem intrakraniellen Druck und Läsionen der Medulla oblongata). Eine Volumenüberlastung muss ebenso wie kardiopulmonale Ursachen ausgeschlossen sein, ebenso ein ARDS (S. 468).

► **Neurogene Hyperventilation.** Zentrale Atemregulationsstörungen im Sinne einer neurogenen Hyperventilation findet man bei Erkrankungen, die um den 4. Ventrikel lokalisiert sind.

► **Erhöhtes Thromboserisiko.** Vor allem bei Patienten mit schlaffer Para- oder Tetraparese (z. B. GBS) ist aufgrund der fehlenden Muskelpumpe das Risiko einer Thrombose mit folgender Embolie erhöht und erfordert eine sehr konsequente mechanische und medikamentöse Thromboseprophylaxe.

► **Störungen des autonomen Nervensystems.** Mit erhöhtem oder erniedrigtem Sympathiko- und Parasympathiko-Tonus können Störungen des autonomen Nervensystems einhergehen und z. T. rasch wechselnde Symptome zeigen.

25.2.2 Schlaganfall

Die flächendeckende Einrichtung von neurologischen Schlaganfalleinheiten (Stroke Units) hat die Mortalität um 18–46 % (absolut um 3 %), Tod oder Abhängigkeit um 29 % und die erforderliche Weiterbehandlung im Pflegeheim um 25 % reduziert (Weimar 2002). Diese Reduktion ist unabhängig von Geschlecht, Alter und

Ätiologie des Schlaganfalls. Insbesondere die Einführung der Lysetherapie, aktuell unter bestimmten Indikationen in den ersten 4,5 h nach Symptombeginn empfohlen, hat den Schlaganfall von einer Erkrankung, die die Patienten schicksalhaft erlitten, zu einer unter definierten Bedingungen gut behandelbaren Erkrankung gemacht.

Definition

Der akute Schlaganfall beruht in ca. 85 % der Fälle auf einer zerebralen Ischämie auf dem Boden eines pathologischen Gefäßprozesses oder kardiogen embolischer Genese. Durch die verminderte Blut- und damit Sauerstoffversorgung kommt es zunächst zu Funktionsstörungen, dann auch zu Zelluntergang, wobei aufgrund der großen Vielzahl möglicherweise betroffener Hirnregionen das klinische Bild sehr variabel sein kann.

Dabei ist die klassische Differenzierung von transitorisch ischämischen Attacken (TIA) und vollendeten ischämischen Schlaganfällen hinfällig. Die ihr zugrundeliegende Eingruppierung von Schlaganfällen nach der Dauer der Symptome wird zunehmend durch eine pathophysiologische Einteilung ersetzt, nachdem gezeigt werden konnte, dass auch bei vielen Patienten mit flüchtiger Symptomatik morphologische Hirnschäden nachweisbar sind. Deshalb wird der Begriff „ischämischer Schlaganfall" für alle Formen der akuten fokalen zerebralen Ischämie benutzt.

Time-is-brain-Konzept der Erstversorgung

Besondere Aufmerksamkeit erfordert die Akutphase der ersten 2–3 Tage, die dem „Time-is-brain"-Konzept folgen sollten und gemäß den Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Neurologie (DGN) gewährleisten sollten, dass

- der Patient innerhalb von 10 min nach Eintreffen in der Klinik durch einen Arzt gesehen wird,
- eine CCT-Untersuchung innerhalb von 25 min nach Eintreffen erfolgen kann, deren Ergebnis spätestens nach 20 min vorliegt,
- eine Behandlung innerhalb von 60 min nach Eintreffen beginnt (sog. Door-to-needle-Zeit),
- der Patient innerhalb von höchstens 3 h multimodal (EKG, Blutdruck, Blutzucker, Elektrolyte, Pulsoxymetrie, Körpertemperatur, klinisches Bild) (monitor-)überwacht wird. Dabei sollten hypertensive Blutdruckwerte in der Akutphase solange nicht behandelt werden, wie sie kritische Blutdruckgrenzen, z. B. systolisch > 220 mmHg oder diastolisch > 120 mmHg nicht überschreiten, insbesondere sollte eine drastische Blutdrucksenkung vermieden werden, da sie zu einer kritischen Hypoperfusion des Gehirnes führen kann. Blutzuckerwerte > 200 mg/dl sollen durch die Gabe von Alt-Insulin s. c. gesenkt werden, eine Körpertemperatur > 37,5 °C soll durch fiebersenkende Maßnahmen, z. B. Paracetamol, korrigiert werden.

Dies dient u. a. auch dem Ziel, mögliche Folgekomplikationen wie Hirndruckentwicklung, frühes Rezidiv, Blutdruckkrisen, zusätzlicher Herzinfarkt, Aspirationspneumonie und Nierenversagen durch ergänzende Untersuchungen festzustellen, da diese ggf. eine intensivmedizinische weitere Überwachung erforderlich machen.

Die neurologische Zusatzdiagnostik umfasst:

- zerebrale Bildgebung (CCT oder cMRT)
- Dopplersonografie der extra- und intrakraniellen Gefäße
- EKG, ggf. Langzeit-EKG bei Vorliegen von Herzrhythmusstörungen
- Echokardiogramm
- differenzierte Laboruntersuchung

Die medizinische Behandlung des akuten Schlaganfalls besteht neben dem oben beschriebenen Monitoring aus der ätiologieorientierten spezifischen Behandlung, z. B. rekanalisierende Therapie und einer ebenfalls ätiologieadaptierten frühen Sekundärprophylaxe unter Zuhilfenahme rehabilitativer Therapien.

► **Medikamentöse Thrombolyse.** Eine medikamentöse Thrombolyse mit intravenösem rekombinanten Gewebsplasminogen-Aktivator (rt-PA, 0,9 mg pro kgKG, Maximum 90 mg), 10 % der Dosis als Bolusgabe, gefolgt von einer 60-minütigen Infusion ist in einem Zeitfenster bis zu 4,5 h nach definiertem Symptombeginn zugelassen und wird von der DGN empfohlen. Dabei ist die Chance auf einen guten therapeutischen Effekt umso größer, je eher in diesem Zeitfenster lysiert wird.

Im Folgenden werden kurz die speziellen intensivmedizinischen Probleme von Schlaganfallpatienten skizziert.

Komplikationen

Die Entwicklung eines Hirnödems beginnt i. d. R. 24–48 h nach dem ischämischen Ereignis, insbesondere bei jüngeren Patienten und bei Patienten mit einem vollständigen Mediainfarkt. Die Hirnschwellung mit resultierender intrakranieller Drucksteigerung kann im schlimmsten Fall zur Einklemmung und damit zum Tod des Patienten führen.

Therapie

Aus neurologischer Sicht gehört eine leichte Oberkörperhochlagerung um 30°, ausreichende Schmerztherapie und Temperaturnormalisierung zur Grundversorgung.

► **Medikamentöse Therapie.** Medikamentös besteht der nächste Schritt in einer Osmotherapie mit Glycerol, Mannitol oder Hyper-HAES, jeweils intravenös appliziert, ggf. kombiniert mit dem Einsatz kurz wirksamer Barbiturate (z. B. Thiopental) unter kontinuierlicher Überwachung der EEG-Aktivität und des intrazerebralen Drucks (► Abb. 25.7).

Kortikosteroide kommen zur Therapie des postischämischen Hirnödems nicht zur Anwendung.

► **Dekompressive Kraniektomie.** Sollten die konservativen Maßnahmen versagen, so kann innerhalb von 48 h eine dekompressive Hemikraniektomie durchgeführt werden. Diese neurochirurgische Maßnahme (Trepanationslücke von 12–14 cm Durchmesser) stellt bei raumfordernden Kleinhirninfarkten aufgrund der gefährlichen Kompression auf den Hirnstamm die Therapiemethode der Wahl dar und reduziert bei diesen die Mortalität von 80 % auf 30 %, bei großen raumfordernden Hemisphäreninfarkten von 80 % auf 40 %. Kontrovers diskutiert werden Eingriffe über der dominanten Hemisphäre und mögliche Altersgrenzen.

► **Moderate Hypothermie.** Schließlich kann in spezialisierten Zentren eine moderate Hypothermie mit einer Körpertemperatur von 33–35 °C angewandt werden, diese wird allerdings nicht allgemein empfohlen.

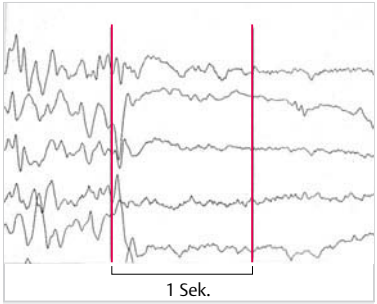


Abb. 25.7 Burst-Suppression-Muster in der EEG-Überwachung.

25.2.3 Status epilepticus

Definition

Im Gegensatz zu einem gewöhnlichen epileptischen Anfall ist der Status epilepticus dadurch gekennzeichnet, dass er bei tonisch-klonischen Anfällen die Dauer von 5 min bzw. bei fokalen Anfällen oder Absencen die Dauer von 20–30 min überschreitet. Der Patient erlangt aufgrund des einzelnen verlängerten Anfalls oder zwischen den einzelnen Anfällen nicht mehr das Bewusstsein. Entsprechend kann im EEG kein vollständiges Sistieren der Krampfaktivität beobachtet werden (▶ Abb. 25.8).

Der Status epilepticus erfordert immer eine akute Behandlung, ggf. unter Einschluss intensivmedizinischer Maßnahmen. Dabei ist das primäre Therapieziel die Beendigung der epileptischen Aktivität.

Formen

Die häufigste Form des Status epilepticus ist die bei generalisiert tonisch-klonischen Anfällen (sog. Grand-Mal-Status). Weitere Formen sind der konvulsive oder nicht konvulsive Status bei einfach-fokalen oder komplex-fokalen Anfällen oder ein Absencen-Status, insbesondere nicht konvulsive Zustände können eine differentialdiagnostische Herausforderung darstellen.

Risikofaktoren

Folgende Faktoren können epileptische Anfälle und damit auch einen Status epilepticus auslösen bzw. diesen zugrunde liegen:

- bei vorbekanntem Anfallsleiden: Abfall der Spiegel des antikonvulsiven Medikamentes (z. B. bei unregelmäßiger Einnahme, Medikamenteninteraktionen)
- neu aufgetretene zerebrale Durchblutungsstörungen oder Sinusvenenthrombose
- zerebraler Sauerstoffmangel
- Hirntumoren
- Schädel-Hirn-Verletzungen oder Enzephalitiden
- metabolische Erkrankungen (Elektrolytstörungen, Störungen des Nieren-/Leberstoffwechsels u. a.)
- Alkoholgenuss und v. a. Alkoholentzug
- Schlafentzug

Symptome

Die Symptome sind abhängig vom zugrunde liegenden Anfallstypus. Bei der häufigsten Form, dem sog. Grand-Mal-Status, stehen die typischen tonisch-klonischen Bewegungen im Vordergrund.

Merke

Während der klonischen Phase kommt es zu Apnoe mit Zyanose, Tachykardie und Blutdruckanstieg.

Der bewusstlose Patient kann einnässen, hat Schaum vor dem Mund, der bei einem Zungenbiss auch blutig sein kann, es besteht Aspirationsgefahr. In der tonischen Phase ist die Verletzungsgefahr groß. Erschwert werden kann die Diagnose, wenn bei fortgeschrittenem Status epilepticus die konvulsive Aktivität abgeschwächt ist, oder wenn ein non-konvulsiver Status der Bewusstlosigkeit zugrunde liegt.

Im Gegensatz hierzu sind Patienten mit einem fokalen Anfallsstatus zumeist nicht bewusstseinsgetrübt und der Anfall manifestiert sich in kontinuierlichen, fokalen motorischen oder sensiblen Symptomen.

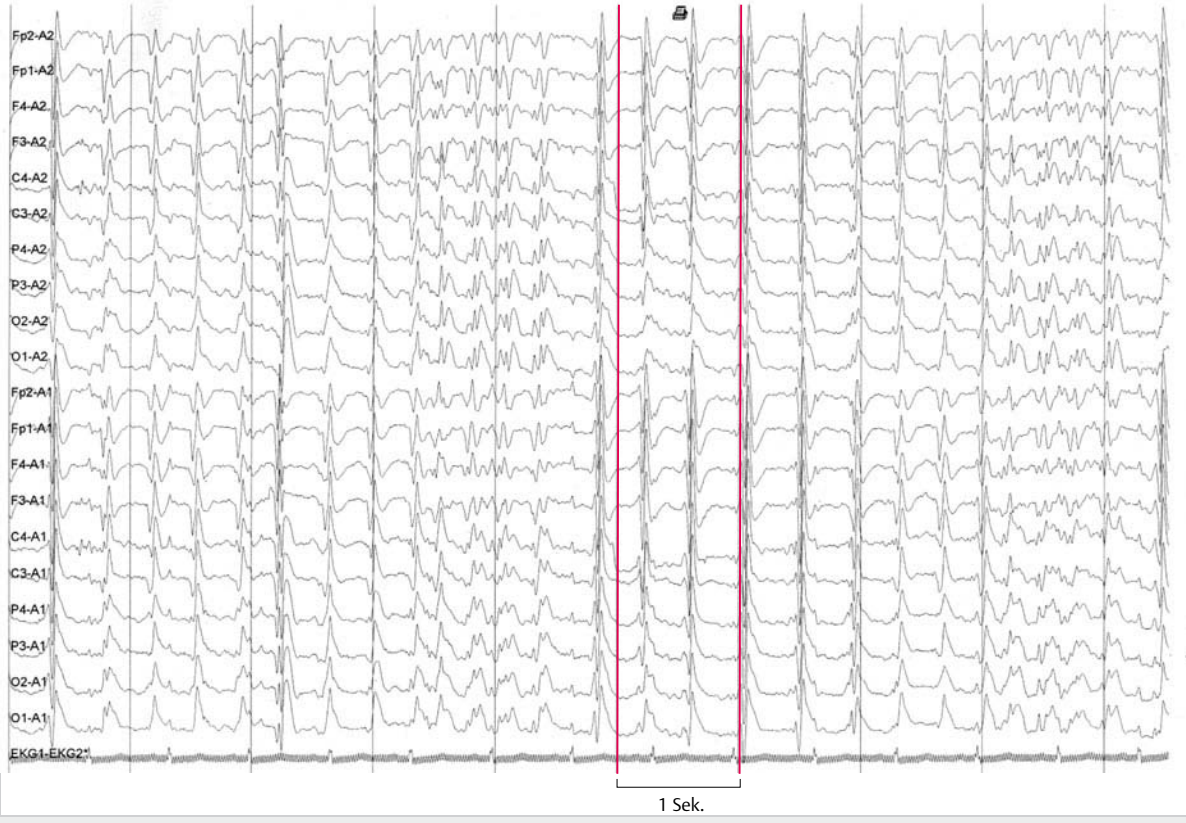


Abb. 25.8 EEG bei Status epilepticus.

Bei einem Jackson-Anfall breiten sich die Anfallssymptome über mehrere Körperabschnitte aus. Bei der Epilepsia partialis continua ist die Anfallsaktivität auf eine umschriebene Körpergegend beschränkt.

Diagnostik

Die Diagnose des Status epilepticus ist eine klinische Diagnose, die i. d. R. ohne Zusatzdiagnostik gestellt werden kann (und muss). Die Therapie muss dann unmittelbar und noch vor weiterer Zusatzdiagnostik eingeleitet werden. Das EEG ist insbesondere zum Nachweis eines nicht konvulsiven Status bzw. eines Absencen-Status hilfreich, kann aber auch bei der Therapiekontrolle hilfreich sein.

Weitere Zusatzdiagnostik kann zur differentialdiagnostischen Abklärung der auslösenden Ursache erforderlich werden, z. B.:

- Laboruntersuchungen (einschl. der Serumspiegelbestimmung der ggf. eingenommenen Antikonvulsiva)
- Lumbalpunktion (bei V. a. eine Enzephalitis)
- neuroradiologische Verfahren (CCT, cMRT) zum Nachweis einer Durchblutungsstörung oder eines Tumors (eine solche symptomatische Ursache muss dann zusätzlich fachspezifisch behandelt werden)

Komplikationen

Komplikationen des Status epilepticus sind die progrediente Schädigung des Gehirns durch Hypoxie und Ödem, daneben die metabolische Azidose und ihre Folgen, selten eine Rhabdomyolyse, Nierenversagen und Lungenödem. Auch die kardiovaskuläre Belastung kann zu Komplikationen führen.

Therapie

Erstes Therapieziel ist die Unterbrechung der Anfallsaktivität und damit die Prophylaxe von Folgeschäden. Nach Lagerung (Verletzungsschutz, Aspirationsprophylaxe) und Entfernung von Zahnersatz müssen Puls, Blutdruck und Atmung (Pulsoxymetrie, ggf. O_2-Insufflation) überwacht werden, es soll ein i. v.-Zugang gelegt werden. Bei Verdacht auf einen alkoholassoziierten Status epilepticus erfolgt die Gabe von Thiamin (100 mg i. v.), bei hypoglykämieassoziiertem Status die Gabe von 25 % Glukose, bei Hyperthermie die symptomatische Temperatursenkung.

Die spezifische antikonvulsive Therapie erfolgt in definierten Stufen:

Stufe 1:

- Lorazepam 0,05 mg/kg i. v. (2 mg/min bis max. 10 mg) oder
- Diazepam 0,15 mg/kg i. v. (5 mg/min bis max. 30 mg) oder
- Clonazepam 1–2 mg i. v. (0,5 mg/min bis max. 3 mg),
- ggf. parallel hierzu bereits initiale Aufsättigung mit Phenytoin 15–20 mg/kg i. v. (50 mg/min über 5 min, dann langsam) über einen separaten i. v.-Zugang unter EKG und RR-Überwachung.
- Diazepam kann auch als Rektiole zum Einsatz kommen, Midazolam kann auch intranasal (5–10 mg) oder bukkal appliziert werden.

Falls es unter dieser Therapie nicht gelingt, den Status epilepticus innerhalb der ersten Stunde zu durchbrechen, erfolgt Stufe 2.

Stufe 2:

Bereits die intravenöse Gabe von Phenytoin erfordert eine intensivmedizinische Überwachung von Blutdruck und EKG. Alternativen stellen dar:

- Valproat 20–30 mg/kg, max. 10 mg/kg/min, ggf. nach 10 min wiederholen, dann max. 10 mg/kg.
- Levetiracetam 30–60 mg/kg i. v., max. 500 mg/min, ggf. nach 10 min wiederholen, oder
- Phenobarbital 20 mg/kg i. v. (100 mg/min, höhere Dosen nur bei Intensivüberwachung)

Eine weitere, wenn auch nicht zugelassene Alternative stellt Lacosamid, 5 mg/kg über 15 min dar. Falls auch hierunter der Status nach weiteren 30 min nicht zu durchbrechen ist, folgt Stufe 3.

Stufe 3:

- Thiopental 5 mg/kg i. v. als Bolus, dann Erhaltungsdosis (500 mg/h) unter EEG-Kontrolle bis zum Nachweis eines Burst-Suppression-Musters oder
- Propofol 2 mg/kg i. v. als Bolus, dann 2–10 mg/kg/h unter EEG Steuerung oder
- Midazolam 0,2 mg/kg i. v. als Bolus, dann 0,1–0,5 mg/kg/h unter EEG Monitoring.

Bei der EEG-gesteuerten Narkose mit Thiopental, Propofol oder Midazolam muss beachtet werden, dass gleichzeitig zur hochdosierten i. v.-Behandlung eine antikonvulsive Aufsättigungstherapie mit dem Wirkstoff erfolgen muss, der langfristig zum Einsatz kommen soll.

Die weitere Therapie der epileptischen Anfälle sowie die Therapie neurologischer Grunderkrankungen sind dem Neurologen vorbehalten.

25.2.4 Guillain-Barré-Syndrom (GBS)

Definition

Das Guillain-Barré-Syndrom (GBS) ist eine postinfektiöse und autoimmunogene, aufsteigende und progrediente Lähmung unter Einschluss der Atemmuskulatur, der Hirnnerven und des vegetativen Nervensystems.

Die genaue Pathogenese des GBS ist noch nicht bekannt, jedoch spricht Vieles für eine autoimmunogene Ätiologie der Erkrankung, z. B. die häufige Assoziation zu vorausgehenden Infekten und die Ähnlichkeit zum Tiermodell der experimentell allergischen Neuritis.

Häufigkeit

Die jährliche Inzidenz des GBS beträgt 1–2/100 000 Einwohner ohne Geschlechts- oder Altersunterschiede.

Risikofaktoren

Bei ca. 70 % der Patienten geht der neurologischen Manifestation des GBS mit einem Abstand von 1–3 Wochen ein Infekt der oberen Atemwege oder des Gastrointestinaltrakts voraus, wobei insbesondere Assoziationen mit einer Infektion mit Campylobacter jejuni (ca. 30 % der Patienten), aber auch mit dem Zytomegalie-Virus (CMV, ca. 15 % der Patienten), dem Epstein-Barr-Virus (EBV, ca. 8 % der Patienten) und anderen Viren wie dem Humanen-Immundefizienz-Virus (HIV) beschrieben werden.

Symptome

Leitsymptom ist die i. d. R. über weniger als 4 Wochen aufsteigende, relativ symmetrische Lähmung mehr als einer Extremität mit begleitendem Verlust der Muskeleigenreflexe, die von leichten Sensibilitätsstörungen, bei mehr als 50 % der Patienten jedoch von Schmerzen und Parästhesien, begleitet wird. Die Hirnnerven (z. B. Fazialisparese oder Störungen der Augenbeweglichkeit) können beteiligt sein.

Merke

Vital bedrohlich wird die Erkrankung durch die Beteiligung der Atemmuskulatur und des vegetativen Nervensystems.

Im vegetativen Nervensystem können das sympathische und das parasympathische Nervensystem in unterschiedlichem Ausmaß betroffen sein, sodass paroxysmale Sinustachykardien und Sinusbradykardien, maligne Rhythmusstörungen bis hin zum Kammerflimmern, aber auch ein labiler Hypertonus und eine orthostatische Hypotonie auftreten können. Fieber gehört nicht zu den typischen klinischen Symptomen.

Zweifel an der Diagnose sind auch dann erlaubt, wenn die Ausfälle eine deutliche und persistierende Asymmetrie zeigen, wenn eine Sphincter-Funktionsstörung vorliegt oder wenn ein klares sensibles Querschnittsniveau bestimmt werden kann.

► **Varianten.** Klinische Varianten des GBS können in bis zu 15 % der Fälle auftreten. Hier ist als wichtigste Variante das Miller-Fisher-Syndrom zu nennen, bei dem die Symptomkonstellation Lähmung der äußeren Augenmuskel, Ataxie und Reflexverlust das Krankheitsbild charakterisiert.

Verlauf

Die Erkrankung verläuft fortschreitend, bei ca. ⅔ der Patienten wird nach 2 Wochen eine Plateauphase von weiteren 2–4 Wochen Dauer erreicht, nach der dann eine langsame, aber kontinuierliche Besserung bis hin zur im Idealfall vollständigen Rückbildung erfolgt. Das Maximum der neurologischen Ausfälle ist sehr variabel. Während ¹/₅ der Patienten nur leicht betroffen ist und ohne Hilfe gehfähig bleibt, wird mind. die Hälfte bettlägerig und hiervon wiederum die Hälfte beatmungspflichtig. Das Wiederholungsrisiko für den einzelnen Patienten beträgt ca. 2–5 %.

Diagnostik

Im typischen Fall ist die Diagnose einfach und klinisch gemäß den oben beschriebenen Symptomen zu stellen. Unterstützt wird die klinische Diagnose durch den charakteristischen Liquorbefund einer zytoalbuminären Dissoziation, d. h., das Liquoreiweiß ist erhöht und wird begleitet von einer normalen oder allenfalls leicht erhöhten Zellzahl. Zellzahlen höher als 50/µl lassen an der Diagnose GBS zweifeln (Ausnahme: HIV-assoziiertes GBS).

Ebenfalls typisch sind die Befunde in der elektrophysiologischen Untersuchung der Nervenleitungsfähigkeit: Dort findet man eine Leitungsverzögerung, einen Leitungsblock oder eine vermehrte Potenzialdispersion, verlängerte distale Latenzen, verzögerte oder ausgefallene F-Wellen (► Abb. 25.9). Diese elektrophysiologischen Veränderungen können jedoch mit einer gewissen Verzögerung auftreten.

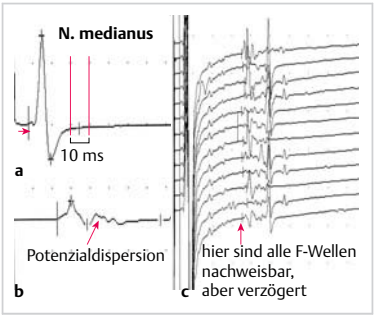


Abb. 25.9 Elektroneurografische Veränderungen beim GBS.
a Verlängerte distal motorische Latenz (DML).
b Proximaler Leitungsblock.
c Verzögerte (oder fehlende) F-Wellen.

Komplikationen

Die Mortalität des GBS ist Dank der modernen Intensivmedizin niedrig (5 %), mögliche Todesursachen können Pneumonie, Lungenembolie, Ateminsuffizienz, Herzstillstand oder Sepsis sein. Bei Einschränkung der Vitalfunktionen sollte deshalb eine intensivmedizinische Überwachung erfolgen, bei Abfall der Vitalkapazität auf 15 ml/kgKG oder bei einer deutlichen Mitbeteiligung der oropharyngealen Muskulatur mit Schluckstörungen sollte die Intubation und Beatmung erwogen werden, bei Langzeitbeatmung sollte frühzeitig über eine Tracheotomie diskutiert werden. Die vegetative Mitbeteiligung kann potenziell lebensbedrohlich sein und eine spezifische medikamentöse Therapie erfordern, ein temporärer Herzschrittmacher sollte bei Reflexbradykardien (z. B. beim Absaugen) angelegt werden.

Therapie

Aufgrund der Schwere des Verlaufes stehen allgemeinmedizinische und pflegerische Maßnahmen (Körperpflege, Lagerung, Mobilisation, Pneumonie- und Thromboseprophylaxe), ggf. mit intensivmedizinischer Überwachung von klinischem Zustandsbild, Herzfrequenz, Vitalkapazität, Blutgasen, aber auch engmaschige Blutdruckkontrollen im Vordergrund. Die regelmäßige Kontrolle beugt den o. g. Komplikationen vor.

Nachgewiesen wirksam sind die Therapie mit hochdosierten, i. v. zu applizierenden Immunglobulinen sowie die Plasmapheresetherapie.

► **Immunglobulintherapie.** Die empfohlene Standarddosierung für die Immunglobuline beträgt 0,4 g/kg/d über 5 aufeinander folgende Tage langsam i. v. infundiert. Der Erfolg der Immunglobulin-Therapie ist bei Beginn innerhalb der ersten 7 Tage am größten, die Gabe sollte spätestens 14 Tage nach dem Auftreten erster Symptome beginnen.

► **Plasmapheresetherapie.** Die Plasmapherese wird 5-mal alternierend jeden 2. Tag gegen Albumin oder Frischplasma durchgeführt. Beide Therapieformen verbessern die Prognose der Patienten, wobei die Therapie mit Immunglobulinen aufgrund der etwas geringeren Nebenwirkungen und der einfacheren Verfügbarkeit bei vergleichbaren Kosten die erste Wahl darstellt. Weiterhin darf die Schmerztherapie nicht vernachlässigt werden.

Merke

Physiotherapie und rehabilitative Therapieansätze sollten von Beginn an beteiligt sein.

► **Aufklärung und Unterstützung.** Grundvoraussetzung ist eine realistische Information des Patienten und seiner Angehörigen über den zu erwartenden Verlauf und eine entsprechende psychologische Stützung. Vor allem bei Patienten, die sich (vorübergehend) nicht mehr verbal mitteilen können, ist besondere fachliche und menschliche Kompetenz erforderlich.

25.2.5 Myasthenia gravis

Definition

Die Myasthenia gravis ist eine belastungsabhängige Muskelschwäche, die durch eine Störung der neuromuskulären Übertragung durch Antikörper, die sich gegen den nikotinischen Acetylcholinrezeptor richten, hervorgerufen wird. Die Myasthenie hat häufig einen fluktuierenden Verlauf mit krisenhaften Verschlechterungen, während derer die Patienten aufgrund einer lebensbedrohlichen Ateminsuffizienz oder einer Schluckstörung mit Aspirationsgefahr der intensivmedizinischen Betreuung bedürfen.

Tab. 25.3 Klinischer Bewertungsbogen (Score) für Myasthenia gravis (mod. n. Brandt et al. 2000).

Test	Muskelschwäche keine 0	leicht 1	mittel 2	schwer 3
Armhalteversuch (90 °, stehend)	> 180 s	> 60–180 s	> 10–60 s	< 10 s
Beinhalteversuch (45 °, liegend)	> 45 s	> 30–45 s	> 5–30 s	< 5 s
Kopfhalteversuch (45 °, liegend)	> 90 s	> 30–90 s	> 5–30 s	< 5 s
Vitalkapazität				
Frauen	> 3,0	> 2,0–3,0	> 1,2–2,0	< 1,2
Männer	> 4,0	> 2,5–4,0	> 1,5–2,5	< 1,5
Kauen/Schlucken	normal	leichte Störungen bei festen Speisen	nur Flüssigkeiten	Magensonde
Gesichtsmuskulatur	normal	leichte Lidschlussschwäche	unvollständiger Lidschluss	kein minischer Ausdruck

Formen

Die autoimmunogen vermittelte Myasthenia gravis tritt in aller Regel in einer (vorwiegend) okulären Verlaufsform oder einer generalisierten Form auf. Daneben müssen seltene kongenitale Myasthenie-Syndrome, das Lambert-Eaton-Syndrom und andere neuromuskuläre Erkrankungen bedacht werden.

Häufigkeit

Die Inzidenz der Myasthenie beträgt 0,2–0,4/100 000 Einwohner pro Jahr, die Prävalenz beträgt 5–12/100 000. Obwohl die Myasthenie auch im hohen Alter erstmals auftreten kann, besteht ein Altersgipfel in der 2. und 3. Lebensdekade, wobei Frauen 2–3-mal so häufig wie Männer erkranken. Während eines 2. Altersgipfels in der 6.–7. Lebensdekade erkranken mehr Männer. Schwere myasthene Krisen treten bei optimaler Behandlung nur bei ca. 2,5 % aller Erkrankten auf.

Begleiterkrankungen

Die Myasthenie tritt in ca. 10–15 % als paraneoplastische Erkrankung bei Thymustumor auf. Andere häufig assoziierte Erkrankungen sind:

- Schilddrüsenerkrankungen (zumeist M. Basedow oder Hashimoto-Thyreoiditis; sowohl eine hypo- wie auch eine hyperthyreote Stoffwechsellage kann die Myasthenie verstärken)
- rheumatoide Arthritis
- Diabetes mellitus Typ I
- SLE und andere Autoimmunerkrankungen

Eine Assoziation mit HLA-B8 und -DR3 spricht für eine immungenetische Disposition der Patienten.

Symptome

Klinisches Leitsymptom der Myasthenie ist die belastungsabhängige Muskelschwäche der quergestreiften Skelettmuskulatur. Schwerpunktmäßig beteiligt sein können:

- Augenmuskulatur (Doppelbilder, Ptosis)
- Rachen- und Schlundmuskulatur (Dysphagie, Dysarthrie)
- Atemmuskulatur (Luftnot bis zur Beatmungspflicht)
- rumpfnahe Extremitätenmuskulatur

Bei mehr als 50 % der Patienten beginnt die Erkrankung mit Symptomen der Augenmuskulatur und breitet sich dann im Verlauf zumeist symmetrisch aus. Eine Beteiligung des sensiblen und des autonomen Nervensystems gehört nicht zum Krankheitsbild. Zumeist sind die Beschwerden morgens schwächer ausgeprägt und nehmen im Tagesverlauf belastungsabhängig zu. Eine akute Verschlechterung kann u. a. durch einen Infekt oder bestimmte Medikamente ausgelöst werden. Ein klinischer Summenscore (▶ Tab. 25.3) erlaubt die quantitative Erfassung der Muskelschwäche und damit auch eine Verlaufskontrolle unter der Therapie.

Diagnostik

Die klinische Symptomatik ist zumeist typisch und erlaubt die Diagnose, die zudem zusatzdiagnostisch durch den laborchemischen Nachweis der Acetylcholin-Rezeptor-Antikörper unterstützt werden kann. Die absoluten Titer der Antikörper korrelieren nicht mit dem Schweregrad und der Ausprägung der Symptome, individuell korreliert der Titer jedoch gut mit dem Verlauf und eignet sich damit auch zur Therapiekontrolle.

Die intravenöse Gabe eines kurzwirksamen Acetylcholinesterase-Inhibitors (z. B. Edrophonium Chlorid), ggf. placebokontrolliert, führt nach 20–30 s zu einer raschen, wenige Minuten anhaltenden Verbesserung der Muskelkraft an schwerpunktmäßig betroffenen Muskelgruppen (vgl. Brandt et al. 2000). Elektrophysiologisch kann bei repetitiver Nervstimulation (10 Reize mit einer Frequenz von 3 Hz) ein Dekrement als Zeichen der abnormen Muskelermüdbarkeit (z. B. über dem M. trapezius bei Stimulation des N. accessorius) nachgewiesen werden. Ein Thorax-CT sollte zur Frage Thymom erfolgen.

Komplikationen

Merke

Das Eintreten einer myasthenen Krise mit respiratorischer Insuffizienz und Aspirationsgefahr (Schwäche der Atem- und Schluckmuskulatur) erfordert eine sofortige intensivmedizinische Behandlung.

Der häufigste Auslösefaktor einer myasthenen Krise ist bei langfristig immunsupprimierten Patienten eine Infektion. Wichtige Differentialdiagnose ist die cholinerge Krise (S. 538), die ebenfalls zu respiratorischer Insuffizienz führen kann.

▶ **Sofortmaßnahmen.** Wichtigste Sofortmaßnahme ist die Freihaltung der Atemwege und Gewährleistung der Sauerstoffzufuhr. Falls sich die respiratorische Funktion durch Acetylcholinesterase-Inhibitoren nicht deutlich bessern lässt, muss eine respiratorische Unterstützung einsetzen. Während der assistierten Beatmung wird die intravenöse Therapie fortgesetzt.

▶ **Antibiotische Therapie.** Bei der antibiotischen Therapie eines auslösenden Infektes sollten Aminglykoside, Clindamycin, Lincomycin, Polypeptidantibiotika, Tetrazykline, Gyrasehemmer, Sulfonamide und hochdosierte Penicilline vermieden werden. Häufig finden Cephalosporine der 3. Generation Anwendung. Listen der Medikamente, die eine Myasthenie verstärken können, finden sich in der einschlägigen Literatur (z. B. Brandt et al. 2007). Gleiches gilt für die Wechselwir-

kungen zwischen Myasthenie und Narkose, die beachtet werden müssen. Trotz aller Maßnahmen liegt auch heute die Mortalität der myasthenen Krise noch bei 8–13 %.

Therapie

Die Behandlung der Myasthenie folgt 2 Prinzipien:

- Behandlung mit Acetylcholinesterase-Inhibitoren
- Behandlung mit immunsuppressiven Substanzen

Behandlung mit Acetylcholinesterase-Inhibitoren

Die symptomatische Behandlung mit Acetylcholinesterase-Inhibitoren soll die neuromuskuläre Übertragung verbessern. Wichtig ist hierbei die Beachtung der Äquivalenzdosen bei oraler und parenteraler Applikation der verschiedenen Wirkstoffe (z. B. Pyridostigmin und Prostigmin), denn eine massive Überdosierung der Inhibitoren führt zu einem Überangebot an Acetylcholin mit Desensibilisierung der Rezeptoren und hieraus folgender Muskelschwäche mit generalisiertem Faszikulieren.

► **Cholinerge Krise.** Diese „cholinerge Krise" bei Überdosierung muss differentialdiagnostisch von der myasthenen Krise bei Unterdosierung unterschieden werden. Die Symptome der Überdosierung beruhen auf der gleichzeitigen Stimulation des muskarinischen Rezeptors und betreffen

- den Gastrointestinal- und Respirationstrakt (Übelkeit, Erbrechen, Diarrhö, Spasmen, Hypersalivation, vermehrte Bronchialsekretion),
- die Augen (Miosis, Tränen) und
- das kardiovaskuläre System.

Behandlung mit immunsuppressiven Substanzen

Die Autoantikörperneubildung soll durch immunsuppressive Substanzen (z. B. Glukokortikosteroide, Azathioprin, Ciclosporin A, Cyclophosphamid, hochdosierte intravenöse Immunglobulingabe) vermindert werden. Akut zirkulierende Autoantikörper können mit der Plasmapherese oder Immunadsorption rasch aus dem Organismus entfernt werden. Diese Maßnahme findet bei rascher Progredienz oder einer myasthenen Krise ihre Anwendung, hat jedoch ohne parallel hierzu eingeleitete immunsuppressive Therapie nur eine passagere Wirkung. In der Regel wird die Plasmapherese/Immunadsorption im Rahmen des Intensivstationsaufenthaltes durchgeführt.

Transsternale Thymektomie

Die transsternale Thymektomie erfolgt in aller Regel elektiv bei definierten Indikationen im Intervall und hat eine Mortalität von weniger als 1 %. Mit diesen Therapieprinzipien kann bei fast allen Patienten eine (nahezu) vollständige Remission ohne wesentliche Einschränkung des Alltags erreicht werden.

25.3 Leseservice

25.3.1 Literatur

Neurochirurgische Erkrankungen

Alderson P et al. Therapeutic hypothermia for head injury. Cochrane Database Syst Rev 2004; 4: CD001 048

Bracken M, Holford TR. Effects of timing of methylprednisolone or naloxone administration on recovery of segmental and long-tract neurological function in NASCIS 2. J Neurosurg 1993; 79: 500

Bracken MB. Methylprednisolone and acute spinal cord injury: an update of the randomized evidence." Spine 2001; 26: 47

Ducker TB, Zeidman SM. Spinal cord injury. Role of steroid therapy. Spine 1994; 19: 2281

Gadkary CS et al. Therapeutic hypothermia for head injury. Cochrane Database Syst Rev 2002; 1: CD001 048

Hall ED, Springer JE. Neuroprotection and Acute Spinal Cord Injury: A Reappraisal. Neurorx 2004; 1: 80

Henne-Bruns D. Chirurgie. Duale Reihe. 4. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2012

Hosten N, Liebig T. Computertomographie von Kopf und Wirbelsäule. 2. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2011

Hunt WE, Hess RM. Surgical risk as related to time of intervention in the repair of intracranial aneurysms. J Neurosurg 1968; 28: 14

Hurlbert RJ. Methylprednisolone for acute spinal cord injury: an inappropriate standard of care. J Neurosurg 2000; 93: 1

Hutchinson PJ, Kirkpatrick PJ. Decompressive craniectomy in head injury. Curr Opin Crit Care 2004; 10: 101

Lammertse DP. Update on pharmaceutical trials in acute spinal cord injury. J Spinal Cord Med 2004; 27: 319

Medele RJ et al. Therapy of subarachnoid hemorrhage. First aid already on site!. MMW Fortschr Med 2000; 142: 29

Piek J. Decompressive surgery in the treatment of traumatic brain injury. Curr Opin Crit Care 2002; 8: 134

Raabe A et al. Recommendations for the management of patients with aneurysmal subarachnoid hemorrhage. Zentralbl Neurochir 2005; 66: 79

Rinkel G et al. Calcium antagonists for aneurysmal subarachnoid haemorrhage. Cochrane Database

Neurologische Erkrankungen

Bertram M et al. Intensivpflege von Patienten mit Guillain-Barré-Syndrom. Intensivmed 2000; 37: 239

Beyenburg S et al. Therapie des generalisierten tonisch-klonischen Status epilepticus im Erwachsenenalter. Nervenarzt 2000; 71: 65

Brandt T et al. Therapie und Verlauf neurologischer Erkrankungen. 5. Aufl. Stuttgart: Kohlhammer; 2007

Deutsche Gesellschaft für Neurologie DGN e. V. Leitlinien. Im Internet: www.dgn.org/; Stand: 04.06.2014

Kiefer R, Ringelstein EB. Myasthene Krise und Intensivtherapie der Myasthenia gravis. Z Herz- Thorax- Gefäßchir 1998; 12: 276

Weimar C et al. Behandlung des ischämischen Schlaganfalls in 14 neurologischen Stroke Units. Nervenarzt 2002; 73: 342

Wittbrodt ET. Drugs and myasthenia gravis. An update. Arch Intern Med 1997; 157: 399

Regelmäßig erscheinende Zeitschriften

Neurologische Intensivmedizin Aktuell. Hrsg. DGNI. Im Internet: http://www.dgni.de;

Intensivmedizin und Notfallmedizin. Darmstadt: Steinkopff

25.3.2 Kontakt- und Internetadressen

Neurologische Erkrankungen

http://www.dgm.org (Deutsche Gesellschaft für Muskelkranke e. V.)

http://www.dgn.org (Deutsche Gesellschaft für Neurologie DGN e. V.)

http://www.dgni.de/ (Deutsche Gesellschaft für Neurologische Intensiv- und Notfallmedizin, DGNI)

http://www.dmg-online.de (Deutsche Myasthenie Gesellschaft e. V.)

http://www.gbs-cidp.org (Guillain-Barré-Syndrome Foundation International)

http://www.ligaepilepsie.org (Internationale Liga gegen Epilepsie – Deutsche Sektion)

http://www.dsg-info.de (Deutsche Schlaganfall-Gesellschaft)

http://www.schlaganfall-hilfe.de (Stiftung Deutsche Schlaganfall-Hilfe)

Kapitel 26

Intensivmedizinische Versorgung von Patienten mit onkologischen Erkrankungen

26.1 Grundlagen der Tumorbiologie *540*

26.2 Onkologische Notfälle *542*

26.3 Leseservice *545*

26 Intensivmedizinische Versorgung von Patienten mit onkologischen Erkrankungen

Martin B. Steins

26.1 Grundlagen der Tumorbiologie

Die Entstehung onkologischer Erkrankungen beruht prinzipiell auf dem unkontrollierten Wachstum körpereigener Zellen mit Kompression und/oder Infiltration von gesundem Gewebe und Organen. Aufgrund des ungehemmten malignen Zellwachstums besteht das Risiko der weiteren Ausbreitung im Körper mit Ausbildung von Tochtergeschwülsten (Metastasen). Als Auslöser eines solchen malignen Zellwachstums sind mittlerweile eine Vielzahl von Genveränderungen bekannt, die in den Tumorzellen entweder zu einer Funktionssteigerung (durch Aktivierung von Onkogenen) oder zu einem Funktionsverlust (durch Verlust von Tumorsuppressor-Genen) führen. Diese Krebsgene können zwar vererbt sein und damit ein erhöhtes Risiko für das Ausbrechen einer Tumorerkrankung bedeuten, häufig sind diese Veränderungen aber spontan entstanden bzw. bedürfen weiterer Faktoren, bis es zu einer manifesten Erkrankung kommt. Aus epidemiologischen Erhebungen ist bekannt, dass für das Entstehen onkologischer Erkrankungen häufig exogene Risiken entscheidenden Einfluss haben. Hierzu zählen:

- Tabakkonsum
- übermäßiger Alkoholkonsum
- Ernährungsgewohnheiten
- übermäßige Sonnenexposition
- Sexualverhalten

26.1.1 Solide Tumorerkrankungen

Definition

Solide Tumoren lassen sich zumeist einem Organ- oder Gewebesystem zuordnen, von dem sie als Primärtumor ihren Ausgang nehmen und sich bei Fortschreiten über Lymphbahnen (lymphogen) und/oder über die Blutbahn (hämatogen) ausbreiten. Abhängig von der Zugehörigkeit des ursprünglichen Tumorgewebes unterscheidet man u. a.:

- Karzinome (bei Ausgang von [Drüsen-]Epithel)
- Sarkome (mit Ursprung im Binde- und Stützgewebe)
- Teratome und Seminome (bei Entstehung im embryonalen oder Keimdrüsengewebe)

Stadieneinteilung

Die Beschreibung und Festlegung der Krankheitsausbreitung erfolgt bei soliden Tumoren zumeist nach der international gültigen **TNM-Klassifikation**. Dabei steht

- **T** für die Ausdehnung des primären Tumors (T0–T4),
- **N** wie Nodus lymphaticus für den Befall der lokoregionären Lymphknotenstationen (N0–N3) und
- **M** wie Metastase(n) für das Fehlen oder Vorhandensein von Fernmetastasen (M0 oder M1).

Das TNM-Stadium ist entscheidend für Therapie und Prognose der jeweiligen Tumorerkrankung. Grundsätzlich ist die Prognose bei soliden Tumoren umso besser, je niedriger das Tumorstadium und je geringer die Krankheitsausbreitung ist.

Häufigkeit

Aus Krebsstatistiken geht hervor, dass der weitaus größte Anteil von Tumorerkrankungen auf Karzinomleiden (Lungen-, Darm-, Brust- und Prostatakrebs) zurückzuführen ist. In Deutschland geht ungefähr jeder 4. Todesfall auf ein Tumorleiden zurück. Damit sind Neoplasien nach den Herz-/Kreislauferkrankungen die zweithäufigste Todesursache.

Diagnostik

Führend für die Krebsdiagnostik ist die Gewinnung von Tumorgewebe durch endoskopische Verfahren, Punktionen oder diagnostische Operationen, um ausreichend Gewebe für die feingewebliche (histologische) Einordnung durch den Pathologen zu erhalten. Im Weiteren orientieren sich die diagnostischen Maßnahmen an den tumortypischen Metastasierungswegen, um Tumorausbreitung und Stadienklassifikation möglichst genau erfassen zu können. Hier stehen standardisierte bildgebende Verfahren, wie Computer- und Magnetresonanztomografien oder nuklearmedizinische Untersuchungen, zur Verfügung.

Therapie

Die jeweilige Tumortherapie entscheidet sich nach Festlegung von Histologie und Stadium. Für den einzelnen Patienten muss nach Vorlage dieser Krankheitsdaten beurteilt werden, inwieweit ein kurativer Ansatz mit dem Ziel der Heilung möglich ist oder palliative Therapieoptionen im Vordergrund stehen, die auf Lebensverlängerung und Symptomkontrolle ausgerichtet sind, eine Heilung aber nicht erwarten lassen können. Grundsätzlich stehen an Optionen in der onkologischen Therapie zur Verfügung:

- Operation
- Strahlentherapie
- medikamentöse Systemtherapien, und zwar
  - Zytostatikatherapien
  - antihormonelle Therapien
  - sog. zielgerichtete (targeted) Therapien (Antikörpertherapien, Enzymhemmstoffe)
  - unterstützende (supportive) Therapien

26.1.2 Leukämien

Definition

Von den soliden Tumorerkrankungen wird die Gruppe der hämatoonkologischen Krankheiten als Leukämien und maligne Lymphome abgegrenzt. Unter Leukämien versteht man neoplastische Erkrankungen des blutbildenden Systems, die durch die Expansion eines einzelnen, malignen Zellklons entstehen.

Der Begriff *Leukämie* („weißes Blut“) wird besonders anschaulich durch eine weiß-graue Zellschicht, die nach Zentrifugieren oder Absetzen von antikoaguliertem Blut zu erkennen ist und auf die deutlich erhöhte Masse an Leukozyten, also den weißen Blutkörperchen, zurückzuführen ist. Diese Beobachtung findet sich allerdings nicht bei allen Patienten, sondern ist von der Menge der aus dem Knochenmark ausgeschwemmten leukämischen Zellen abhängig. Diagnostisch entscheidend ist das Knochenmark als Ursprungsort der Erkrankung (▶ Abb. 26.1). Maligne Lymphome entstehen dagegen primär im lymphatischen System, zu denen Lymphknoten, Lymphbahnen, Thymusdrüse und Milz gehören.

Formen

Bei der Unterteilung werden abhängig vom Krankheitsverlauf *akute* von *chronischen* Leukämien unterschieden. Hierbei nehmen die akuten Formen als leukämische Blasten ihren Ausgang von unreifen

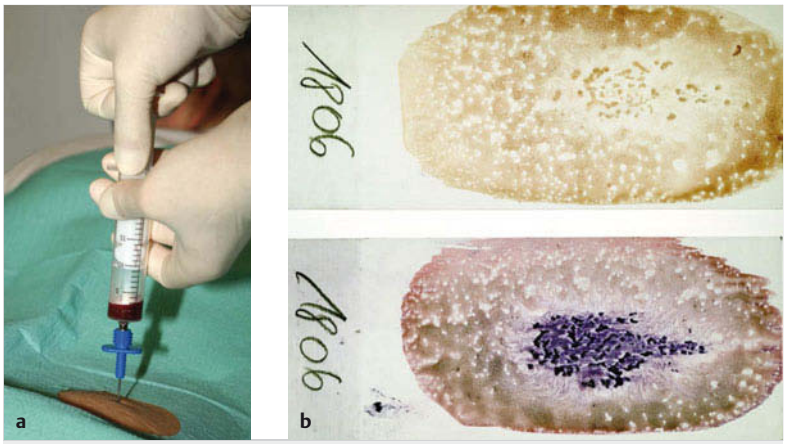


Abb. 26.1 Knochenmarkdiagnostik. (M. B. Steins)
a Aspiration von Knochenmark nach Beckenkammpunktion.
b Ausgestrichene Knochenmarkbröckel vor und nach der Färbung.

Vorläuferzellen der Blutbildung und gehen aufgrund ihrer hohen Zellteilungsrate mit einem raschen Krankheitsprogress einher, der unbehandelt in wenigen Tagen bis Wochen zum Tode führen würde. Chronische Formen zeigen dagegen einen langsameren Verlauf mit gesteigerter, aber noch ausreifender Entwicklung der betroffenen Zellreihen und einer vergleichsweise geringeren Wachstumstendenz sowie einem Krankheitsverlauf über Jahre. Zusätzlich werden Leukämien je nach der morphologischen Zuordnung des malignen Zellklons zum Knochenmark- oder lymphatischen System als *myeloisch* oder *lymphatisch* charakterisiert.

Zusammenfassend werden also Leukämien eingeteilt in die Entitäten:
- akute myeloische Leukämie (AML)
- akute lymphatische Leukämie (ALL)
- chronische myeloische Leukämie (CML)
- chronische lymphatische Leukämie (CLL)

Häufigkeit

Die beiden akuten Leukämieformen treten mit einer Häufigkeit von jeweils ca. 2–4 Erkrankungen pro 100 000 Einwohner und Jahr auf. Dabei ist die ALL mit bis zu 80 % die typische Leukämie im Kindesalter, 20 % der an akuter Leukämie erkrankten Kinder leiden an der myeloischen Form. Bei Erwachsenen ist dieses Verhältnis umgekehrt. Chronische Leukämien kommen im Kindesalter selten vor. Die CML findet sich zumeist im mittleren Erwachsenenalter mit einer Häufigkeit von 1–2 Patienten pro 100 000 Einwohner und Jahr. Die CLL dagegen hat ihren Altersgipfel deutlich später im 7. Lebensjahrzehnt und kommt mit einer Inzidenz von 3–4 Patienten pro 100 000 Einwohner und Jahr vor.

Risikofaktoren

Bei der Mehrheit der Patienten tritt eine Leukämie aus voller Gesundheit heraus auf, ohne dass leukämiespezifische Risikofaktoren offensichtlich sind. Man spricht dann, besonders auch bei der AML, von *de novo*-Leukämien und meint damit Ersterkrankungen ohne unmittelbar erkennbare Ursache. Im Unterschied dazu finden sich bei den sekundären Krankheitsformen leukämogene Vorerkrankungen, wie vorbestehende Knochenmarkstammzelldefekte, sog. Myelodysplasien, oder leukämietypische Vorgeschichten, wie Exposition gegenüber krebsauslösenden Chemikalien bzw. vorausgegangene Chemo- oder Strahlentherapien.

Bei einem Teil der Leukämien lassen sich genetische Veränderungen innerhalb des malignen Zellklons nachweisen, die grundsätzlich auf eine genetische Instabilität dieser Zellen hinweisen. Hierauf beruht möglicherweise das mit dem Lebensalter zunehmende Leukämierisiko. Auch ein multifaktorieller Einfluss von Umweltfaktoren mag zur Entwicklung eines malignen Zellklons beitragen.

Symptome und Krankheitscharakteristika

Symptomatisch fallen akute, unbehandelte Leukämien aufgrund des raschen Krankheitsverlaufs durch die klinischen Zeichen einer Knochenmarkschwäche auf. Diese führen durch den Mangel an funktionstüchtigen Leukozyten zu einer erhöhten Infektanfälligkeit, besonders gegenüber Bakterien und Pilzerregern. Die gestörte Produktion von Blutplättchen verursacht eine vermehrte Blutungsneigung in Form von Schleimhautblutungen (Mund, Nase) sowie punktförmigen (petechialen) Blutungen, vorzugsweise an den Orten eines erhöhten Gefäßdrucks, wie den unteren Extremitäten (▶ Abb. 26.2). Die Reduktion der erythrozytenbildenden Knochenmarkreihe führt schließlich zur Anämie.

Abb. 26.2 Millimetergroße Blutpunkte (Petechien). (M. B. Steins)
a am Unterschenkel.
b an Mundschleimhaut (zum Größenvergleich siehe abgebildeten Daumen an der rechten Wangenseite vor geöffnetem Mund).

Diagnostik

Da Leukämien als Erkrankung des hämatopoetischen Systems das Knochenmark als zentrales Organ der Blutbildung betreffen, ist eine Beckenkamm- oder Sternalpunktion mit Aspiration von Knochenmark zur genauen Diagnosestellung und Klassifikation der jeweiligen Leukämieform unumgänglich (▶ Abb. 26.3). Neben den rein morphologischen Kriterien dienen Untersuchungen zur zellulären Enzymaktivität (Zytochemie) und zur Bestimmung von Zelloberflächenmarkern (Immunphänotypisierung) der weiteren Einordnung. Chromosomale sowie molekulargenetische Analysen der leukämischen Blasten tragen zur Beurteilung der Krankheitsprognose bei. Besonders bei chronischen Leukämien ist zusätzlich zur reinen Zellanalyse auch eine Untersuchung des markhaltigen Knochengewebes sinnvoll, das über eine Stanzbiopsie am Beckenkamm gewonnen wird.

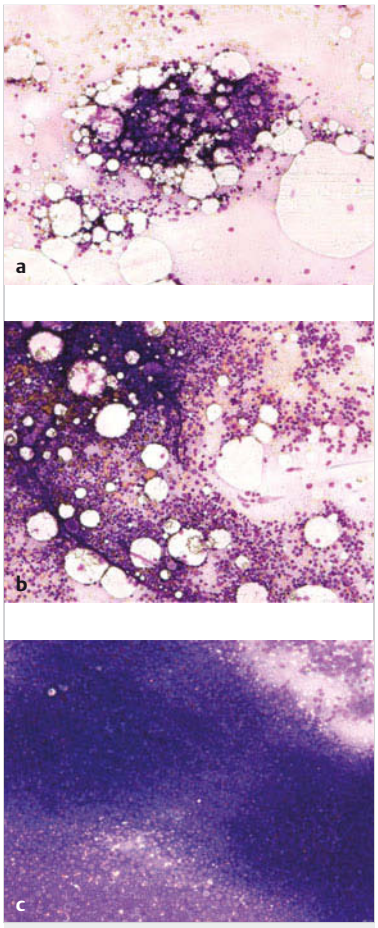


Abb. 26.3 Knochenmarkbröckel mit **a** verminderter, **b** normaler und **c** vermehrter Zelldichte. Auffällig ist der reduzierte Zellgehalt, z. B. bei Aplasie als Chemotherapiefolge (**a**) sowie der hohe Grad der Zellinfiltration bei Leukämie (**c**). (M. B. Steins)

Therapie

Therapieziel bei den akuten Leukämien ist zunächst mittels Chemotherapie, die leukämische, rasch wachsende Blastenpopulation zu beseitigen und mit der nachfolgenden Regeneration der normalen Blutbildung Krankheitsfreiheit zu erreichen. Nach Induktion einer solchen Remission wird mit weiteren *Chemotherapiekursen* versucht, diesen Zustand zu konsolidieren und zu erhalten, um die Erkrankung langfristig heilen zu können. Alternativ kommt nach Erreichen einer Blastenfreiheit auch eine allogene Knochenmarktransplantation in Betracht, falls ein passender Knochenmarkspender identifiziert ist, ein erhöhtes Leukämierückfallrisiko bei konventioneller Chemotherapie besteht und der Patient in einem transplantablen Zustand ist. Im Unterschied zu den akuten Formen bleibt bei den chronischen Leukämien die Differenzierungsfähigkeit der Zellen erhalten. Chemotherapeutisch steht die Reduktion der Zellmasse im Vordergrund. Bei der CML konnten langfristigere Remissionen und Eradikationen des malignen Zellklons mit Interferon- und v. a. mit Imatinib (Handelsname: Glivec), einem Enzymhemmer eines CML-typischen Stoffwechselweges, erreicht werden. Dieser Hemmstoff blockiert das Enzym Tyrosinkinase, das die Funktion bestimmter Empfängerproteine von Wachstumsfaktoren reguliert. Im Erkrankungsfall ist die Aktivität dieses Enzyms gesteigert und wird erst durch die Enzyminhibition gebremst. Zwischenzeitlich sind weitere Enzyminhibitoren dieses Stoffwechselweges entwickelt worden, die ggf. auch im Falle von Resistenzen oder Intoleranzen gegenüber der Vortherapie eingesetzt werden können.

Die bisher einzig gesicherte Therapieform der CML mit dem Ziel der endgültigen Heilung ist aber die allogene Knochenmarktransplantation.

26.2 Onkologische Notfälle

Zu Notfallsituationen mit intensivmedizinischer Behandlungsnotwendigkeit kann es bei malignen Erkrankungen sowohl aufgrund direkter Tumorwirkung wie auch angesichts von indirekten tumorassoziierten Stoffwechselreaktionen oder gar durch therapiebedingte Risiken kommen. Solche Notfälle können ausgelöst werden durch:

- Tumorkompression bzw. -infiltration lebenswichtiger Organe
- Überlastung des Körpers durch Tumorzell-Zerfall
- indirekte Tumorwirkungen (z. B. Ausschüttung von Zytokinen, Entzündungsreaktionen)
- Nebenwirkungen von Zytostatikatherapien (besonders Infektionen)

26.2.1 Obere Einflussstauung

Definition

Eine obere Einflussstauung (auch: Vena-cava-superior-Syndrom, ▶ Abb. 26.4) ist eine venöse Abflussstauung im Bereich der oberen Hohlvene (Vena cava superior), die durch eine Thrombose und/oder einen von außen auf die Hohlvene drückenden, zumeist tumorösen Prozess ausgelöst wird. Hierdurch wird die venöse Strombahn zum Herzen verlegt, was zum Rückstau und zur Drucksteigerung in den venösen Gefäßen des Kopfes, Halses, der oberen Extremitäten und des oberen Brustkorbes führt.

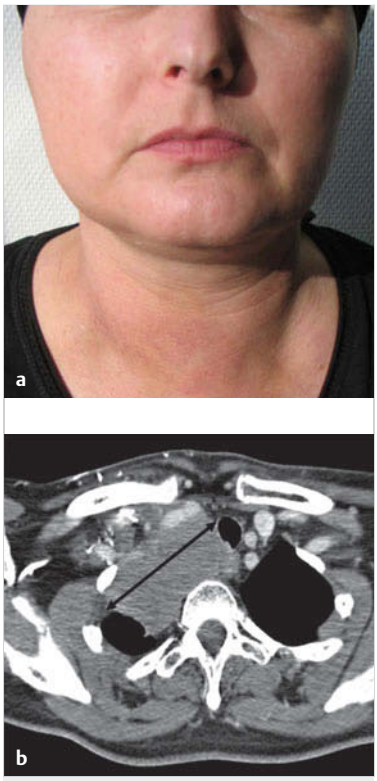


Abb. 26.4 Obere Einflussstauung. (M. B. Steins)
a Klinisches Erscheinungsbild mit rechts betonter Gesichtsschwellung.
b Korrespondierendes CT-Bild mit rechtsseitigem, 7 cm (↔) großen Lungentumor im oberen Brustkorb.

Häufigkeit

Die häufigste tumoröse Ursache stellen hierbei mit 70 % Lungenkarzinome dar, gefolgt von malignen Lymphomen, mediastinalen Keimzelltumoren oder Thymustumoren. Auch katheterinduzierte Thrombosen bei liegenden zentralen Venenkathetern oder Port-a-cath-Systemen sind für onkologische Patienten mit ihrer generell erhöhten tumorbedingten Thromboseneigung ein mögliches Stauungsrisiko.

Symptome

Die Symptomatik einer oberen Einflussstauung entwickelt sich zwar langsam, aber fortschreitend und kann für die betroffenen Patienten ab einem gewissen Grad der Veneneinengung subjektiv recht akut auftreten. Die klinischen Zeichen der Stauung können sich manifestieren als:

- sichtbare Venenerweiterungen im Kopf-/ Halsbereich
- Gesichts- und Halsschwellungen
- Schluckstörungen
- Armschwellungen

- Reizhusten
- Luftnot
- Brustkorbschmerzen
- selten: ZNS-Störungen

Diagnostik

Wichtigste diagnostische Maßnahme ist die Computertomografie des Brustkorbes mit Kontrastmittelgabe (▶ Abb. 26.4b), um intrathorakale Raumforderungen erkennen und den Verlauf der oberen Hohlvene beurteilen zu können. Bei Erstmanifestation eines noch unklaren Tumorleidens ist im Weiteren die histologische Sicherung des Befundes für die nachfolgende Therapiewahl relevant. Hierzu bedient man sich mit möglichst wenig invasivem Aufwand für den Patienten je nach Erreichbarkeit des Befundes der Bronchoskopie, Mediastinoskopie oder Sonografie- bzw. CT-gesteuerten Punktion von tumorverdächtigen Strukturen. Selten ist eine Probethorakotomie zur Befundabklärung notwendig.

Therapie

Oberkörperhochlagerung und Sauerstoffzufuhr zählen zu den allgemeinen pflegerischen Maßnahmen bei oberer Einflussstauung. Als allgemeine medikamentöse Therapien kommen in Frage:

- Heparingabe (wegen erhöhtem Thromboserisiko),
- vorsichtige Diurese (als antiödematöse Therapie),
- Kortikosteroid-Gabe (als antientzündliche Therapie), falls keine Verschleierung der histologischen Diagnostik, besonders bei malignen Lymphomen, droht.

Merke

Die tumorspezifischen Therapieoptionen sind abhängig von dem histologischen Gewebetyp und umfassen eine lokale Strahlentherapie oder eine systemische Chemotherapie, falls die Tumorart sehr Chemotherapie-empfindlich ist und damit ein rasches Ansprechen erwartet werden darf. Bei unzureichender Tumorreaktion auf Chemo- oder Strahlentherapie kann auch die Implantation eines Metallstents in die obere Hohlvene eine sinnvolle Maßnahme sein.

26.2.2 Leukostase-Syndrom

Definition

Das Leukostase-Syndrom ist eine Zunahme der Blutviskosität durch extrem hohe Leukozytenzahlen (> 150 000/µl) mit Ausbildung von Leukozytenthromben und Verlegung der Kapillargefäße in den Organen.

Häufigkeit

Aufgrund der Größe von Leukozyten und deren Vorläuferzellen kann es das Erstsymptom bei akuten oder chronischen myeloischen Leukämien darstellen. Dieses Krankheitsphänomen droht v. a. dann, wenn vermehrt leukämische Zellen aus dem Knochenmark an das periphere Blut ausgeworfen werden.

Symptome

Die Symptome sind Folge des behinderten und verzögerten Blutflusses in den kapillären Endstrombahnen der verschiedenen Organe und Gewebe. Es kann kommen zu:

- Kopfschmerzen
- neurologischen Ausfällen
- Sehstörungen
- Herzbeschwerden
- Atembeschwerden
- Niereninsuffizienz
- Thrombosen

Diagnostik

Die Diagnostik ist einfach, ein erster begründeter Verdacht auf ein Leukostase-Syndrom ergibt sich bereits im Blutbild mit der Leukozytenzahl. Zur weiteren Einordnung ist ein Differenzialblutbild notwendig. Die genaue Diagnosestellung der Grunderkrankung erfolgt dann aus dem Knochenmark.

Therapie

Wichtigste Notfallmaßnahme ist neben der Flüssigkeitssubstitution die rasche Reduktion der Leukozytenzahl mittels Leukapherese an einem Zellseparator. Hierdurch wird zunächst ein Teil der überschüssigen Leukozyten aus dem Blutstrom entfernt. Den wichtigsten Behandlungsschritt zur Reduktion der sich nachbildenden leukämischen Zellen stellt dann mit Sicherung der Diagnose die zytotoxische Chemotherapie der leukämischen Grunderkrankung dar.

26.2.3 Neurologische Komplikationen

Ursachen

Neurologische Notfälle können einerseits bedingt sein durch direkte Tumorkompression innerhalb des zentralen Nervensystems (z. B. Rückenmarkskompression) oder Infiltration der Hirnhäute (z. B. durch Leukämie- oder Lymphomzellen), andererseits durch die intrakranielle Drucksteigerung bei Hirnmetastasen, da mit der Ausbildung von Hirnmetastasen vielfach auch ein Begleitödem auftritt (▶ Abb. 26.5).

Häufigkeit

Das Risiko, dass sich im Verlauf einer Tumorerkrankung Hirnmetastasen entwickeln, steigt mit zunehmender Erkrankungsdauer. Es liegt am höchsten beim kleinzelligen Lungenkarzinom mit Raten bis 30 %. Des Weiteren zeigen neben dem Lungenkrebs auch Mammakarzinome und Melanome eine gehäufte Tendenz zur Hirnmetastasierung. Das hohe Infiltrationsrisiko der Hirnhäute ist besonders bei akuten lymphatischen Leukämien in der Therapie zu berücksichtigen.

Symptome

Die Symptome sind abhängig von der Metastasenlokalisation, der Ausprägung eines begleitenden Ödems und der Geschwindigkeit des intrakraniellen Druckanstieges. Typisch sind

- Kopfschmerzen (bei Hirnhautbeteiligung auch Meningismus)
- Übelkeit und Erbrechen
- lokale neurologische Ausfälle
- Krampfanfälle
- Bewusstseinstörungen
- psychische Veränderungen

Abb. 26.5 Hirnmetastasen (→) im Schädel-CT mit typischer Kontrastmittelanreicherung bei Ödem. (M. B. Steins)

Diagnostik

Neben der neurologischen Untersuchung ist die Bildgebung des Schädels oder der Wirbelsäule mittels Computertomografie entscheidend (▶ Abb. 26.5). Bei unklaren Befunden ist die Magnetresonanztomografie in der Detektierbarkeit von Raumforderungen oder Hirnhautinfiltrationen dem CT überlegen. Zur Abklärung eines Hirnhautbefalles ist nach vorherigem Ausschluss eines erhöhten Hirndruckes eine lumbale Punktion des Liquors mit zytologischer Untersuchung indiziert.

Therapie

Zu den allgemeinen Pflegemaßnahmen bei Hirnödemen gehört die 30°-Hochlagerung des Oberkörpers. Medikamentös erfolgt eine symptomatische Hirndrucksenkung mit Dexamethason und Mannitol-Infusionen, bei Krampfanfällen ist eine antikonvulsive Therapie einzuleiten. Die wichtigste Behandlungsoption gegen die Tumormanifestationen ist dann die Strahlentherapie als Radiatio des Schädels oder der betroffenen Rückenmarksareale. Bei solitären Befunden ist auch eine neurochirurgische Resektion zu erwägen, insbesondere wenn die Tumorerkrankung außerhalb des ZNS kontrolliert ist, der Allgemeinzustand des Patienten dies zulässt oder eine rasche Entlastung besonders bei Rückenmarkskompression eine prognostisch günstige Entwicklung der Symptomatik erwarten lässt. Bei generalisiertem Befall der Hirnhäute ist eine Instillation von Chemotherapeutika über wiederholte therapeutische Lumbalpunktionen, ggf. auch über eine Ventrikeldrainage, indiziert.

26.2.4 Tumorlyse-Syndrom

Definition

Unter dem Tumorlyse-Syndrom versteht man die Gesamtheit verschiedener Stoffwechselstörungen, die durch einen raschen, massiven Tumorzell-Zerfall mit Freisetzung von intrazellulären Zellabfallprodukten in den Extrazellularraum ausgelöst werden. Hierzu gehören v. a. Harnsäure und Kalium, in deren Folge es zu Nierenfunktionsstörungen, einer metabolischen Azidose und Hyperkaliämie kommt.

Häufigkeit

Ein Tumorlyse-Syndrom droht v. a. bei onkologischen Erkrankungen mit einer schnell wachsenden Tumorzellpopulation und hoher Tumorlast, wie dies bei Leukämien, hoch aggressiven Lymphomen, Keimzelltumoren oder bei dem kleinzelligen Lungenkarzinom häufig vorliegt. Dabei entwickelt sich das Syndrom zumeist erst mit Einleitung der Chemotherapie, da zu diesem Zeitpunkt die größte Masse der Tumorzellen als Folge der wirksamen Therapie zerfällt.

Symptome

Die Symptomatik ist Folge der Überschwemmung des Körpers mit den freigesetzten Zellabfallprodukten und überlasteter Ausscheidung. Es kann kommen zu:

- Nierenfunktionsstörungen bis hin zum Nierenversagen
- Ödemneigungen
- Herzrhythmusstörungen
- Muskelkrämpfen
- zerebralen Anfällen

Diagnostik

Die Diagnostik orientiert sich besonders in der Initialphase einer Chemotherapie bei gefährdeten Patienten an engmaschigen Kontrollen der Nierenretentionswerte und Elektrolytkonzentrationen im Serum sowie an der Messung des Urin-pH-Wertes. Zur besseren Überwachung der Hydrierung ist eine Kontrolle der Ein- und Ausfuhrmengen mit täglicher Bestimmung des Körpergewichtes sinnvoll.

Therapie

Bei Patienten mit erhöhter Risikokonstellation für das Auftreten eines Tumorlyse-Syndroms sollte bereits prophylaktisch der Harnsäurespiegel durch Enzymhemmer des Harnsäurestoffwechsels gesenkt werden. Hierzu stehen die Wirkstoffe Allopurinol und Rasburicase zur Verfügung. Auf eine ausreichende Hydrierung ist zu achten. Bei erhöhten Harnsäurewerten ist zusätzlich eine Harnalkalisierung mittels oraler Uralyt-Einnahme oder intravenöser Natriumbikarbonat-Gabe sinnvoll, um die Löslichkeit von Harnsäure mit einem Urin-pH-Wert um 7,5 zu steigern. Bei Anzeichen von Tumorlyse ist eine frühzeitige Intensivierung der Therapiemaßnahmen einschließlich Kaliumsenkung, Forcierung der Diurese bis hin zur Dialyse unter intensivmedizinischer Überwachung notwendig.

26.2.5 Hyperkalzämie

Definition

Tumorbedingte Hyperkalzämien sind Zustände, die durch eine vermehrte Rückresorption von Kalzium aus den Nieren und eine gesteigerte Freisetzung aus dem Skelettsystem entstehen. Dabei ist die vermehrte Ausschüttung aus den Knochen nicht unmittelbar an das Vorliegen von Knochenmetastasen gebunden. Vielmehr wird die Kalziummobilisierung über tumorassoziierte Zytokine und parathormonähnliche Stoffe vermittelt, die in den Kalziumhaushalt eingreifen.

Häufigkeit

Es ist davon auszugehen, dass sich tumorassoziierte Hyperkalzämien im Verlauf von Krebserkrankungen bei bis zu 30 % der Patienten finden. Hyperkalzämische Episoden treten dabei besonders bei Patienten mit Plasmozytomen, Lungen-, Prostata-, Mamma- und Nierenzellkarzinomen auf.

Symptome

Die Symptomatik bei Hyperkalzämie ist abhängig von der Höhe des Kalziumspiegels und kann von asymptomatischen Verläufen bis zu einer hyperkalzämischen Krise mit intensivpflichtiger Behandlung reichen. An Beschwerden können auftreten:

- Magen-/ Darmbeschwerden (Übelkeit, Erbrechen, Darmträgheit)
- Nierenfunktionsstörungen mit Polyurie und Durst,
- Herzrhythmusstörungen
- neurologische Beschwerden mit Müdigkeit, Muskelschwäche, Verwirrtheit bis zum Koma

Diagnostik

Die Diagnostik orientiert sich an den Laborparametern. Da Kalzium im Blut zu einem bedeutsamen Teil an Eiweiß gebunden ist, muss bei der Messung das freie (ionisierte) Kalzium bestimmt oder der Eiweißspiegel mit berücksichtigt werden.

Therapie

Die Therapiemaßnahmen bei Hyperkalzämie zielen darauf ab,

1. die Kalziumausscheidung mit dem Urin zu steigern,
2. die Kalziumfreisetzung aus dem Skelettsystem zu hemmen und
3. die Kalziumresorption aus dem Darm zu vermindern.

Erreicht werden können diese Ziele durch
1. forcierte Wässerung mit NaCl 0,9 %-Infusionen und Lasix,
2. Infusion von Bisphosphonaten zur Hemmung der knochenabbauenden Osteoklasten,
3. diätetischen Maßnahmen mit kalziumarmer Kost und Restriktion von Milchprodukten.

Als weitere Behandlungsmöglichkeiten stehen Glukokortikosteroide (besonders Dexamethason beim Plasmozytom), Kalzitonin (zur hormonellen Verbesserung der Kalziumausscheidung und Verminderung der ossären Freisetzung) sowie die Dialyse (bei Nierenversagen) zur Verfügung.

26.2.6 Venöse Thromboembolien

Definition

Zu Thrombosen (S. 297) kommt es bei unphysiologischer intravasaler Gerinnselbildung, häufig als typische Prädilektionsstelle in den tiefen Beinvenen. Werden die Thromben mit dem Blutstrom verschleppt und führen zur Verengung oder zum Verschluss weiterer Gefäße, spricht man von einer Embolie, z. B. Lungenembolie (S. 475). Bei onkologischen Erkrankungen entwickelt sich ein erhöhtes Risikopotenzial für Thromboembolien unter dem Einfluss von Zytokinen als entzündliche Reaktion auf den Tumor. Auch können aus Tumorzellen direkt Thromboplastin-ähnliche Stoffe freigesetzt werden, die unmittelbar gerinnungsaktivierend wirken. Schließlich tragen diverse Faktoren, wie Bettruhe, Gefäßkompression durch Tumore oder therapiebedingter Tumorzell-Zerfall, zusätzlich zu einem prothrombotischen Zustand bei.

Häufigkeit

Venöse Thrombosen und Lungenembolien sind häufige Komplikationen bei Patienten v. a. mit soliden Tumorerkrankungen. Die Gesamtinzidenz über alle Tumorerkrankungen wird dabei auf 15 % geschätzt. Die Unterschiede zwischen den Tumorarten sind aber erheblich und können bis auf 30 % ansteigen. Gefährdet sind v. a. Patienten mit Lungen-, Prostata- und Bauchspeicheldrüsenkrebs sowie gastrointestinalen Karzinomen.

Symptome

Die Symptome von Thrombosen sind häufig gekennzeichnet durch einseitige Rötung, Schwellung und Schmerzen im Bereich der betroffenen Extremität als klinische Folgen der venösen Stauung. Lungenembolien sind dagegen klinisch schwieriger zu diagnostizieren. Charakteristisch können sein:
- plötzlich (mit Verschleppung des Embolus) auftretende Luftnot
- Zyanose (bei reduzierter O_2-Sättigung)
- Tachykardie (durch Druckerhöhung im Lungenkreislauf)
- Blutdruckabfall bei drohendem Herzversagen

Diagnostik

Die Diagnostik orientiert sich an den apparativen Methoden des Thromboembolie-Nachweises. Für die Extremitätenthrombosen kommen Dopplervenen-Sonografien routinemäßig zum Einsatz und haben den invasiveren, angiografischen Nachweis mittels Phlebografie zurückgedrängt. Zum Nachweis einer Lungenembolie steht das Angio-CT des Thorax oder die Lungenperfusionsszintigrafie zur Verfügung, wodurch die Pulmonalisangiografie zumeist ersetzt werden kann. Zusätzliche Untersuchungen, wie Bestimmung der D-Dimere als Fibrinabbauprodukte und das EKG, können zwar auf thromboembolische Ereignisse hinweisen, sind aber bei Tumorpatienten vielfach zu unspezifisch.

Therapie

Die Thromboembolie-Therapie unterscheidet sich bei Tumorpatienten nicht grundsätzlich von der Behandlung nichtonkologischer Patienten. Wichtigste Medikamente sind die niedermolekularen Heparine. Der Versuch einer Fbrinolysetherapie oder einer operativen Thrombusentfernung muss im Einzelfall unter Berücksichtigung des Nutzen-/Risikoverhältnisses und der verbleibenden Lebenserwartung angesichts der Tumorerkrankung abgewogen werden. Auch muss der Einsatz von Marcumar als orale Antikoagulation bei fortgeschrittener Tumorerkrankung, erhöhtem Blutungsrisiko und verbleibender Lebenszeit zurückhaltender beurteilt werden als es bei nicht-onkologischen Patienten der Fall wäre.

26.2.7 Infektiologische Notfälle

Infektionen bedeuten für onkologische Patienten eine rasch zu behandelnde Komplikation im Krankheits- und Therapieverlauf. Bei hämatoonkologischen Patienten können sie bereits durch die Erkrankung bedingt sein, sofern das zelluläre Immunsystem durch die Ausbreitung der hämatologischen Krankheit im Knochenmark geschädigt ist oder Immunmangelzustände vorliegen. Überwiegend sind die Patienten jedoch durch die Therapienebenwirkungen in Form der durch Chemotherapie verursachten Leukozytopenie gefährdet. Hier hängt das Risiko wesentlich von Schweregrad und Dauer der Zytopenien ab. Eine frühzeitige Erfassung von drohenden Infektionen besonders durch Monitoring der Körpertemperatur mit der Notwendigkeit eines möglichst raschen Einsatzes von Antiinfektiva ist die wichtigste Maßnahme. Lebensbedrohlichste Komplikation stellt die Sepsis (S. 554) dar.

26.3 Leseservice

26.3.1 Verwendete Literatur

Berdel WE et al., Hrsg. Innere Medizin. 6. Aufl. München: Urban & Fischer; 2009

Berger DP et al., Hrsg. Das Rote Buch (Hämatologie und Internistische Onkologie). 5. Aufl. Landsberg/Lech: ecomed; 2014

Dietel M et al., Hrsg. Harrisons Innere Medizin. dt. Ausgabe der 18. Aufl. Berlin: ABW Wissenschaftsverlag; 2012

Freund M, Hrsg. Hämatologie/Internistische Onkologie. In: Thiemes Innere Medizin. Stuttgart: Thieme; 1999

Schmoll HJ, Hrsg. Kompendium Internistische Onkologie, Bd. 1, 4. Aufl. Berlin: Springer; 2006

26.3.2 Weiterführende Literatur

Büchner T, Hiddemann W. Therapiestrategien bei akuter myeloischer Leukämie. Internist 2002: 43: 1203

Feuring-Buske M, Hiddemann W, Buske L. Pathogenese und Biologie der Leukämien. Internist 2002; 43: 1179

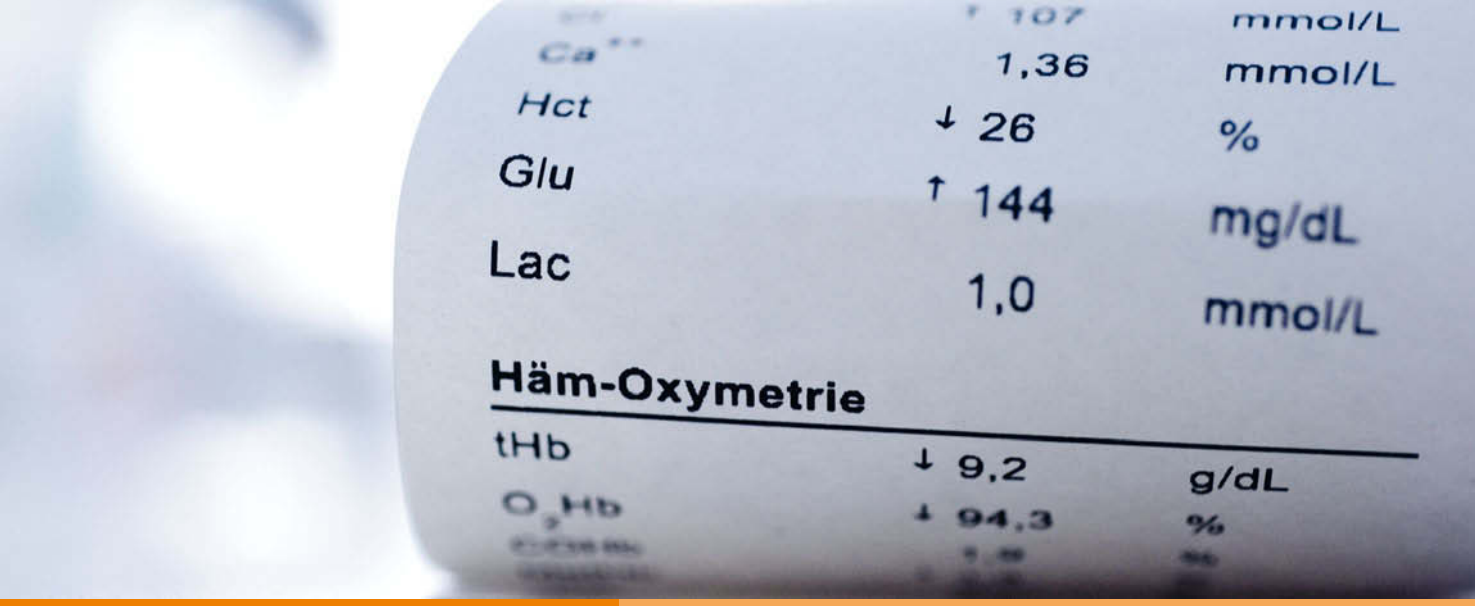
Hehlmann R, Hochhaus A. Evidenzbasierte Therapie der chronischen myeloischen Leukämie: Interferon-α, STI571 oder allogene Knochenmarktransplantation? Deutsches Ärzteblatt 2011; 27: A-1834

Hiller E, Hrsg. Krebsmedizin, Onkologische Notfälle. Heft 3/09. Heßdorf-Klebheim: Jürgen Hartmann Verlag; 2009

Hoelzer D et al. Akute Lymphatische Leukämie des Erwachsenen. Diagnostik, Risikogruppen und Therapie. Internist 2002: 43: 1212

26.3.3 Kontaktadressen/ Internetadressen

Deutsche Leukämie- und Lymphom-Hilfe e. V.
Thomas-Mann-Str. 40
53 111 Bonn
Tel.: 0228/33 889–200
Fax: 0228/33 889–222
http://www.leukaemie-hilfe.de
Krebsinformationsdienst (KID), Deutsches Krebsforschungszentrum
Im Neuenheimer Feld 280
69 120 Heidelberg
Tel.: 0800–420 30 40
https://www.krebsinformationsdienst.de
http://www.kompetenznetz-leukaemie.de (Kompetenznetzwerk Leukämie)
http://www.onkodin.de (ONKODIN: Onkologie, Hämatologie – Daten und Informationen. Link H, Hrsg. Hannover-Kaiserslautern)



Kapitel 27

Intensivmedizinische Versorgung von Patienten mit endokrinologischen Erkrankungen

27.1 Anatomische, physiologische und pathophysiologische Grundlagen *548*

27.2 Endokrine Störungen *548*

27.3 Leseservice *552*

27 Intensivmedizinische Versorgung von Patienten mit endokrinologischen Erkrankungen

Martin B. Steins

27.1 Anatomische, physiologische und pathophysiologische Grundlagen

Das Hormon- oder endokrine System übernimmt im Körper zusammen mit dem Nervensystem wichtige Funktionen für die Informationsübermittlung und interzelluläre Kommunikation. Während sich das Nervensystem hierzu elektrischer Impulse mit Weiterleitung über neuronale Bahnen bedient, vermittelt das endokrine System seine Informationen in Form von Hormonen über die Blutbahn.

Merke

Hormone sind Substanzen, die in den Blutkreislauf ausgeschüttet werden und von hier als chemische Botenstoffe am jeweiligen Zielgewebe spezifische Effekte auslösen.

Der endokrine Übertragungsmodus ist zwar langsamer als die Nutzung elektrischer Impulse, hält aber auch länger an. Beide Systeme arbeiten allerdings nicht getrennt voneinander, sondern sind innerhalb eines Netzwerkes miteinander verknüpft. Wichtigste Steuerungszentrale für eine Vielzahl endokriner Funktionen ist das Hypothalamus-Hypophysen-System. An diesem zentralen Knotenpunkt des Nerven- und Hormonsystems reguliert der Hypothalamus als Teil des Zwischenhirns und damit des zentralen Nervensystems über Freisetzungs- (sog. Releasing-)Hormone die Hormonproduktion im Vorderlappen der darunter liegenden Hirnanhangsdrüse (Hypophyse).

Dieser hypophysäre Vorderlappen, die sog. Adenohypophyse, produziert diverse Hypophysenhormone, die teils auf periphere Hormondrüsen ausgerichtet – also glandotrop – sind, teils direkt als Endhormone wirken. Besonders der Schilddrüsenhormon- und Glukokortikosteroidstoffwechsel wird über den Hypophysenvorderlappen geregelt. Zudem werden im Hypothalamus das antidiuretische Hormon (ADH) sowie das Wehenhormon Oxytocin direkt gebildet und über die Neurohypophyse, den hypophysären Hinterlappen, freigesetzt. Eine weitere, ähnliche Verknüpfung von nervalem und endokrinem System findet sich im Nebennierenmark mit der Ausschüttung der auch als Neurotransmitter wirksamen Hormone Adrenalin und Noradrenalin in den Blutkreislauf.

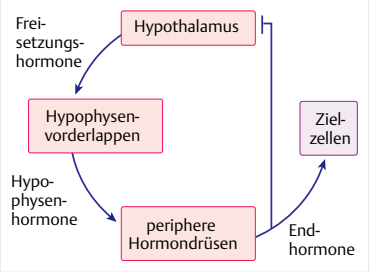


Abb. 27.1 Regelkreis des Hypothalamus-Hypophysen-Systems. Periphere Hormonstimulation über Freisetzungs- und Hypophysenhormone mit negativem Rückkopplungsmechanismus der Endhormone.

► **Rückkopplungsmechanismus.** Ein solches Zusammenspiel des Hormon- und Nervensystems bedarf zur Koordination einer besonderen Regulation. Dabei ist der Rückkopplungs- (oder Feedback-)Mechanismus innerhalb hormoneller Regelkreisläufe ein typisches Charakteristikum, indem das jeweilige Endhormon seine eigene Ausschüttung selbst kontrolliert (► Abb. 27.1). Beispiele für solche Feedback-Mechanismen finden sich im Hormonkreislauf der Schilddrüsenhormone und Glukokortikosteroide mit Rückwirkung auf das übergeordnete Hypothalamus-Hypophysen-System. In ähnlicher Weise wird die Ausschüttung von Insulin und ADH über Feedback-Signale durch die jeweiligen Zielgrößen, wie Blutzuckerspiegel oder Urinkonzentration, reguliert.

Endokrinologische Erkrankungen beruhen damit auf Störungen innerhalb dieser Regulationsmechanismen.

27.2 Endokrine Störungen

Unter den ca. 100 bekannten Hormonen führen nur wenige im Falle von Funktionsstörungen tatsächlich zu intensivmedizinisch relevanten Krankheitsbildern (► Tab. 27.1). Diese werden entweder durch Über- oder Unterfunktion der betreffenden Hormondrüsen bzw. am Zielgewebe durch Resistenz gegenüber der Hormonwirkung ausgelöst.

Tab. 27.1 Hormonstörungen mit erhöhtem Risiko für Intensivpflichtigkeit.

Hormon (Störung)	Erkrankung
Insulin (↓)	Diabetes mellitus
Antidiuretisches Hormon (↓)	Diabetes insipidus
Schilddrüsenhormone (↑)	Hyperthyreose
Glukokortikosteroide (↓)	Nebennierenrindeninsuffizienz
(Nor-)Adrenalin (↑)	Phäochromozytom

(↑) pathologisch erhöht; (↓) pathologisch erniedrigt

27.2.1 Diabetisches Koma

Der **Diabetes mellitus** („honigsüßer Durchfluss“ wegen des Übertritts von Glukose in den Urin, auch „Zuckerkrankheit“ genannt) ist eine Störung im Kohlenhydratstoffwechsel, die absolut auf einen Mangel an Insulin oder relativ auf eine erhöhte Insulinresistenz des Organismus beruht. Seine akut schwerste Ausprägung ist das Coma diabeticum.

Definition

Das **Coma diabeticum** ist eine hyperglykämische Stoffwechselentgleisung, in deren Folge es zu Bewusstseinsstörungen bis hin zu komatösen Zuständen kommt. Ursächlich besteht ein Mangel an Insulin mit Anstieg des Blutzuckerspiegels bei Diabetes mellitus.

Vom Coma diabeticum abzugrenzen sind die hypoglykämischen Schockzustände, die durch einen Überschuss von zumeist exogen appliziertem Insulin ausgelöst werden und auf eine Minderversorgung des Gehirns mit Glukose zurückzuführen sind.

Ursachen

Pathophysiologisch werden 2 Hauptformen des diabetischen Komas unterschieden:
- ketoazidotisches Coma diabeticum
- hyperosmolares Coma diabeticum

Die Unterscheidung beruht auf der Art des zugrunde liegenden Insulinmangels. Dieser ist beim ketoazidotischen Koma vollständig, beim hyperosmolaren aber nur relativ vorhanden. Ätiologisch entsteht eine diabetische Ketoazidose daher auch nur beim Typ-1-Diabetes mit seinem

absoluten Insulinmangel, während sich das hyperosmolare Koma bei Typ-2-Diabetikern mit einer noch vorhandenen Insulinproduktion, aber bestehender Insulinresistenz entwickeln kann. Hierdurch erklären sich auch die Unterschiede in Häufigkeit, Risiko- und Auslösefaktoren sowie klinischer Symptomatik für beide Komaformen.

Daneben gibt es noch eine laktatazidotische Komaform, die mit der Einnahme von Medikamenten aus der Gruppe der Biguanide beim Typ-2-Diabetes drohen kann, aber mit Einhaltung der Kontraindikationen (besonders Niereninsuffizienz) sehr selten geworden ist.

Häufigkeit

Die diabetische Ketoazidose tritt mit einer Inzidenz von 1–5 % der Typ-1-Diabetiker pro Jahr auf. Häufiger kommt es zu hyperosmolaren Zuständen, die allerdings weniger zu Komata führen.

Risikofaktoren

Ursächlich für das ketoazidotische Koma kann die Erstmanifestation eines noch nicht diagnostizierten Diabetes mellitus Typ 1 sein. Auch Insulinpumpen-Defekte kommen in Frage. Des Weiteren können bei erhöhtem Insulinbedarf auch Zweiterkrankungen, wie Infektionen oder Traumata bzw. postoperative Zustände, oder Medikamenteneinnahmen ein Coma diabeticum auslösen.

Symptome

Beide Formen des Coma diabeticum gehen aufgrund der Hyperglykämie mit Durst und Polyurie einher und können zu einer Exsikkose mit Gewichtsverlust und Hypovolämie sowie reflektorischer Tachykardie führen.

Ketoazidotisches Koma

Beim ketoazidotischen Koma führt der absolute Insulinmangel neben einer zumeist mäßiggradigen Hyperglykämie (um 500 mg/dl) zusätzlich zum Abbau von Fettsäuren, deren saure Abbauprodukte als Ketonkörper, wie Aceton oder Acetoacetat, im Organismus anfallen. Durch den erhöhten Ketonkörperspiegel im Blut kommt es damit zu einem Abfall des pH-Wertes, der sog. Ketoazidose, die zu einem wesentlichen Teil an der Bewusstseinsstörung beteiligt ist. Der Körper versucht, diese metabolisch entstandene Azidose respiratorisch auszugleichen, indem vermehrt Kohlendioxid abgeatmet wird, damit durch diese Hypokapnie die Konzentration an Kohlensäure im Blut sinkt. Symptomatisch ist diese Reaktion an einer vertieften, etwas beschleunigten Atmung erkennbar, die nach dem Erstbeschreiber des Phänomens als Kussmaul-Atmung (S. 172) bezeichnet wird.

Ein weiteres, mit der Atmung erkennbares Symptom des ketoazidotischen Komas ist der eigentümliche Atemgeruch, der aufgrund des abgeatmeten Acetons an den Geruch frischer Äpfel erinnert. Im Urin lässt sich eine Azetonurie nachweisen. Klinisch kann es bei der Ketoazidose zusätzlich zu gastrointestinalen Symptomen wie Übelkeit und Erbrechen sowie Peritonitis-ähnlichen Abdominalschmerzen („Pseudoperitonitis“) kommen.

Hyperosmolares Coma diabeticum

Dieses zeigt deutlich höhere Blutzuckerwerte, vielfach über 1000 mg/dl. Im Vordergrund steht die dadurch verursachte Hyperosmolalität im Plasma mit den klinischen Folgen des Wasserverlustes. Ursächlich für diese Dehydratation sind der zunehmende osmotische Druck und die damit verbundene Diurese. Dagegen entwickelt sich aufgrund der Restwirkung des Insulins keine Ketoazidose.

Diagnostik

Diagnostisch entscheidend für die Abgrenzung vom hypoglykämischen Schock ist der Blutzuckerwert. Mit dem Nachweis einer hyperglykämischen Stoffwechselentgleisung sind Vorliegen und Ausmaß einer metabolischen Azidose sowie die klinischen Zeichen der Dehydratation abzuklären. Wichtige Informationen liefern hierzu auch der Grad der Plasmaosmolalität und des Elektrolytverlustes.

Komplikationen

Das Coma diabeticum ist aufgrund der Schwere der zugrunde liegenden Stoffwechselentgleisung ein lebensbedrohlicher Zustand. Besonders bei der Ketoazidose liegen die Mortalitätsraten im Durchschnitt bei bis zu 10 %, bei älteren Patienten auch deutlich höher. Hauptgefahr stellt die Dehydratation mit Erhöhung der Plasmaosmolalität dar, die bei zu raschem Ausgleich zu Hirnödemen führen kann. Auch ein zu schneller Abfall des Blutzuckers durch exogen zugeführtes Insulin birgt das Risiko einer überschießenden Hypoglykämie sowie einer Hypokaliämie mit nachfolgenden Herzrhythmusstörungen (S. 495).

Therapie

Oberstes Therapieprinzip beim Coma diabeticum ist der langsame Ausgleich aller entgleisten Stoffwechselparameter:

Abb. 27.2 Insulin-Perfusor mit zusätzlicher Kontrolleinheit. Anwendung zur intensivierten Insulintherapie, besonders beim Coma diabeticum.

- Senkung des Blutzuckerspiegels mit Normalinsulin initial durch Bolusgabe von 10–20 IE und nachfolgender kontinuierlicher Zufuhr i. v. (nicht s. c. oder i. m. wegen ungenauer Steuerung) von 4–12 IE/h bis Glukosewert von 250 mg/dl, dabei Blutzuckerkonzentration nicht über 100 mg/dl pro Stunde fallen lassen, weitere Insulintherapie dann nach individuellem Dosisschema einschließlich s. c.-Gaben (▶ Abb. 27.2).
- Ausgleich des Volumendefizits mit 500–1000 ml isotonischer NaCl-Lösung in der 1. Stunde, im Weiteren dann sukzessive Reduktion der Infusionsrate auf 250–500 ml/h bzw. 100–250 ml/h in den nachfolgenden Stunden mit Anpassung an ZVD sowie Herz- und Nierenfunktion. Bei Abfall des Glukosewertes < 250 mg/dl ist die Gabe von 5–10 %-iger Glukose-Lösung zur Rehydrierung empfehlenswert, um den Blutzucker nicht zu schnell abfallen zu lassen.
- Ausgleich des Kaliumdefizits i. v. mit Beginn der Insulintherapie bis max. 20 mval/h.
- Ausgleich des Serum-Phosphats bei Spiegeln < 1 mmol/l.
- Ausgleich der Azidose mit Bikarbonat (bis max. 100 mval) nur bei pH-Werten < 7,1, da ansonsten Hypokaliämie und rascher Rebound-Effekt unter Insulintherapie drohen.

27.2.2 Diabetes insipidus

Von den aus dem Hypophysenhinterlappen (Neurohypophyse) frei gesetzten Hormonen hat das antidiuretische Hormon, kurz Adiuretin oder ADH, eine intensivmedizinische Bedeutung. Hierbei handelt es sich um ein Hormon, das die Rückresorption von Wasser aus den Nierenkanälchen fördert. Bei einem Ausfall entwickelt sich ein Diabetes insipidus.

Definition

Diabetes insipidus, auch Wasserharnruhr genannt, ist eine hormonelle Störung aufgrund einer reduzierten ADH-Wirkung, bei der die Nieren den Urin nicht mehr ausreichend konzentrieren können. Es kommt zu einem übermäßigen Wasserverlust, den die betroffenen Patienten bei ausgeprägtem Durstgefühl durch zusätzlichen Flüssigkeitskonsum zu kompensieren versuchen.

Ursachen

Unterschieden werden beim Diabetes insipidus 2 Formen:

- **zentraler Diabetes insipidus**: Hier ist die Produktion von ADH in der Neurohypophyse gestört.
- **renaler Diabetes insipidus**: Die Sekretion von ADH ist zwar ungestört, aber seine Wirkung an den Nieren ist durch fehlerhafte Rezeptorbindung eingeschränkt.

Häufigkeit

Der Diabetes insipidus, besonders die idiopathischen und renalen Formen, sind insgesamt seltene Krankheitsbilder. Zwar sind die erworbenen und zentralen Formen etwas häufiger, genaue Zahlen zu Inzidenzen liegen aber nicht vor, da der zentrale Diabetes insipidus auf unterschiedlichen Auslöse- und Risikofaktoren beruht.

Risikofaktoren

In der Intensivpflege ist besonders bei neurochirurgischen Patienten mit dem Auftreten eines zentralen Diabetes insipidus zu rechnen. Risikofaktoren sind

- Hirntumore,
- neurochirurgische Eingriffe oder
- Schädel-Hirn-Traumata, bei denen auch die Neurohypophyse in Mitleidenschaft gezogen wurde.

Symptome

Führendes Symptom ist die massive Urinausscheidung von mehr als 50 ml/kg KG pro Tag. Der Harn ist durch die fehlende Konzentrierung wasserklar und von geringem spezifischem Gewicht, die Urinosmolalität ist reduziert. Werden die ausgeschiedenen Wassermengen nicht ausreichend ersetzt, kommt es rasch zu einer hypertonen Dehydratation des Körpers mit Anstieg der Plasmaosmolalität. Neben einer arteriellen Hypotonie kann dies zu neurologischen Symptomen wie Verwirrtheit, Somnolenz und Muskelkrämpfen führen.

Diagnostik

Für die Basisdiagnostik eignet sich neben der Erfassung der täglichen Urinmenge die Messung der Urin- und Plasmaosmolalität besonders morgens nach nächtlicher Flüssigkeitskarenz. Auch direkte Bestimmungen der Serum-ADH-Konzentrationen sind möglich. Als endokrinologischer Test kommt ein standardisierter Durstversuch in Frage, soweit Compliance und körperlicher Zustand des Patienten dies zulassen.

Bei regulärer ADH-Wirkung ist eine Konzentrierung des Harns bei normaler Plasmaosmolalität zu fordern. Bleibt diese aus, kann zum Ende des Durstversuches ein synthetisches ADH-Analogon verabreicht werden, das bei zentralem Diabetes insipidus die Harnkonzentrationsfähigkeit der Nieren wiederherstellt, bei der renalen Form aber keinen Effekt zeigt.

Komplikationen

Lebensbedrohliche Komplikationen können sich durch den Wasserverlust bedingt als Volumenmangelschock zeigen oder entwickeln sich durch die hypertone Dehydratation als zentralnervöses Koma.

Therapie

Therapieziel ist die Normalisierung der täglichen Urinmenge durch Substitution der ADH-Wirkung. Dies geschieht durch Gabe des langwirksamen ADH-Analogons Desamino-D-Arginin-Vasopressin, kurz DDAVP, das als Minirin in Form von Nasensprays, Tabletten und Ampullen zur i. v.-Anwendung verfügbar ist. In der Einstellungsphase ist eine begleitende Bilanzierung des Wasserhaushalts und Überwachung der Elektrolytkonzentrationen notwendig.

27.2.3 Thyreotoxikose

Funktionsstörungen im Schilddrüsenhormon-Kreislauf sind in der klinischen Praxis häufige endokrine Erkrankungen und erlangen vorzugsweise bei der Schilddrüsenüberfunktion, der Hyperthyreose, intensivmedizinische Bedeutung. Den Extremfall einer solchen Überfunktion stellt die thyreotoxische Krise dar.

Definition

Unter **Thyreotoxikose** versteht man eine exzessive Einschwemmung von Schilddrüsenhormonen in den Blutkreislauf mit der Folge einer lebensbedrohlichen Überlastung der Vitalfunktionen.

Ursachen

Die zugrunde liegenden Krankheitsentitäten beruhen einerseits auf einem Autoimmunmechanismus, in dem körpereigene Schilddrüsenantikörper die Produktion von Schilddrüsenhormonen anregen. Typische Antikörper dieser Art, wie sie bei der Immunthyreopathie vom Typ des Morbus Basedow vorkommen, binden an ein Rezeptorprotein auf der Schilddrüsenoberfläche und kopieren damit die Wirkung des Thyreoidea-stimulierenden Hypophysenhormons (TSH).

Weitere, nicht-immunogene Formen der Hyperthyreose finden sich andererseits häufig als lokale, knotige Ansammlungen von Drüsengewebe, die sich als sog. autonome Adenome dem Hypothalamus-Hypophysen-Regelkreis entziehen. Durch Suppression des normalen Schilddrüsenrestgewebes kann für die Gesamtmenge an Schilddrüsenhormonen zunächst ein Gleichgewicht in der Ausschüttung und damit insgesamt eine normale (euthyreote) Stoffwechsellage erreicht werden. Zusätzliche Risikofaktoren können jedoch rasch zu einer Exazerbation der Schilddrüsenhormonproduktion führen und damit eine Thyreotoxikose auslösen.

Risikofaktoren

Eine besondere Gefahr für die Entwicklung thyreotoxischer Krisen stellen übermäßige Jodexpositionen (z. B. Röntgenkontrastmittel, Medikamente) dar. Weitere Auslöser können Infektionen, operative Eingriffe oder Traumata sein.

Symptome

Die klinischen Zeichen der Thyreotoxikose sind gekennzeichnet durch die stoffwechselstimulierenden Wirkungen der Schilddrüsenhormone. Leitsymptome sind

- Temperaturanstiege,
- Schweißausbrüche,
- kardiogene (Tachykardien, Arrhythmien),
- gastrointestinale (Diarrhöen, Exsikkose) und
- psychische Beschwerden (Agitiertheit, Verwirrtheit) bis hin zu Somnolenz und komatösen Zuständen.

Diagnostik

Laborchemisch sind bei der Thyreotoxikose erhöhte Schilddrüsenhormon-Konzentrationen an freiem Thyroxin (fT 4) und Trijodthyronin (fT 3) im Serum nachweisbar. Wichtigster Laborwert zur Erfassung einer generellen Hyperthyreose ist aber der basale TSH-Wert. Ein normgerechter Wert schließt eine Schilddrüsenüberfunk-

tion bis auf sehr seltene Ausnahmen, wie TSH-produzierende Hypophysenvorderlappentumore, aus.

Bei hyperthyreoten Zuständen ist der TSH-Wert im Serum dagegen reduziert, da die peripheren Schilddrüsenhormone T3/T4 über den Feedback-Mechanismus die Ausschüttung von TSH vermehrt hemmen.

Das weitere Vorgehen umfasst die Bestimmung von Schilddrüsenautoantikörpern zur Diagnostik immunogener Hyperthyreosen. Bei den bildgebenden Verfahren hat die Sonografie zur Beurteilung der Schilddrüsengröße, der Gewebeechogenität sowie zum Auffinden von Schilddrüsenknoten einen großen Stellenwert. Außerhalb thyreotoxischer Krisen ist die Szintigrafie besonders zur Lokalisation einer Schilddrüsenautonomie diagnostisch von Bedeutung.

Komplikationen

Eine Thyreotoxikose selbst stellt in ihrem klinischen Vollbild eine Notfallsituation dar, die ausnahmslos intensivmedizinischer Behandlung bedarf. Besonders die kardiale Belastung und zentralnervöse Symptomatik bis hin zum Koma machen die Lebensbedrohlichkeit dieses Zustandes aus, der mit einer hohen Letalität von bis zu 30 % behaftet ist.

Therapie

Die kausale Therapie besteht in einer Blockade der Schilddrüsenhormonbildung durch sog. Thyreostatika. Der bekannteste Wirkstoff ist das Thiamazol, das in einer Initialdosis von 3 × 80 mg/d i. v. appliziert wird. Hierbei handelt es sich um einen Enzymhemmstoff, der innerhalb der Schilddrüse die Hormonsynthese inhibiert. Als nicht-medikamentöse Notfallmaßnahme bleibt die Thyreoidektomie, also die operative Entfernung der Schilddrüse, schweren Krankheitsverläufen vorbehalten. Zum Abbau bereits zirkulierender Schilddrüsenhormone steht die Plasmapherese zur Verfügung, die in schweren Fällen indiziert ist.

Zusätzlich zur Beeinflussung der Schilddrüsenhormone zielt die supportive Therapie darauf ab, Folgen und Risiken des gesteigerten Stoffwechsels abzumildern. Hierzu zählen:

- Beta-Blocker zur Vermeidung tachykarder Herzrhythmusstörungen
- Glukokortikosteroide zum Ausgleich der relativen Nebenniereninsuffizienz
- Thromboseprophylaxe
- Parenteralisierung mit ausreichender Kalorienzufuhr
- Flüssigkeits- und Elektrolytzufuhr
- Senkung der Körpertemperatur

27.2.4 Akute Nebennierenrindeninsuffizienz

Die Rindenzonen der Nebennieren sind Produktionsstätten für eine Vielzahl von Steroidhormonen, die als Glukokortiko(stero)ide, Mineralokortiko(stero)ide und Androgene fungieren. Hiervon ist die glukokortikoide Wirkung lebensnotwendig.

Eine unzureichende Produktion führt rasch zu Krankheitszuständen, die eine intensivmedizinische Behandlung und Überwachung erforderlich machen.

Definition

Eine **Insuffizienz der Nebennierenrinde** ist durch Defizite der dort synthetisierten Hormone, allen voran des Glukokortikoids Kortisol und nachfolgend des Mineralokortikoids Aldosteron gekennzeichnet. Dieses führt beim Hypokortisolismus zur Reduktion von Stoffwechselleistungen und hat mit dem Hypoaldosteronismus Auswirkungen auf den Mineralstoffwechsel, besonders innerhalb des Natrium-Kalium-Haushalts.

Ursachen

Eine solche Nebennierenrindeninsuffizienz kann verursacht sein

- primär durch eine unmittelbare Schwäche der Nebennieren (Morbus Addison), ausgelöst durch Autoimmunprozesse, lokale Infektionen oder Blutungen/Infarzierungen,
- sekundär durch Wegfall der Hypothalamus/Hypophyse-vermittelten Stimulation,
- tertiär durch zu rasches Absetzen einer medikamentösen Kortikoid-Therapie.

► **Addison-Krise.** Eine besondere intensivmedizinische Relevanz hat bei der primären Nebennierenrindeninsuffizienz ein akuter, krisenhafter Ausfall der Kortikoidproduktion, die sog. Addison-Krise.

Häufigkeit

Ein Morbus Addison kommt mit etwa 4–6 Erkrankungen/100 000 Einwohner eher selten vor. Eine klinisch manifeste Form tritt auch erst bei einem Funktionsausfall von mehr als 90 % der Nebennierenrinde auf. Eine lebensbedrohliche, krisenhafte Entgleisung droht beim Morbus Addison mit einer Prävalenz von 5–30 %.

Risikofaktoren

Das Auftreten einer Addison-Krise wird begünstigt durch einen gesteigerten Glukokortikoidbedarf bei Fieber, Infektionen, Stresssituationen, Operationen und Traumata sowie gastrointestinalen Beschwerden oder anderweitigen schweren Grunderkrankungen. Neben unzureichender Glukokortikoidsubstitution kann es ebenso die Erstmanifestation eines noch nicht diagnostizierten Morbus Addison sein.

Symptome

Die Leitsymptome erklären sich aus der reduzierten Stoffwechselaktivität durch das Glukokortikoiddefizit und umfassen die Symptomentrias:

- arterielle Hypotonie (bis hin zum hypovolämischen Schock)
- Adynamie
- Hyperpigmentation (bes. an Hautfalten und an der Mundschleimhaut)

Letzteres Symptom entwickelt sich durch die Steigerung des übergeordneten adrenokortikotropen Hormons, kurz ACTH, das mit Ausfall der Glukokortikoide als Endhormone vermehrt von der Hypophyse ausgeschüttet wird. Dieses ACTH stimuliert dann als Nebeneffekt melaninbildende Zellen in der Haut und kann somit die Überpigmentierungen verursachen. Als weitere Symptome können in der Addison-Krise Fieber sowie gastrointestinale Symptome mit diffusen Bauchschmerzen, Übelkeit und Erbrechen hinzutreten. In der Vorgeschichte ist es oft bereits zu einem Gewichtsverlust gekommen.

Der Mangel an Aldosteron als zweites relevantes Nebennierenhormon verursacht den häufig bei betroffenen Patienten auftretenden Salzhunger und wird in seinen Folgen laborchemisch an der Hyponatriämie und Hyperkaliämie erkennbar. Die physiologische Funktion des Aldosterons umfasst nämlich die vermehrte Rückresorption von Natrium und Wasser im Austausch mit Kalium in den Nierenkanälchen. Sein Ausfall führt einerseits zu Natrium- und Wasserverlust mit dem Urin, andererseits zu einer reduzierten Kalium- und Säureausscheidung.

Diagnostik

Die Labordiagnostik offenbart die Elektrolytentgleisungen mit Hyponatriämie und Hyperkaliämie sowie die Konstellation einer metabolischen Azidose (S. 168) in der Blutgasanalyse. Auch eine Hypoglykämie kann vorliegen. Die endokrinologische Diagnostik zeigt beim Morbus Addison erniedrigte Serum-Kortisol-Spiegel bei gleichzeitig erhöhten Konzentrationen des hypophysär sezernierten ACTHs an. Bei unklaren Krankheitsbildern, die keiner sofortigen intensivmedizinischen Behandlung bedürfen, geben Stimulationstests mit exogen zugeführtem ACTH Aufschluss über die Funktionsweise der Nebenniere. Hier ist unter physiologischen Bedingungen ein Anstieg

des Serum-Kortisols nach ACTH-Gabe zu erwarten.

Komplikationen

Schwerwiegendste Komplikation der Addison-Krise ist das Kreislaufversagen bei Volumenmangelschock. Der adyname Zustand kann Verwirrtheit bis hin zum Koma auslösen.

Therapie

Oberstes Therapieprinzip ist der Ausgleich des fehlenden Kortisols (Hydrokortison). Der Glukokortikoidbedarf liegt bei einer Basisdosis von etwa 20–30 mg pro Tag, steigt aber in Stresssituationen auf ein Vielfaches an. Bei der Addison-Krise werden 100 mg Hydrocortison als i. v.-Bolus gefolgt von einer kontinuierlichen Infusion mit 10 mg/h verabreicht. Bei diesen hohen Glukokortikoiddosierungen wird auch eine ausreichende Mineralokortikoidwirkung erreicht, sodass eine zusätzliche Gabe von Mineralokortikoiden (Fludrokortison) erst bei Reduktion der Glukokortikoide auf eine Erhaltungsdosis zu erwägen ist.

Zusätzlich zur Hormonsubstitution ist in der Addison-Krise das Volumen- und Natriumdefizit, vorzugsweise durch NaCl-Lösungen, i. v. auszugleichen.

27.2.5 Phäochromozytom

Das Nebennierenmark als Syntheseort von Adrenalin und Noradrenalin kann im Falle einer Überproduktion dieser Hormone zu einer endokrinen Krise führen. Eine solche Überfunktion des Nebennierenmarks beruht typischerweise auf einer Geschwulst, dem sog. Phäochromozytom.

Definititon

Das **Phäochromozytom** ist ein in 90 % der Fälle gutartiger Tumor, der sich von einem speziellen, Noradrenalin-produzierenden Zelltyp, den sog. chromaffinen Zellen des Nebennierenmarks, ableitet. Über die schubweise Sezernierung des Hormons in den Blutkreislauf kommt es zu anfallsartig auftretenden Blutdruckspitzen, Kopfschmerzen, Schweißausbrüchen und Tachykardien.

Ursachen

Neben der Hauptlokalisation im Nebennierenmark finden sich 10–20 % der Phäochromozytome auch außerhalb der Nebenniere. Sie liegen entwicklungsgeschichtlich bedingt zumeist paravertebral entlang des sympathischen Grenzstranges des autonomen Nervensystems. Unterschiede in der klinischen Symptomatik bestehen allerdings nicht. Probleme gegenüber der Primärlokalisation ergeben sich allenfalls in der genauen Diagnostik.

Besonderer Aufmerksamkeit bedürfen die malignen Formen des Phäochromozytoms, die bei ca. 10 % der Fälle vorliegen und bei der Hälfte der Patienten zum Diagnosezeitpunkt disseminiert u. a. in Knochen, Leber und Lymphknotensystem metastasiert sind.

Häufigkeit

Das Phäochromozytom gilt als seltene Erkrankung. Genaue Zahlen liegen aber nicht vor, u. a. auch, weil die Erkrankung bei bis zu zwei Dritteln der betroffenen Patienten zu Lebzeiten gar nicht diagnostiziert wird. Man schätzt, dass 0,1–0,5 % der Hypertoniker ursächlich an einem Phäochromozytom leiden.

Risikofaktoren

Eine familiäre Häufung von Phäochromozytomen ist bei bestimmten Syndromen bekannt. Zu diesen gehören sog. Multiple-endokrine-Neoplasie-(MEN-)Syndrome mit gehäuft auftretenden, endokrinen Malignomen wie auch erbliche Nervengeschwulstleiden (Neurofibromatosen).

Symptome

Das Phäochromozytom zeichnet sich aufgrund des Noradrenalin-induzierten Bluthochdrucks durch die Symptomentrias Kopfschmerz, Schwitzen und Tachykardie aus. Typisch ist ein anfallsartig auftretendes Muster der Symptomatik zusammen mit Blutdruckspitzen. Es kann jedoch auch ein dauerhafter Hypertonus vorliegen.

Diagnostik

Die Diagnostik orientiert sich am Nachweis einer erhöhten Ausscheidung von (Nor-)Adrenalin und deren Abbauprodukten, den Metanephrinen, im 24-Stunden-Urin. Während hypertensiver Verläufe können auch unmittelbar erhöhte Konzentrationen von Plasma-Katecholaminen wegweisend sein. Die hierzu notwendige Blutentnahme sollte allerdings in Ruhe oder über einen bereits liegenden Zugang erfolgen, damit Stress beim Patienten nicht noch physiologische Adrenalinausschüttungen provoziert.

Mit laborchemischer Sicherung der Diagnose erfolgt die Lokalisationsdiagnostik unter Verwendung von Sonografie, Computertomografie und Kernspintomografie. Szintigrafische Untersuchungen mit MIBG (^{131}I-Metaiodbenzylguanidin) dienen dem Nachweis extraadrenaler Phäochromozytome bzw. – bei Malignität – der Lokalisation von Metastasen.

Komplikationen

Risikoprofil und Lebensbedrohlichkeit eines Phäochromozytoms lassen sich primär auf den unbehandelten arteriellen Hypertonus zurückführen. Dieser erhöht die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten kardiovaskulärer Komplikationen wie Herzinsuffizienz, Lungenödem bzw. Herzinfarkt, Apoplex oder Hirnblutung.

Therapie

Die medikamentöse Therapie hat zum Ziel, die Wirkungen der vom Phäochromozytom sezernierten Katecholamine zu neutralisieren. Hierzu werden alpha-Rezeptoren-Blocker wie Phenoxybenzamin, Prazosin oder Phentolamin eingesetzt. Nach Einstellung des Blutdrucks besteht die Therapie der Wahl in der operativen Entfernung des Phäochromozytoms, zumeist mittels Resektion der betroffenen Nebenniere (Adrenalektomie). Bei Malignität gehören Radio-Jod- sowie Chemotherapie zu den weiteren Behandlungsoptionen.

27.3 Leseservice

27.3.1 Verwendete Literatur

Böhm M et al., Hrsg. Innere Medizin. 6. Aufl. München: Urban & Fischer; 2009

Dietel M et al. Hrsg. Harrisons Innere Medizin. 18. Aufl. Berlin: ABW; 2012

Greten H, Hrsg. Innere Medizin. Verstehen – Lernen – Anwenden. 12. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2005

Martin S et al. Der Typ 1 Diabetes und seine präklinischen Vorstadien. In: König B et al., Hrsg. Kompendium der praktischen Medizin. Berlin: Springer; 2000

Scherbaum WA, Hrsg. Endokrinologie. In: Thiemes Innere Medizin (TIM). Stuttgart: Thieme; 1999

27.3.2 Weiterführende Literatur

Herrmann F, Müller P, Lohmann T. Endokrinologie für die Praxis: Diagnostik und Therapie von A-Z. 6. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2010

Kleine B, Rossmanith WG. Hormone und Hormonsystem. 3. Aufl. Berlin: Springer; 2014

Nawroth PP, Ziegler R. Klinische Endokrinologie und Stoffwechsel. Berlin: Springer; 2001

Spinas GA, Fischli S. Endokrinologie und Stoffwechsel. 2. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2011

27.3.3 Internetadressen

http://www.endokrinologie.net (Deutsche Gesellschaft für Endokrinologie)

Kapitel 28

Intensivmedizinische Versorgung von Patienten mit Sepsis und Multiorganversagen

28.1 Einleitung *554*

28.2 Terminologie und Epidemiologie *554*

28.3 Anatomische, physiologische und pathophysiologische Grundlagen der Sepsis *555*

28.4 Diagnostik von Infektion und Sepsis *557*

28.5 Therapie der Sepsis *559*

28.6 Leseservice *562*

28 Intensivmedizinische Versorgung von Patienten mit Sepsis und Multiorganversagen

Detlef Kindgen-Milles

28.1 Einleitung

Bei Patienten auf der Intensivstation kann eine Vielzahl von infektiösen und nicht infektiösen Noxen zu dem klinischen Bild einer generalisierten Entzündungsreaktion mit Temperaturerhöhung, Tachykardie, Hypotonie sowie laborchemischen Veränderungen führen. In der Frühphase eines solchen Syndroms ist häufig unklar, ob die Ursache tatsächlich eine Infektion ist, oder ob es sich um eine generalisierte inflammatorische Reaktion aus nicht infektiöser Ursache handelt, z. B. als Folge einer Operation, eines ischämischen Ereignisses, oder auch durch die Anwendung der Herz-Lungen-Maschine mit Fremdoberflächenkontakt. Es ist äußerst wichtig, die Diagnose einer Sepsis schnell zu stellen, denn die schwere Sepsis und der septische Schock sind mit einer hohen Letalität von über 50 % auch heute noch eine der großen Herausforderungen der Intensivmedizin, und zwar sowohl unter individualmedizinischen, wie auch unter krankenhausökonomischen Aspekten. Entscheidend für die Prognose der betroffenen Patienten ist eine rasche Diagnosestellung, eine unverzüglich einzuleitende zielgerichtete Therapie, sowie die Identifizierung und Sanierung des septischen Infektionsherdes. Damit die aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisse schnellstmöglich für die Anwendung am Krankenbett zur Verfügung stehen, sind Anfang 2013 die neuen internationalen Guidelines der „Surviving Sepsis Campaign“ erschienen. In dieser Übersichtsarbeit sind alle wichtigen diagnostischen und therapeutischen Interventionen zusammengefasst (Dellinger et al. 2013).

28.2 Terminologie und Epidemiologie

28.2.1 Terminologie

In den vergangenen Jahren wurde versucht, eine verbindliche Definition des Krankheitsbildes festzulegen, um eine einheitliche Terminologie und v. a. auch eine Schweregradeinteilung verfügbar zu haben. In einer Konsensuskonferenz wurde 1992 erstmals eine allgemein akzeptierte Definition von Sepsis, schwerer Sepsis und septischem Schock vorgeschlagen (Bone et al. 1992). Diese erste Definition wurde nach Überarbeitung der Sepsis-Guidelines 2013 modifiziert, u. a. wurden nun auch neue diagnostische Marker, wie z. B. das Procalcitonin (PCT), mit aufgenommen (Dellinger et al. 2013).

Definition

Eine **Sepsis** liegt vor, wenn eine Infektion nachgewiesen oder vermutet wird und ein oder mehrere der folgenden Zeichen vorliegen:

- Temperatur > 38,3 °C oder < 36 °C
- Herzfrequenz > 90/min
- Tachypnoe > 20/min
- veränderter mentaler Statuts (z. B. neu aufgetretenes Delir)
- relevante Ödeme oder eine anders nicht erklärbare positive Flüssigkeitsbilanz (> 20 ml/kg in 24 h)
- Hyperglykämie > 140 mg/dl ohne Diabetes mellitus
- Leukozytenzahl > 12 000/mm^3 oder < 4 000 mm^3 oder > 10 % unreife Formen
- C-reaktives Protein (CRP) und/oder Procalcitonin (PCT) erhöht
- arterielle Hypotension (systolischer Blutdruck < 90 mmHg oder mittlerer arterieller Blutdruck < 70 mmHg
- Zeichen der allgemeinen Minderperfusion:
  - Laktat > 1 mmol/l
  - verzögerte Rekapillarisierungszeit
- Zeichen der Organdysfunktion:
  - Hypoxämie (PaO_2/FiO_2 < 300)
  - akute Oligurie (Diurese < 0,5 ml/kg für mind. 2 h trotz ausreichender Volumentherapie)
  - Anstieg des Kreatinins (> 0,5 mg/dl)
  - Gerinnungsstörungen
  - Ileus
  - Thrombozytopenie (< 100 000/µL)
  - Hyperbilirubinämie (> 4 mg/dl)

Definition

Die **schwere Sepsis** ist definiert als Sepsis mit klinischen und/oder laborchemischen Zeichen der Minderperfusion und/oder Organfunktionsstörungen.

Definition

Der **septische Schock** wird in den neuen Guidelines nicht mehr explizit definiert. Im allgemeinen Sprachgebrauch und in der jüngeren Literatur wird die Definition aber weiter verwendet. In diesem Sinne ist der septische Schock definiert als eine trotz ausreichender Volumentherapie persistierende Hypotension (systolischer Blutdruck < 90 mmHg), welche den Einsatz von Vasopressoren erforderlich macht.

Kommentar

Die im Jahr 2013 publizierte Überarbeitung der Sepsis-Guidelines hat den neuen Erkenntnissen der letzten Jahre Rechnung getragen. Inzwischen werden neue Parameter wie das PCT in der Mehrzahl der Krankenhäuser zur Diagnose und Verlaufskontrolle infektiöser Erkrankungen sowie auch zur Steuerung der Antibiotikatherapie verwendet. Die Präzisierung der Organfunktionsstörungen hilft, das Ausmaß und den Schweregrad der Erkrankung genauer zu erfassen und führt dazu, dass eine Unterschätzung der Erkrankungsschwere vermieden werden kann. Dies ist insbesondere in der Frühphase der Sepsis wichtig, um zeitgerecht die notwendigen Interventionen initiieren zu können.

In der Vorgängerversion der Sepsis-Guidelines war noch der Begriff des SIRS (Systemic inflammatory Response Syndrom) verwendet worden. Dieses Syndrom war so unspezifisch definiert, dass auf Intensivstationen weit über 50 % aller Patienten die Kriterien erfüllten. Damit war der Begriff für eine klinische Anwendung unbrauchbar und der Verzicht darauf ist sehr zu begrüßen.

Merke

Weiterhin gilt, dass Sepsis, schwere Sepsis und septischer Schock nicht isoliert betrachten werden dürfen. Vielmehr besteht oft ein kontinuierlicher Übergang zwischen den verschiedenen Stadien, denn aus einer Sepsis kann sich sehr schnell eine schwere Sepsis mit einem Multiorganversagen (MOV) und dann hoher Letalität entwickeln.

28.2.2 Epidemiologie

Für den deutschsprachigen Raum liegen inzwischen systematische Untersuchungen zur Inzidenz der Sepsis vor. Für das Jahr 2011 waren in Deutschland gemäß der ICD10-Kodierung etwa 90 000 Fälle mit Sepsis, 70 000 mit schwerer Sepsis und 20 000 mit septischem Schock gemeldet worden. Die Letalität betrug 12 % bei Sepsis, 46 % bei schwerer Sepsis und 61 % beim septischen Schock. Insbesondere bei schwerer Sepsis und septischem Schock ist bis heute nur eine geringe Verbesserung der Prognose durch neue Therapieansätze zu verzeichnen. Bei Sepsis mit begleitendem Nierenversagen ist die

Sterblichkeit mit 64 % besonders hoch (Oppert et al. 2008). Die geschätzten direkten Behandlungskosten für Deutschland betragen etwa 5 Mrd. Euro. In den USA und anderen Ländern ist die Epidemiologie vergleichbar (Mayr et al. 2014).

Nosokomiale Infektionen

Auf Intensivstationen treten Infektionen um ein Vielfaches häufiger auf als auf Normalstationen. Dies wird bedingt durch die schweren Grunderkrankungen der Patienten sowie durch die unvermeidbare Exposition gegenüber invasiven diagnostischen und therapeutischen Maßnahmen. Prävalenzstudien aus Deutschland und Europa haben gezeigt, dass etwa 50 % der auf Intensivstationen behandelten Patienten eine Infektion aufweisen und etwa 70 % mit Antibiotika behandelt werden. Folgende Infektionen standen dabei im Vordergrund (Vincent et al. 2009):

- Atemwegsinfektionen (64 %)
- abdominelle Infektionen (20 %)
- primäre Blutstrominfektionen/Bakteriämie (15 %)
- Harnwegsinfektionen (14 %)
- Haut- und Weichteilinfektionen (7 %)
- katheterassoziierte Infektionen (5 %)

Risikofaktoren

Die häufigsten endogenen Risikofaktoren für eine nosokomiale Infektion sind (Hauer et al. 1996):

- Herz-Kreislauf-Erkrankungen (62 %)
- Diabetes mellitus (20 %)
- Malignome (19 %)
- vorbestehende Infektionen (15 %)
- chronische Atemwegserkrankungen (8 %)

Krankheitserreger

Die Verteilung der verschiedenen Erregertypen zeigte in Europa ein Überwiegen von gram-negativen Keimen (etwa 62 %) im Vergleich zu gram-positiven Keimen (etwa 38 %). In vielen Fällen lagen Mischinfektionen vor und der Anteil an Pilzinfektionen hatte mit etwa 20 % im Vergleich zu den vorangegangenen Erhebungen deutlich zugenommen. Die häufigsten Erreger waren im Einzelnen:

- Staphylokokkus aureus (21 %)
- Methicillin-resistenter Staphylokokkus aureus (10 %)
- Pseudomonaden (20 %)
- E. coli (16 %)
- Klebsiella species (13 %)
- Candida species (17 %)
- Besorgniserregend ist, dass auch hochresistente Keime, wie z. B. der Acinetobacter baumanii, mittlerweile etwa 9 % der Isolate ausmachen.

28.3 Anatomische, physiologische und pathophysiologische Grundlagen der Sepsis

28.3.1 Pathogenese und Pathophysiologie

Die Entzündungsreaktion wird definiert als die komplexe Antwort des Patienten auf eine infektiöse oder nicht infektiöse Gewebeschädigung. Als Folge einer Traumatisierung oder Infektion kommt es zunächst zu einer lokalisierten Reaktion, deren Zielsetzung eine regionale Begrenzung des Schadens ist. Die typischen Symptome der örtlich begrenzten Entzündung sind Schwellung, Rötung, Überwärmung, Schmerz und die Funktionseinschränkung. Gelingt es nicht, die Infektion lokal zu begrenzen, so kommt es im weiteren Verlauf durch Aktivierung von komplexen Mediatorsystemen zu systemischen Reaktionen. Das primäre Ziel ist dabei stets, die Schädigung zu begrenzen, die Homöostase des Patienten aufrechtzuerhalten und letztlich die normalen physiologischen Verhältnisse wiederherzustellen (Angus u. van der Poll 2013).

Als Ausgangspunkt für eine Invasion von infektiösen Erregern (Bakterien, Pilze, Viren) und der Freisetzung von Toxinen kommt prinzipiell jede Körperregion in Frage. Ob die Abwehrmechanismen des Patienten überwunden werden und eine systemische Infektion als Folge auftritt, hängt ab von

- den Eigenschaften des Erregers (Anzahl der Keime, Pathogenität, Virulenz) sowie
- der Qualität und Funktionalität der körpereigenen Abwehrmechanismen (Intaktheit von Abwehrbarrieren, wie z. B. der Schleimhäute, Immunstatus).

Merke

Das aktuelle Konzept der pathophysiologischen Reaktionen bei Infektion und Sepsis beruht auf dem komplexen Wechselspiel zwischen dem Infektionsauslöser und der durch ihn verursachten Gewebeschädigung sowie den immunologischen Reaktionen des Patienten.

► **Infektionen mit gramnegativen Erregern.** Bei bakteriellen Infektionen mit gramnegativen Erregern sind Bestandteile der Zellmembran (Endotoxin, Lipopolysaccharid) verantwortlich für die Auslösung der inflammatorischen Reaktion. Endotoxine werden freigesetzt während der normalen Zellteilung der Bakterien und bei der Bakteriolyse, z. B. durch Antibiotika. Deshalb kann es auch beim Beginn einer effektiven antiinfektiösen Behandlung zunächst zu einer Zunahme der infektiösen Symptome kommen, wenn bei massenhaftem Zerfall von Bakterien vermehrt Endotoxin freigesetzt wird (Opal u. Gluck 2003).

► **Infektionen mit grampositiven Erregern.** Im Gegensatz dazu sezernieren grampositive Bakterien aktiv zahlreiche Exotoxine, die direkt und indirekt zur Aktivierung des Immunsystems führen.

Immunologische Abläufe

Bei Infektionen kommt es in einem ersten Schritt zur Aktivierung der zellulären Bestandteile der Immunabwehr. Monozyten und aktivierte Gewebsmakrophagen gelangen als erste Abwehrzellen zum Ort der Infektion, gefolgt von polymorphkernigen Leukozyten. Parallel dazu werden zahlreiche Mediatorsysteme aktiviert, wie z. B. das Komplement- und Kininsystem sowie das Gerinnungssystem.

► **Zytokine.** Im weiteren Verlauf werden von Makrophagen und anderen Zellen, auch vom Endothel, proinflammatorische Mediatoren freigesetzt. Es handelt sich dabei um verschiedene Polypeptidhormone, die als Zytokine bezeichnet werden, sowie weitere Nichtpeptidmediatoren. Dazu gehören

- zu einem sehr frühen Zeitpunkt der Tumor-Nekrosefaktor alpha (TNF-α),
- Interleukine (z. B. Il-1, Il-6, Il-8),
- Lipidmetaboliten (Leukotriene, Prostaglandine),
- proteolytische Enzyme (Elastase, Kollagenase),
- vasoaktive Substanzen (Stickstoffmonoxyd, Endothelin) und
- die zytotoxisch, aber auch lokal gewebsschädigend wirkenden Sauerstoffradikale.

Besondere Bedeutung im Rahmen dieser Abläufe kommt dem differenzierten Zusammenspiel der Zytokine zu. Neben der anfänglich vermehrten Produktion der proinflammatorischen Zytokine (z. B. Il-1, Il-6, Il-8, TNF-α) werden im weiteren Verlauf nämlich auch antiinflammatorische Zytokine (z. B. Il-4, Il-10), lösliche Zytokinrezeptoren und Rezeptorantagonisten freigesetzt. Das Ziel dieser komplizierten Reaktionen ist, eine ausgewogene Balance zwischen der notwendigen Immunantwort (Inflammation) und einem Überschiessen dieser Reaktion (Hyperinflammation, schwere Allgemeinreaktion) zu erhalten.

► **Zeitlicher Ablauf.** Der zeitliche Ablauf und die Schwere einer Allgemeinreaktion werden durch die komplexen Interaktio-

nen dieser Mechanismen bestimmt, deren genaue Regulation derzeit noch nicht vollständig bekannt ist. So ist zu Beginn einer Infektion sicherlich ein Überwiegen der Proinflammation sinnvoll, um die Erreger zu neutralisieren. Eine überschießende inflammatorische Reaktion kann jedoch durch eine schwere systemische Reaktion den Patienten schädigen und zum Multiorganversagen führen. Ein im späten Verlauf der Sepsis auftretendes Überwiegen antiinflammatorischer Zytokine bzw. eine Immunsuppression ist jedoch ebenfalls kritisch, kann zu einer erhöhten Vulnerabilität gegenüber Zweitinfekten führen und den Patienten letztlich schutzlos invasiven Krankheitserregern ausliefern.

Für eine effektive Behandlung eines septisch-infektiösen Patienten wäre deshalb die Kenntnis seines aktuellen immunologischen Zustandes wünschenswert, um gezielt therapeutisch handeln zu können. Derzeit sind jedoch in der klinischen Routine zuverlässige Messverfahren zur Beurteilung des jeweiligen Immunstatus noch nicht verfügbar.

Aktivierung von Mediatorsystemen

Unabhängig von diesen direkten immunologischen Abläufen führen schwere Infektionen und Sepsis auch zu der bereits oben beschriebenen Aktivierung zahlreicher Mediatorsysteme, welche dann die klinischen Symptome der Sepsis mit verursachen. Die Freisetzung von Bradykinin und Kallikrein (Kininsystem) erhöht die Gefäßpermeabilität (Ödemneigung) und führt zu ausgeprägter Vasodilatation (Hypotonie). Bakterielle Zellwandbestandteile aktivieren das Komplementsystem, dessen Komponenten (C 3a/b, C 5, C 5a) ebenfalls vasodilatatorisch wirken und Anaphylatoxine freisetzen. Zusätzlich werden Leukozyten zur Produktion von toxischen Sauerstoffradikalen angeregt, die zwar prinzipiell bakterizid, aber auch lokal gewebstoxisch wirken (Hüttemann 2002).

Aktivierung des Gerinnungssystems

Zunehmende Bedeutung wird mittlerweile der septisch-bedingten Aktivierung des Gerinnungssystems zugeschrieben. Endotoxine und bakterielle Zellwandbestandteile führen zur direkten und indirekten Aktivierung der Blutgerinnungskaskade, wodurch zunächst intravasale Mikrothromben entstehen, deren Folge regionale Perfusionsstörungen mit nachfolgender Organdysfunktion sein können. Über den Verbrauch von Gerinnungsfaktoren und Thrombozyten sowie die dann einsetzende sekundäre Fibrinolyse kann eine schwere Blutungsneigung folgen. Disseminierte intravasale Gerinnung und Verbrauchskoagulopathie sind gefürchtete Komplikationen septischer Erkrankungen und tragen mit zu der erhöhten Letalität bei.

Genetische Faktoren

Unabhängig von den Eigenschaften des Infektionserregers scheinen mitbestimmend für den Verlauf solcher Erkrankungen auch genetische Faktoren eine Rolle zu spielen. Unklar ist nämlich, warum identische Infektionen (z. B. schwere Pneumonie, generalisierte Peritonitis) bei vergleichbaren Patienten (Geschlecht, Alter, Begleiterkrankungen) sowohl relativ harmlos verlaufen können, oder aber binnen weniger Stunden zum Tod führen.

Molekularbiologische Untersuchungen zeigten einen Zusammenhang zwischen bestimmten genetischen Veränderungen (TNF-Genpolymorphismus), einer dadurch bedingten verstärkten TNF-α-Produktion und einem deutlich erhöhten Risiko für die Entwicklung einer Sepsis nach Trauma sowie erhöhter Sterblichkeit bei Sepsis per se (Bauer 1996). Bisher haben sich hier allerdings noch keine neuen Therapieansätze ergeben.

Zusammenfassung

Eine lokale Gewebsschädigung oder Infektion führt zu einer zunächst sinnvollen Aktivierung des Immunsystems und zahlreicher Kaskadensysteme. Die primäre Zielsetzung dieser Abläufe ist eine regionale Begrenzung der Infektion und die Abtötung der verursachenden Erreger. Versagen diese Abwehrmechanismen, so sind eine progrediente Gewebeinvasion und die kontinuierliche Freisetzung von Toxinen die Folge. Eine Einschwemmung in die systemische Zirkulation führt zu Sepsis und septischem Schock mit nachfolgenden Organfunktionsstörungen bis hin zum MOV, sofern nicht durch adäquate und rechtzeitige Therapie eine Unterbrechung dieser Prozesse gelingt.

28.3.2 Organfunktionsstörungen bei Sepsis

Bedingt durch die beschriebenen Pathomechanismen kann es im Verlauf einer schweren Infektion zu Organfunktionsstörungen bis hin zum isolierten oder multipel auftretenden Organversagen kommen. Es muss unterschieden werden zwischen

- den direkten Zell- und Organschäden durch die Infektion sowie
- den Folgen der septisch-bedingten Veränderungen der regionalen und systemischen Zirkulation.

Die Sterblichkeit korreliert klar mit der Zahl der funktionsgestörten bzw. apparativ oder medikamentös zu stützenden Organe. Nachfolgend werden die Funktionsstörungen der wichtigen Organsysteme Herz-Kreislauf, Lunge, Niere, Darm und ZNS beschrieben.

Herz-Kreislauf-System

Definition

Die allgemeine Definition eines Schocks unabhängig von seiner Genese ist ein Missverhältnis zwischen Sauerstoffangebot und Sauerstoffverbrauch. Dabei kann entweder ein inadäquates Sauerstoffangebot (z. B. bei Herzinsuffizienz, Anämie, Volumenmangel) oder ein extrem gesteigerter Sauerstoffverbrauch (z. B. bei Hyperthermie) im Vordergrund stehen. Im Rahmen einer Sepsis kann es zusätzlich zu einer intrazellulären Sauerstoffverwertungsstörung kommen, bei der trotz ausreichendem Sauerstoffangebot eine schwere Laktatazidose als Marker für die intrazelluläre Hypoxämie auftritt.

Im septischen Schock sind besonders solche Patienten gefährdet, die aufgrund ihrer Vorerkrankungen (z. B. koronare Herzkrankheit, Aortenklappenstenose) nicht in der Lage sind, ihr Herzzeitvolumen und damit ihr Sauerstoffangebot adäquat zu erhöhen. Eine Gewebshypoxie ist aber der primäre Auslöser für schwere Organfunktionsstörungen.

Systemische Zirkulation

► **Hypotension.** Das führende Symptom des septischen Schocks ist die Hypotension, für die unterschiedliche Mechanismen verantwortlich sind. Im Vordergrund steht die Freisetzung zahlreicher Mediatoren, welche eine ausgeprägte Vasodilatation bis zum fast völligen Tonusverlust der Gefäßmuskulatur verursachen. Die Abnahme des peripheren Gefäßwiderstandes erniedrigt zunächst direkt den arteriellen Blutdruck. Der Tonusverlust der venösen Kapazitätsgefäße führt zum venösen Pooling und reduziert den Rückstrom zum Herzen. In Verbindung mit einer erhöhten Kapillarpermeabilität mit rascher Entwicklung ausgedehnter Ödeme resultiert ein erheblicher intravasaler Volumenmangel. Dieser wird noch verstärkt durch die gesteigerten Flüssigkeitsverluste nach außen über Schwitzen und die beschleunigte Atmung.

► **Hypovolämie und Hypotonie.** Der septische Patient ist daher initial gekennzeichnet durch eine schwere intravasale Hypovolämie und Hypotonie. Zur Kompensation steigt im Rahmen der Sym-

pathikusaktivierung die Herzfrequenz an. Die Aufrechterhaltung eines ausreichenden Herzzeitvolumens (HZV) bzw. eine an die erhöhten Bedürfnisse (Fieber) angepasste Steigerung des HZV ist nur dann möglich, wenn die notwendige Flüssigkeitszufuhr erfolgt (u. U. mehrere Liter in kurzer Zeit) und wenn der Patient in der Lage ist, sein HZV überhaupt adäquat zu steigern (kardiale Vorerkrankungen, s. o.).

▶ **Septische Kardiomyopathie.** Unabhängig von einer ausreichenden Flüssigkeitszufuhr und kardialen Vorerkrankungen kann durch die Sepsis auch das Herz selbst in seiner Leistungsfähigkeit beeinträchtigt werden. Die septische Kardiomyopathie ist eine Endorganschädigung, die sowohl direkt durch – postulierte – myokarddepressive Faktoren, aber auch indirekt über verschiedene Mediatoren (TNF-α, Il-1) und deren Folgeprodukte wie Stickstoffmonoxid, verursacht wird. In Kombination mit einer Störung der regionalen Myokarddurchblutung kommt es daher zu einer Abnahme der myokardialen Kontraktilität, einer reduzierten Auswurffraktion und einer Zunahme des enddiastolischen Volumens. Diese Veränderungen betreffen v. a. den linken Ventrikel, jedoch kann auch eine rechtsventrikuläre Dysfunktion bei septisch-bedingter pulmonaler Hypertonie auftreten. Diese Patienten weisen ein inadäquat gesteigertes HZV bei niedrigem peripherem Widerstand auf und haben prinzipiell eine erhöhte Letalität (Krishnagopalan et al. 2002).

Regionale Zirkulation und Mikrozirkulation

Unter den Bedingungen der Sepsis finden sich neben den systemischen Zirkulationsstörungen auch ausgeprägte Veränderungen im Bereich der Mikrozirkulation. Charakteristisch ist eine Fehlverteilung der regionalen Perfusion, bei der die normalerweise stattfindende Anpassung der Organdurchblutung an den lokalen Sauerstoffverbrauch nicht mehr funktioniert. Dies betrifft nicht nur die globale Durchblutung einzelner Organe, sondern auch die Mikrozirkulation innerhalb eines Organs. Die Eröffnung von arteriovenösen Shunts leitet den nutritiven Blutfluss am Kapillarbett vorbei, sodass trotz warmer und rosiger Peripherie eine Gewebshypoxie entsteht. Die lokalen Veränderungen auf Kapillarebene (Gerinnungsaktivierung, Bildung von Mikrothromben, Endothelzellschwellung) reduziert die Kapillarperfusion zusätzlich. Das schnell auftretende Ödem bei erhöhter Kapillarpermeabilität verlängert die Diffusionsstrecke für Sauerstoff und reduziert so ebenfalls die Gewebeoxygenierung (Hüttemann 2002).

Lunge

Die Lunge kann einerseits den primären Ausgangsort für die Infektion darstellen (Pneumonie), andererseits wird auch die Lunge im Rahmen des septischen Krankheitsbildes als Endorgan geschädigt. Das Kapillarnetz der Lunge ist der erste Filter, in dem systemisch freigesetzte Mediatoren aufgefangen werden. Darüber hinaus ist auch die Lunge ausgesprochen stoffwechselaktiv und kann selbst Entzündungsstoffe produzieren.

▶ **Lungenödem.** Ein Kapillarleck kann bei Sepsis auch bei nicht reduzierter linksventrikulärer Funktion zum vermehrten Flüssigkeitsaustritt und zum interstitiellen oder sogar alveolären Lungenödem (▶ Abb. 28.1) führen. Klinisch wird dies zunächst an einer Tachypnoe und einer Abnahme der arteriellen Sauerstoffsättigung erkennbar. Die dadurch erforderliche Steigerung der Atemarbeit erhöht den Sauerstoffverbrauch septischer Patienten zusätzlich. Eine frühzeitige Intubation mit nachfolgender maschineller Beatmung erscheint daher sinnvoll, v. a. wenn der Patient ohnehin in seiner kardialen Leistungsfähigkeit eingeschränkt ist.

▶ **Akutes Lungenversagen (ARDS).** Entwickelt sich in der Sepsis ein akutes Lungenversagen (S. 468) bzw. ein ARDS (Acute respiratory distress Syndrome), so ist die Sterblichkeit deutlich höher als bei Patienten mit einem primär pulmonalen ARDS, denn die zur Verfügung stehenden Therapieoptionen (lungenprotektive Beatmung, Bauchlagerung, Dehydrierung) können nur dann erfolgreich sein, wenn die Sanierung der Grunderkrankung und die Beseitigung des septischen Fokus gelingt.

Niere

Die Niere als frühes Schockorgan wird meist bereits zu Beginn des septischen Geschehens betroffen. Besonders die Hypotension mit Reduktion der Organperfusion führt zu einer Funktionseinschränkung, die durch den bestehenden Volumenmangel noch verstärkt wird. Ein frühzeitiger Behandlungsbeginn bei akutem Nierenversagen (S. 517) und eine ausreichend hohe Dialysedosis sind unbedingt erforderlich, um die hohe Sterblichkeit bei Sepsis und ANV zu reduzieren (Oppert et al. 2008).

Darm

Die Integrität des Magen-Darmtraktes ist eine wichtige Voraussetzung für den Schutz des Gesamtorganismus vor der Invasion von potenziell pathogenen Mikroorganismen und deren Toxinen, wie z. B.

Abb. 28.1 Alveoläres Lungenödem. Das Röntgenbild zeigt ein beidseitig ausgeprägtes alveoläres und interstitielles Lungenödem. (D. Kindgen-Milles)

Endotoxin, das auch unter normalen Bedingungen im Darmlumen nachweisbar ist. Eine Einschränkung der regionalen Perfusion des Gastrointestinaltraktes bei Sepsis kann sehr früh zu einem Verlust der Mukosabarriere führen. Bakterien und deren Stoffwechselprodukte können dann aus dem Darmlumen in die systemische Zirkulation eindringen und das septische Krankheitsbild verstärken oder über diesen Mechanismus auch erst initiieren. Dieser Vorgang wird als **Translokation** bezeichnet und hat den Begriff vom „Darm als Motor des Multiorganversagens" geprägt (Hadfield et al. 1995).

Zentrales Nervensystem

Ein häufig verkanntes frühes Symptom der Sepsis ist die Veränderung des mentalen Status. Reduzierte Vigilanz, Desorientiertheit, motorische Unruhe und delirante Zustände können vor allem bei alten Patienten als erste Zeichen einer beginnenden Sepsis auftreten, werden jedoch oft unkritisch unter dem Begriff „Durchgangssyndrom" subsummiert und nicht zum Anlass genommen, eine differenzierte Ursachenforschung vorzunehmen (Adam et al. 2013).

28.4 Diagnostik von Infektion und Sepsis

Die Diagnose einer Sepsis (S. 554) besteht, wenn mikrobiologisch oder klinisch eine Infektion nachgewiesen oder vermutet wurde und die oben genannten diagnostischen Kriterien (S. 554) erfüllt sind.

28.4.1 Klinische Symptome

Die klinischen Kardinalsymptome der Sepsis wurden bereits oben erwähnt. Die wichtigsten Zeichen sind neben dem Auftreten von Organfunktionsstörungen (S. 556)

- Fieber oder Hypothermie,
- Schüttelfrost (klassisches Symptom der Bakteriämie),
- Tachykardie, Hypotonie, Tachypnoe,
- Oligurie,
- Änderung des mentalen Status.

Einschränkend müssen bei operierten Patienten die in Folge des operativen Traumas entstandenen Temperaturanstiege berücksichtigt werden. So ist Fieber in den ersten 48 h nach einer elektiven Operation nur ausnahmsweise hinweisend auf eine Infektion.

Bevor beim Vorliegen dieser Symptome umfangreiche personal- und kostenintensive technische Untersuchungen initiiert werden, muss zunächst eine sorgfältige klinische Untersuchung durchgeführt werden. Diese umfasst neben der üblichen körperlichen Untersuchung v. a. auch die Inspektion aller zugänglichen Wundgebiete, der Kathetereintrittsstellen und – soweit möglich – auch die Beurteilung der Körpersekrete hinsichtlich auffälliger Befunde (z. B. neu aufgetretene Verfärbung des Trachealsekrets). Häufig kann bereits bei dieser ersten Untersuchung ein Infektionsfokus lokalisiert werden, wie z. B. eine Wundinfektion oder eine purulente Kathetereinstichstelle.

28.4.2 Laborchemische Diagnostik

Hinweisend auf eine Infektion sind ein Anstieg der Leukozytenzahl sowie eine im Differenzialblutbild nachweisbare Linksverschiebung (vermehrtes Auftreten jugendlicher Formen und früher Vorstufen der neutrophilen Granulozyten im peripheren Blut), jedoch kann auch eine Leukopenie auftreten. Häufig findet sich bereits im Frühstadium eine Abnahme der Thrombozytenzahl sowie des Antithrombins-III. Die Bestimmung des CRP-Wertes (C-reaktives Protein) als Infektionsmarker tritt mehr und mehr in den Hintergrund, da CRP-Erhöhungen aus vielen Gründen, v. a. bei chirurgischen Patienten, auftreten können.

► **Procalzitonin (PCT).** Inzwischen hat sich als sehr sensitiver und spezifischer Marker für bakterielle Infektionen das Procalzitonin (PCT) etabliert. Hohe PCT-Werte über 0,5 µg/l können als beweisend für eine Infektion angesehen werden, während Werte > 2,0 µg/l beweisend für eine Sepsis sind. Wiederholt negative PCT-Werte lassen hingegen eine bakterielle Infektion sehr unwahrscheinlich werden (Schuetz et al. 2007).

PCT kann auch während der Behandlung als Verlaufsmarker eine wichtige Entscheidungshilfe sein, z. B. wenn sich die Frage nach einem möglicherweise früheren Ende einer antibiotischen Therapie stellt. So kann bei klinischer Besserung und einem Abfall des PCT-Wertes auf < 20 % des Ausgangswertes eine Beendigung der Antibiotikatherapie erwogen werden (Hochreither et al. 2008). PCT ist hingegen nicht hilfreich bei der Beurteilung von Infektionen, die durch Viren oder Pilze verursacht werden.

28.4.3 Blutkulturen

Die Abnahme von Blutkulturen ist eine wichtige diagnostische Maßnahme bei Infektionsverdacht, denn

- ein positiver Befund sichert die Diagnose der Bakteriämie,
- erlaubt die Identifizierung des Erregers und
- ermöglicht nach Vorliegen des Resistogramms eine effektive Antibiotikatherapie.

Die Entnahme des Blutes (► Abb. 28.2) sollte zu Beginn des Fieberanstiegs und nicht erst auf dem Scheitelpunkt erfolgen. Blutkulturen sollen nach sorgfältiger Hautdesinfektion (Einwirkzeiten beachten!) möglichst periphervenös gewonnen werden. Der Einspritzstopfen der Blutkulturflaschen ist i. d. R. unsteril und muss daher vor dem Einbringen des Blutes (mit einer frischen Nadel!) in die Flaschen desinfiziert werden. Pro Abnahme wird eine aerobe und eine anaerobe Flasche befüllt. Die optimale Ausbeute an Befunden ist bei Abnahme von je 3 Blutkulturen innerhalb von 24 h zu erwarten (Rodloff et al. 2006).

28.4.4 Mikrobiologische Probenentnahme

Eine gezielte Entnahme von Körpersekreten und Abstrichen sollte vor dem Beginn einer Antibiotikatherapie erfolgen. Bei chirurgischen Patienten gehört dazu auch die Abnahme von Wundabstrichen. Infektionsverdächtige Strukturen oder Flüssigkeitsansammlungen können unter sonografischer Kontrolle oder computertomografisch-gesteuert punktiert werden. Das so gewonnene Material wird mikrobiologisch untersucht. Eine Punktion mit Einlage einer Drainage kann gleichzeitig als herdsanierende Maßnahme erfolgreich sein (Rodloff et al. 2006).

► **Respiratorische Sekrete.** Erhebliche Bedeutung hat die Gewinnung von respiratorischen Sekreten, da bei Intensivpatienten Infektionen der Atemwege häufig im Vordergrund stehen. Die verschiedenen Möglichkeiten zur Gewinnung dieser Sekrete unterscheiden sich v. a. hinsichtlich der Invasivität. Weiterhin am häufigsten praktiziert wird die Abnahme eines einfachen Trachealsekretes. Die Durchführung einer broncho-alveolären Lavage oder die Abnahme mittels geschützter

Abb. 28.2 Blutentnahme für eine Blutkultur mittels Adaptersystem.
a Nach Desinfektion der Haut und des Flaschenstopfens wird nach der Venenpunktion der Adapter auf die Flasche gedrückt.
b Nach Erreichen der gewünschten Blutmenge wird der Adapter wieder entfernt. Während der Blutentnahme ist auf ordnungsgemäßen Blutfluss und auf die entnommene Blutmenge zu achten.

Bürste erfordert einen erheblichen Mehraufwand. Bisher konnte eine Überlegenheit einer spezifischen Probengewinnung zumindest für unkomplizierte pulmonale Infektionen nicht nachgewiesen werden. Entscheidend für die Aussagekraft respiratorischer Sekrete sind jedoch die schnelle Bearbeitung binnen 4 h sowie die in der Routine stets durchzuführende mikroskopische Beurteilung eines gram-Präparates (Rodloff et al. 2006).

28.4.5 Bildgebende Diagnostik

Zur Suche nach einem intraabdominellen Fokus eignet sich als Methode der ersten Wahl die Sonografie. Häufig ist die sonografische Beurteilung insbesondere frischoperierter Patienten stark eingeschränkt. In diesen Fällen wird die Durchführung einer Computertomografie empfohlen, mit der nach Kontrastmittelgabe Abszesse oder infektverdächtige Flüssigkeitsansammlungen lokalisiert werden können. Die Computertomografie eignet sich natürlich auch zur Fokussuche in anderen Körperregionen, wie z. B. dem Thorax, dem Schädel (Sinusitis, intrakranielle Abszesse) oder dem Retroperitoneum. Die computertomografisch gesteuerte Punktion eines Abszesses mit nachfolgender Drainageeinlage ermöglicht nicht nur die Gewinnung von mikrobiologischen Proben, sondern kann auch bereits therapeutische Maßnahme im Sinne einer Fokussanierung sein.

28.5 Therapie der Sepsis

Die hohe Letalität der schweren Sepsis und des septischen Schocks erfordert eine aggressive und zielgerichtete Therapie. Entscheidend für die Prognose der betroffenen Patienten ist eine schnelle Diagnosestellung und die Identifizierung und Sanierung des septischen Infektionsherdes.

Die erfolgreiche Therapie der Sepsis beruht auf 4 Säulen:

- Herdsanierung
- initial effektive Antibiotikatherapie
- supportive Maßnahmen wie Kreislaufstabilisierung und adäquater Organersatz
- spezielle adjuvante Therapiemaßnahmen

28.5.1 Herdsanierung

Die entscheidende Maßnahme für eine erfolgreiche Behandlung des septischen Patienten ist die rasche Identifizierung des Fokus sowie dessen Sanierung durch interventionelle oder operative Maßnahmen, soweit dies möglich ist. Bei chirurgisch nicht therapierbaren Infektionen (z. B. Pneumonie) steht natürlich die effektive Antibiotikatherapie im Vordergrund.

Zur Herdsanierung (▶ Abb. 28.3) gehört das operative Vorgehen oder die interventionelle Drainage mit dem Ziel, das infizierte und/oder nekrotische Gewebe möglichst vollständig zu entfernen. Dazu gehören auch der Wechsel eines infizierten Katheters sowie der Verzicht auf verbleibendes Fremdmaterial in situ.

Eine wichtige Überlegung hinsichtlich des organisatorischen Vorgehens bei der Fokussanierung betrifft den optimalen Zeitpunkt. Eine dauerhaft erfolgreiche Behandlung des Patienten ist zwar erst nach Beseitigung des Fokus möglich, dennoch muss beachtet werden, dass Transporte und interventionelle Maßnahmen immer mit reduzierten Überwachungs- und Interventionsmöglichkeiten verbunden sind. Eine schnelle und ausreichende Stabilisierung des Patienten durch supportive Maßnahmen sollte daher stets einem operativen Eingriff vorgeschaltet werden (Jimenez et al. 2001).

28.5.2 Antibiotikatherapie

Neben der Herdsanierung ist eine effektive Antibiotikabehandlung ein unverzichtbarer Bestandteil der Sepsistherapie. Vor Behandlungsbeginn muss Material für die mikrobiologischen Untersuchungen asserviert werden. Danach wird die antibiotische Therapie eingeleitet, und zwar mit Antibiotika, die das vermutete Erregerspektrum abdecken, in ausreichend hoher Dosis und initial grundsätzlich intravenös. Die immer wieder aktualisierten Richtlinien der Paul-Ehrlich-Gesellschaft (Im Internet: www.p-e-g.org/econtext/leitlinien; Stand 24.03.2014) enthalten Empfehlungen, welche Antibiotika bzw. Kombinationen empfehlenswert sind.

Interventions-Deeskalations-Therapie

Prinzipiell muss bei unbekanntem Erreger und u. U. auch unbekanntem Infektionsfokus eine potente und breitwirksame antibiotische Behandlung eingeleitet werden, mit der alle potenziellen Erreger erfasst werden.

Merke

Entscheidend für das Überleben des Patienten ist, dass die initiale Antibiotikatherapie schnell durchgeführt und das zu erwartende Erregerspektrum sicher erfasst wird.

Erweist sich das primär gewählte Antibiotikum nach dem Erhalt der mikrobiologischen Ergebnisse als unwirksam, so nimmt die Letalität dramatisch zu. Diese Sterblichkeitszunahme ist auch durch schnellen Wechsel auf ein wirksames Antibiotikum nicht mehr umzukehren.

Abb. 28.3 Herdsanierung. Ziel der operativen und interventionellen Maßnahmen ist es, das infizierte und ggf. nekrotische Gewebe möglichst vollständig zu entfernen. (Matthias Eberhardt [Arteria Photography])

Aus diesem Grund wird ein Vorgehen im Sinne der sog. **Interventions-Deeskalations-Therapie** empfohlen. Dies bedeutet, dass die primären Antibiotika immer potente Breitspektrumwirkung haben und u. U. auch in Kombination eingesetzt werden sollen. Die genannten Anforderungen werden z. B. erfüllt durch

- Azylaminopenicilline plus beta-Laktamase-Inhibitor (Piperacillin/Tazobactam),
- Carbapeneme (Imipenem/Cilastatin, Meropenem) oder durch
- Cephalosporine der 3. oder 4. Generation.

Bei ambulant erworbenen Infektionen und bei Patienten ohne erhöhtes Risiko für multiresistente Erreger ist eine Kombinationstherapie i. d. R. nicht erforderlich (Brunkhorst et al. 2012). Bei schwerer Sepsis und unbekanntem Infektionsherd und -erreger, bei nosokomialen Infektionen und/oder Patienten mit Risiko für multiresistente Keime (antibiotische Vorbehandlung oder stationärer Aufenthalt in den letzten 6 Monaten, chronische Dialysepatienten, anamnestisch Besiedlung mit multiresistenten Keimen …) kann dagegen eine primäre Kombinationsbehandlung sinnvoll sein. Als Kombinationspartner können Fluorchinolone (Ciprofloxacin, Moxifloxacin) oder Aminoglykoside appliziert werden.

Resistenzlage

Zu beachten ist die besondere lokale Resistenzlage, z. B. bei gehäuftem Auftreten von Methicillin-resistenten Staphylokokken (MRSA) oder bei V. a. auf Infektionen mit resistenten Enterokokken (Hämatologie). Auf Intensivstationen können ventilatorassoziierte Pneumonien durch resis-

tente Pseudomonaden verursacht werden, sodass in diesen Fällen eine Kombinationstherapie indiziert sein kann. Für grampositive Probleminfektionen stehen neben den altbekannten Glykopeptiden Vancomycin und Teicoplanin neue Antibiotika wie Linezolid (Zyvoxid) oder Daptomycin (Cubicin) zur Verfügung. Für resistente gram-negative Bakterien werden in den nächsten 5–10 Jahren keine neuen Substanzen in den Markt eingeführt werden, sodass alte (Fosfomycin) und z. T. mit erheblichen Nebenwirkungen behaftete Medikamente (Colistin) wieder eine Renaissance erleben.

Merke

Sobald durch mikrobiologische Untersuchungen der Erreger identifiziert ist und ein Resistogramm vorliegt, kann die antibiotische Therapie eingeengt und auf schmaler wirksame und preisgünstigere Substanzen übergegangen werden. Die empfohlene Therapiedauer liegt bei unkomplizierten Infektionen bei etwa 7 Tagen (Dellinger et al. 2013).

Antimykotische Therapie

Bei nicht neutropenischen oder immunsupprimierten Patienten ist eine initiale antimykotische Therapie i. d. R. nicht erforderlich. Bei schwer erkrankten Patienten und möglicher Pilzsepsis soll eine antimykotische Therapie erfolgen. Hierzu ist das altbewährte Fluconazol nicht mehr geeignet. Die aktuellen Guidelines empfehlen heute die Anwendung eines Echinocandins (Caspofungin, Micafungin, Anidulafungin), bei V. a. Aspergillusinfektion Voriconazol, oder alternativ liposomales Amphotericin B (Glockner u. Cornely 2013).

Zusammenfassung

Die initiale Antibiotikatherapie muss das potenzielle Keimspektrum sicher erfassen. Sie wird heute als kalkulierte Therapie immer mit 1 oder 2 potenten Breitspektrum-Antibiotika begonnen. Nach Vorliegen des Resistogramms kann sich dann eine gezielte Behandlung mit schmaler wirksamen Antibiotika anschließen.

28.5.3 Supportive Maßnahmen

Hämodynamische Stabilisierung

Das primäre Ziel der hämodynamischen Stabilisierung bei septischem Schock ist es, ein ausreichendes Herzzeitvolumen bzw. ein adäquates Sauerstoffangebot wiederherzustellen. Um den Kreislauf zu stabilisieren, muss ausreichend Volumen zugeführt werden, um das immer vorhandene intravasale Volumendefizit auszugleichen. Häufig sind in der Initialphase des septischen Schocks Volumengaben von mehreren Litern erforderlich (Dellinger et al. 2013).

Volumenersatzmittel

Die Wahl des Volumenersatzmittels unterlag bisher starken regionalen Schwankungen. Während in den USA vermehrt kristalloide Lösungen appliziert werden, wurde in Europa die kombinierte Gabe von kristalloiden und kolloidalen Lösungen bevorzugt. Die neuen Sepsis-Guidelines geben eine klare Empfehlung zur primären Therapie mit kristalloiden Lösungen (Dellinger et al. 2013). Für die bis 2013 häufig applizierten Hydroxyethylstärkelösungen (HES) zeigte sich in neuen Studien ein erhöhtes Risiko für akutes Nierenversagen und möglicherweise sogar eine Übersterblichkeit bei Patienten mit Sepsis. Im Rahmen eines europäischen Prüfverfahrens erfolgte daher für alle HES-Lösungen eine Zulassungsbeschränkung, sodass HES bei Sepsis, Nierenfunktionsstörung und grundsätzlich bei schwer Erkrankten, also bei Intensivpatienten, kontraindiziert ist (Hartog 2013). Im Gegensatz zu älteren Daten kann heute die Gabe von Humanalbumin als sicher angesehen werden (Finfer et al. 2004). Für Gelatinelösungen liegen keine ausreichenden Daten vor, um eine Sicherheitsbewertung vornehmen zu können (Thomas-Rueddel et al. 2012).

Einsatz von Katecholaminen

Gelingt nach ausreichender Volumenzufuhr keine hämodynamische Stabilisierung, so ist der Einsatz von Katecholaminen indiziert. Steht eine Hypotonie im Vordergrund, d. h. der arterielle Mitteldruck ist nicht ausreichend für eine adäquate Organperfusion, so wird als Mittel der Wahl Noradrenalin in bedarfsgerechter Dosierung empfohlen. Bei akut lebensbedrohlichen Hypotonien kann eine kurzfristige Vasopressorgabe auch zur Kompensation eines Volumenmangels eingesetzt werden, bis ein entsprechender Volumenersatz erfolgen kann. Als Zielwert für den anzustrebenden arteriellen Mitteldruck wird in Abhängigkeit von den Vorerkrankungen des Patienten eine Größenordnung von > 65 mmHg genannt (Dellinger et al. 2013). Bei vorbestehender Hypertonie oder chronischer Nierenfunktionsstörung können im Einzelfall auch höhere Werte erforderlich sein. Ein sicheres Zeichen für einen adäquaten Perfusionsdruck ist das Wiedereinsetzen der Diurese.

Besteht darüber hinaus eine eingeschränkte myokardiale Pumpfunktion, so muss zusätzlich eine positiv inotrope Medikation erfolgen. Mittel der Wahl ist dann Dobutamin (Rivers et al. 2004). Für den Einsatz von niedrig dosiertem Dopamin, z. B. als sog. „Nierenprophylaxe", gibt es nach einer nunmehr wirklich ausreichenden Zahl klinischer Studien und Übersichtsarbeiten keine wissenschaftliche Grundlage mehr (Kindgen-Milles 1997).

Transfusion von Erythrozytenkonzentraten

Bei schwerer Sepsis ist zur Optimierung des Sauerstoffangebotes auch eine ausreichende Hämoglobinkonzentration erforderlich. Die Indikation zur Transfusion von Erythrozytenkonzentraten muss aufgrund der transfusionsassoziierten Nebenwirkungen und Risiken restriktiv gestellt werden. Niedrigere Hämoglobinwerte können ohne Schaden für viele Patienten toleriert werden. Für Patienten mit Sepsis werden Hämoglobinwerte von 7–9 g/dl als ausreichend angesehen, sofern nicht eine akute Blutung besteht, Zeichen der Minderperfusion vorliegen, oder eine schwere koronare Herzkrankheit vorliegt (Dellinger et al. 2013).

Studie zur hämodynamischen Optimierung

Der Stellenwert einer aggressiven und frühen hämodynamischen Optimierung konnte im Rahmen einer kontrollierten Studie eindeutig belegt werden. So wurde von der Gruppe um Rivers bei Patienten mit septischem Schock eine Kreislaufoptimierung in der Frühphase, d. h. innerhalb der ersten 6 h durchgeführt. Die Steuerung der Kreislauftherapie wurde nach Anlage eines zentralvenösen Katheters unter Bestimmung der zentralvenösen Sauerstoffsättigung durchgeführt. Zielgrößen waren ein arterieller Mitteldruck > 65 mmHg und eine zentralvenöse Sättigung > 70 %. Es wurde Volumen infundiert (Kristalloide und Erythrozytenkonzentrate) sowie eine Katecholamintherapie durchgeführt, bis diese Werte erreicht waren. In der so behandelten Gruppe betrug die Krankenhaussterblichkeit lediglich 31 %, während in der Kontrollgruppe unter nicht zielgrößenorientierter Therapie 47 % der Patienten verstarben (Rivers et al. 2001).

Merke

Die Studie zeigt eindeutig, dass eine frühe und zielgerichtete hämodynamische Stabilisierung ein erfolgversprechendes Konzept ist, um die hohe Letalität bei septischem Schock zu reduzieren.

Respiratorische Stabilisierung

Die Entscheidung zur Intubation (S. 193) und maschinellen Beatmung (S. 207) wird bei Sepsis großzügig gestellt. Die Sicherstellung einer ausreichenden Oxygenierung und Ventilation ist unabdingbar, um ein ausreichendes Sauerstoffangebot bereitstellen zu können. Es gelten keine besonderen sepsisspezifischen Kriterien für die Indikation zur Intubation, jedoch werden die für andere Bereiche inzwischen weit verbreiteten Formen der nicht invasiven Atmungsunterstützung bei Sepsis nicht empfohlen. Darüber hinaus finden alle etablierten Beatmungsstrategien der akuten Lungenfunktionsstörung (z. B. permissive Hyperkapnie, lungenprotektive Beatmung, Bauchlage, frühe partielle Spontanatmung) Anwendung, auch bei Patienten mit schwerer Sepsis (Lüdike u. Kindgen-Milles 2014).

Ernährung, Stressulkusprophylaxe, Thromboseprophylaxe

Eine frühe enterale Ernährung hat sich gegenüber der parenteralen Ernährung als vorteilhaft erwiesen. Häufig wird eine vollständige enterale Ernährung jedoch nicht durchführbar sein, sodass dann eine gemischte oder auch vollständige parenterale Ernährung entsprechend den üblichen Empfehlungen durchgeführt werden soll. Eine spezifische immunonutritive Ernährung ist nicht erforderlich (Hecker et al. 2012).

Nach derzeitiger Ansicht besteht bei Patienten mit Sepsis ein erhöhtes Risiko für die Entstehung von Stressulzera des Magens. Es wird deshalb eine Stressulkusprophylaxe empfohlen, ohne dass jedoch für eine spezifische Substanz (Antazida, Sucralfat, H_2-Blocker) ein eindeutiger Vorteil nachgewiesen werden konnte.

Eine niedrig dosierte Thromboseprophylaxe wird übereinstimmend von vielen Autoren empfohlen, ohne dass jedoch kontrollierte Studien bei Patienten mit Sepsis vorliegen.

Zusammenfassung

Zu den wichtigsten supportiven Maßnahmen gehört die aggressive und frühe hämodynamische Stabilisierung, wobei im Vordergrund eine ausreichende Volumensubstitution steht. Gelingt durch die Volumengabe keine adäquate Kreislaufstabilisierung, so werden Katecholamine, v. a. Vasopressoren, eingesetzt. Darüber hinaus ist eine frühe Unterstützung aller weiteren Organfunktionsstörungen indiziert (z. B. Intubation und Beatmung bei Gasaustauschstörungen oder Nierenersatztherapie in Form eines kontinuierlichen Nierenersatzverfahrens bei Nierenversagen).

28.5.4 Adjuvante Sepsistherapien

Antimediatortherapien

Die Blockade von proinflammatorischen Zytokinen als Auslöser oder zumindest Mitverantwortliche für die Entstehung des septischen Multiorganversagens schien ein vielversprechender Ansatz zu sein, um die Sterblichkeit bei schwerer Sepsis zu reduzieren. In einer Vielzahl von Studien wurden zahlreiche Antimediatorstrategien untersucht, so z. B. die Endotoxinneutralisation, die Gabe von anti-TNF-alpha oder Interleukin-Rezeptorantagonisten.

In keiner der Untersuchungen konnte jedoch ein überzeugender Überlebensvorteil in den Verumgruppen nachgewiesen werden. Eine mögliche Erklärung für das Scheitern dieser Strategien ist, dass die Behandlung erst zu spät eingesetzt werden kann, d. h. zu einem Zeitpunkt, wo die septische Kaskade bereits in Gang gekommen ist. Eine weitere Erklärung ist, dass angesichts der Vielzahl von Mediatoren und der vielfältigen Interaktionen zwischen verschiedenen Mediatorsystemen die selektive Blockade nur eines Zytokins nicht ausreichend ist, um das komplexe Geschehen zu unterbrechen. Angesichts dieser Ergebnisse konnten sich diese Behandlungsformen nicht etablieren (Stehr et al. 2013).

Immunglobuline

Die Gabe von Immunglobulinen per se wird derzeit ebenfalls nicht empfohlen, da in mehreren kontrollierten Studien keine Überlebensvorteile unter dieser Medikation nachgewiesen wurden. Unklar ist aber, ob eine frühe Anwendung polyvalenter, IgM-angereicherter Präparationen (Pentaglobin) nicht doch effektiv ist. Immunglobulin M ist essenziell in der Bekämpfung akuter Infektionen und bei Patienten, die in der Sepsis versterben, häufig stark erniedrigt. In einer Metaanalyse der englischen Cochrane-Library konnte für IGM-haltige Präparationen eine Reduktion der Letalität gezeigt werden, allerdings ist die Zahl der bisher untersuchten Patienten gering, sodass derzeit auch für diese Präparate keine allgemeine Empfehlung gegeben werden kann (Alejandria et al. 2013).

Hämofiltration

Für Patienten mit akutem Nierenversagen bei Sepsis haben sich kontinuierliche Nierenersatzverfahren durchgesetzt. Der wesentliche Vorteil einer kontinuierlichen Behandlung im Vergleich zur intermittierenden Hämodialyse ist die erheblich bessere hämodynamische Stabilität. Darüber hinaus wird seit Jahren die Anwendung der Hämofiltration auch bei solchen Patienten diskutiert, bei denen zwar ein septischer Schock, jedoch noch kein manifestes Nierenversagen vorliegt. Der Hintergrund dieser Überlegungen ist, dass theoretisch mittels Hämofiltration proinflammatorische Mediatoren eliminiert werden können und so die überschießende Inflammation gedämpft werden kann.

In zahlreichen experimentellen und klinischen Studien wurden tatsächlich im mittels Hämofiltration gewonnenem Ultrafiltrat Zytokine und andere Entzündungsmediatoren nachgewiesen. Eine klinisch relevante Absenkung der Blutspiegel dieser Zytokine konnte jedoch nicht erreicht werden, da die endogene Produktion und der endogene Umsatz dieser Mediatoren sehr hoch ist. Die über konventionelle Hämofiltration erzielbare Clearance ist demgegenüber so gering, dass relevante Mengen dieser Substanzen nicht eliminiert werden können (Borthwick et al. 2013).

Dennoch wurde in klinischen Studien

- eine deutliche Verbesserung des pulmonalen Gasaustauschs,
- eine Reduktion der Katecholamindosierung,
- eine verbesserte metabolische Kontrolle und
- eine effektive Senkung der erhöhten Körpertemperatur nachgewiesen.

Inzwischen liegen mehrere prospektiv-randomisierte Studien vor, in denen keine Reduktion der Sterblichkeit nachgewiesen wurde (Borthwick et al. 2013). Möglicherweise spielt hier eine Rolle, dass die Elimination von Antibiotika mit modernen Nierenersatzverfahren grob unterschätzt wurde. Einige Studien zeigen, dass bei Verwendung der heute verfügbaren Filter und Verfahren keine Reduktion der Antibiotikadosierung unter kontinuierlicher Nierenersatztherapie erfolgen sollte, weil sonst effektive Wirkspiegel nicht mehr erreicht werden (Eyler u. Mueller 2011). Derzeit soll eine Nierenersatztherapie bei Patienten mit schwerer Sepsis und septischem Schock nur dann eingesetzt werden, wenn auch ein akutes Nierenversagen vorliegt.

Substitutionstherapie mit Hydrokortison

Glukokortikoide haben eine ausgeprägte antiinflammatorische Wirkung. Aufgrund dieser Eigenschaften wurden diese Substanzen bereits sehr früh auf ihre therapeutische Wirkung bei Sepsis untersucht. Eine hochdosierte Gabe von Kortikoiden

konnte jedoch die Prognose septischer Patienten nicht verbessern.

Seit Beginn der 90er Jahre wird ein neuer Ansatz untersucht, bei dem Hydrokortison in niedriger Dosierung bei septischem Schock appliziert wird. Bekannt ist, dass es bei einem Teil der septischen Patienten zu einer reduzierten Kortisolfreisetzung aus der Nebennierenrinde kommt. Die Patienten geraten deshalb in eine relative Nebennierenrindeninsuffizienz und dies geht einher mit einer deutlich erhöhten Letalität. Zur Vermeidung dieser Komplikation wurde in Studien die Gabe von Hydrokortison in einer Dosierung von 200–300 mg/d untersucht (sog. „Stressdosis"). In ersten Untersuchungen zeigte sich unter Hydrokortison im Vergleich zu Placebo eine schnellere hämodynamische Stabilisierung, eine Reduktion der erforderlichen Katecholamindosis, eine kürzere Dauer der Katecholamintherapie und ein Trend zu einer geringeren Letalität (Annane et al. 2009). In einer großen Bestätigungsstudie an 500 Patienten mit septischem Schock konnten diese Ergebnisse – insbesondere die Abnahme der Sterblichkeit – jedoch nicht reproduziert werden (Sprung et al. 2009).

Aufgrund dieser Daten soll Hydrokortison (200 mg/d, kontinuierlich über Perfusor) bei septischem Schock nur dann eingesetzt werden, wenn durch Volumen- und Katecholamintherapie keine Stabilisierung erreicht werden kann. Die Behandlung soll auf 5–7 Tage beschränkt werden, mit anschließender Dosisreduktion im Sinne eines Ausschleichens (Sprung et al. 2009).

Zusammenfassung

Neuere Studien der letzten Jahre haben den Stellenwert adjuvanter Therapiemaßnahmen deutlich reduziert. Es bleibt abzuwarten, ob und inwieweit weitere neue Therapieoptionen, die auf der Grundlage des gewachsenen pathophysiologischen Verständnisses der Sepsis entwickelt werden, die Prognose von Patienten mit Sepsis weiter verbessern können.

28.6 Leseservice

28.6.1 Literatur

Adam N, Kandelman S, Mantz J, Chretien F, Sharshar T. Sepsis-induced brain dysfunction. Expert Rev Anti Infect Ther 2013; 11: 211

Alejandria MM, Lansang MA, Dans LF, Mantaring JB, 3rd. Intravenous immunoglobulin for treating sepsis, severe sepsis and septic shock. The Cochrane database of systematic reviews 2013; 9: CD001 090

Angus DC, van der Poll T. Severe sepsis and septic shock. The New England Journal of Medicine 2013; 369: 2063

Annane D, Bellissant E, Bollaert PE et al. Corticosteroids in the treatment of severe sepsis and septic shock in adults: A systematic review. JAMA 2009; 301: 2362

Bauer M. Pathophysiologie der Sepsis: Aktuelle Konzepte. Anaesthesist 1996; 45: 312

Bone RC, Sibbald WJ, Sprung CL. The ACCP-SCCM consensus conference on sepsis and organ failure. Chest 1992; 101: 1481

Borthwick EM, Hill CJ, Rabindranath KS et al. High-volume haemofiltration for sepsis. The Cochrane database of systematic reviews 2013; 1: CD008 075

Brunkhorst FM, Oppert M, Marx G et al. Effect of empirical treatment with moxifloxacin and meropenem vs meropenem on sepsis-related organ dysfunction in patients with severe sepsis: a randomized trial. JAMA 2012; 307: 2390

Dellinger RP, Levy MM, Rhodes A et al. Surviving sepsis campaign: International guidelines for management of severe sepsis and septic shock: 2012. Critical Care Medicine 2013; 41: 580

Eyler RF, Mueller BA. Antibiotic dosing in critically ill patients with acute kidney injury. Nat Rev Nephrol 2011;7:226

Finfer S, Bellomo R, Boyce N et al. A comparison of albumin and saline for fluid resuscitation in the intensive care unit. The New England journal of medicine 2004; 350: 2247

Glockner A, Cornely OA. Invasive Candida-Infektionen bei nichtneutropenischen Patienten. Der Anaesthesist 2013; 62: 1003

Hadfield RJ, Sinclair DG, Houldsworth PE, Evans TW. Effects of enteral and parenteral nutrition on gut mucosal permeability in the critically ill. American journal of respiratory and critical care medicine 1995; 152: 1545

Hartog S. Volumentherapie mit Hydroxyethylstärke beim kritisch Kranken: Eine Neubewertung. Dtsch Arztebl Int 2013; 110: 443

Hauer T, Lacour M, Gastmeier P et al. Nosokomiale Infektionen auf Intensivstationen. Eine nationale Prävalenzstudie. Der Anaesthesist 1996; 45: 1184

Hecker M, Felbinger T, Mayer K. Ernaehrung in der Intensivmedizin. Der Anaesthesist 2012; 61: 553

Hochreither M. Antibiotikatherapie bei operativen Intensivpatienten – Prokalzitonin zur Steuerung der Therapiedauer. Anaesthesist 2008; 57: 571

Hüttemann ER. Pathogenese und Pathophysiologie der Sepsis als Grundlage der Therapie. Intensivmedizin 2002; 8: 111

Jimenez MF, Marshall JC. Source control in the management of sepsis. Intensive care medicine 2001; 27 Suppl 1: S 49

Kindgen-Milles D. Niedrig dosiertes Dopamin verbessert die Nierenfunktion: Derzeitiger Kenntnisstand und Bewertung einer kontroversen Diskussion. Anaesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 1997; 32: 333

Krishnagopalan S, Kumar A, Parrillo JE. Myocardial dysfunction in the patient with sepsis. Current opinion in critical care 2002; 8: 376

Lüdike P, Kindgen-Milles D. Akutes Lungenversagen – Standardisierte Therapie auf der Intensivstation. Klinikarzt 2014; 43: 80

Mayr FB, Yende S, Angus DC. Epidemiology of severe sepsis. Virulence 2014; 5:4

Opal SM, Gluck T. Endotoxin as a drug target. Critical Care Medicine 2003; 31: S 57

Oppert M, Engel C, Brunkhorst FM et al. Acute renal failure in patients with severe sepsis and septic shock – A significant independent risk factor for mortality: Results from the German Prevalence Study. Nephrology Dialysis Transplantation 2008; 23: 904

Rivers EP, Nguyen HB, Huang DT, Donnino M. Early goal-directed therapy. Crit Care Med 2004; 32: 314

Rivers E, Nguyen B, Havstad S et al. Early goal-directed therapy in the treatment of severe sepsis and septic shock. N Engl J Med 2001; 345: 1368

Rodloff AC, Schaumann R, Blatz R. Adäquate mikrobiologische Diagnostik. Der Internist 2006; 47: 171

Schuetz P, Christ-Crain M, Muller B. Biomarkers to improve diagnostic and prognostic accuracy in systemic infections. Current opinion in critical care 2007; 13: 578

Sitzmann F. Mikrobiologische Probeentnahmen und Monitoring. In. Schewior-Popp S, Sitzmann F, Ullrich L. Thiemes Pflege. 12. Aufl. Stuttgart; Thieme; 2012

Sprung CL, Annane D, Singer M, Cuthbertson BH, Briegel J. Steroids in patients with septic shock. Chest 2009; 136: 323

Stehr SN, Woest I, Hartog CS, Reinhart K. Sepsis-Wissen für die Praxis. Der Internist 2013; 54: 63

Thomas-Rueddel DO, Vlasakov V, Reinhart K et al. Safety of gelatin for volume resuscitation – A systematic review and meta-analysis. Intensive care medicine 2012; 38: 1134

Vincent JL, Rello J, Marshall J et al. International study of the prevalence and outcomes of infection in intensive care units. JAMA 2009; 302: 2323

Kapitel 29

Intensivmedizinische Versorgung von Patienten mit Intoxikationen

29.1 Terminologie, Epidemiologie, Toxikokinetik *564*

29.2 Diagnostik *565*

29.3 Therapie *566*

29.4 Spezielle Vergiftungen *569*

29.5 Sonstige Interventionen *571*

29.6 Leseservice *572*

29 Intensivmedizinische Versorgung von Patienten mit Intoxikationen

Markus Görtz

29.1 Terminologie, Epidemiologie, Toxikokinetik

29.1.1 Terminologie

Definition

Akute Vergiftungen entstehen durch das Einbringen von Stoffen in den Körper, oberhalb einer toxischen Dosis. Dies sind zumeist körperfremde Stoffe, aber auch körpereigene oder verwandte Stoffe (z. B. Insulin) können zu einer Vergiftung führen.

Paracelsus (1493–1541) formulierte es so: *„Alles ist Gift, nichts ist ohne Gift, allein die Dosis macht, dass etwas kein Gift ist“.*

Vergiftungen gehören zu den Notfällen, welche auch in der Klinik noch zu einer Gefährdung des Versorgungsteams führen können! Ursache hierfür ist zum einen die Toxizität einiger Substanzen (Kontaktgifte), zum anderen können durch Einwirkungen der Gifte auf die Psyche des Patienten Fremd- oder Eigengefährdung nicht ausgeschlossen werden.

29.1.2 Häufigkeit

In Deutschland werden pro Jahr ungefähr 200 000 Fälle von akuten Vergiftungen in Krankenhäusern behandelt. An einer Vergiftung starben im Jahr 2012 1855 Personen (Statistisches Bundesamt).

Am häufigsten wurden Vergiftungsfälle mit Medikamenten, Chemikalien, Haushaltsmitteln, Pflanzen und Genussmitteln registriert. Dies geht aus den Jahresberichten mehrerer **Giftinformationszentralen** (GIZ) hervor.

Aus den Jahresberichten der Giftinformationszentralen kann man weiterhin entnehmen, dass der größte Anteil der Anfragen Kinder betreffen (▶ Abb. 29.1). Allerdings bedarf nur ein geringer Anteil dieser Vergiftungen einer ärztlichen Behandlung.

Vergiftungen im Kindesalter geschehen meist versehentlich (akzidentell), während bei Erwachsenen und Jugendlichen häufig suizidale Absichten einer Vergiftung zugrunde liegen.

Der Anteil der Intoxikationen an den Intensiv- und Notfallpatienten liegt bei etwa 9–10 %, wobei wiederum etwa 10 % auf ungewöhnliche Vergiftungen entfallen. Daher kommt der Anamneseerhebung und der Rücksprache mit einer GIZ in diesen seltenen Fällen eine besondere Bedeutung zu.

Tab. 29.1 Mögliche Aufnahmewege von Giftstoffen.

Aufnahmeweg	Giftstoff
Inhalation	Rauchgas, Lösungsmittel, flüchtige Stoffe, Rauschdrogen, CO, CO_2, Alkohol
oral	Medikamente, Alkohol, Pilze, Chemikalien, Pflanzen
transkutan	Schlangen und Insektenstiche, Injektionen (Drogen)
Schleimhäute	Medikamente, Rauchgase, Kokain
perkutan	Kontaktgifte (z. B. Pflanzenschutzmittel (Alkylphosphate)), Giftpflanzen (z. B. Eisenhut)
rektal, vaginal	in Alkohol getränkte Tampons oder „Bodypacker“: Rauschgifte in Umverpackung (z. B. Kondome) zum Schmuggeln

Abb. 29.1 Die meisten Vergiftungen betreffen Kinder. (M. Görtz)

29.1.3 Toxikokinetik

Definition

Die Toxikokinetik beschäftigt sich mit den Vorgängen der Applikation, Resorption, Verteilung, Metabolisierung und Elimination eines Giftes.

Inwieweit es im Körper zu einer toxischen Wirkung kommt, ist von mehreren Faktoren abhängig:

- Dosis
- Aufnahmeweg
- Resorptionsverhalten
- Kombination mit anderen Substanzen (z. B. Alkohol)
- Einwirkzeit
- Alter
- körperliche Konstitution

Giftaufnahme

Giftstoffe gelangen auf den verschiedensten Wegen in den menschlichen Organismus. Am häufigsten werden die Gifte oral aufgenommen (ca. 80 %), gefolgt von der Inhalation und der transkutanen Applikation (▶ Tab. 29.1).

Resorption und Verteilung

Definition

Unter der **Resorption** versteht man den Übertritt eines Stoffes durch eine Barriere in das Blut.

Als Barrieren dienen neben der Haut und den Schleimhäuten der Magen-Darm-Trakt und die Lunge. Entscheidend beeinflusst werden die Resorptionsgeschwindigkeit und letztlich somit auch die Wirkung eines Giftes durch dessen Aggregatzustand und der Löslichkeit eines Stoffes (flüssig/gelöst schneller als fest). Bei der **Ingestion** (Aufnahme in den Verdauungstrakt) spielt neben der Geschwindigkeit der Magen-Darm-Passage auch die begleitende Nahrungsaufnahme eine Rolle. Manche Gifte führen zu einer Magenatonie (z. B. trizyklische Antidepressiva) und somit zu einer Verzögerung der Resorption.

Bei der intravenösen Applikation entfällt die Resorption, das Gift gelangt somit schnell und vollständig in die Blutbahnen.

Unter Verteilung werden neben dem Transport des Giftes durch die Blutbahnen auch das Passieren weiterer Barrieren, wie z. B. der Blut-Hirn-Schranke oder Plazenta, verstanden.

Metabolisierung und Elimination

Vor ihrer Ausscheidung werden die meisten Giftstoffe im Körper metabolisiert (umgewandelt). Dies geschieht häufig in

der Leber. Die entstehenden Metaboliten sind aber nicht unbedingt unschädlicher als die Gifte selbst. Häufig entstehen andere, giftige Substanzen, gelegentlich sind auch erst die Metaboliten toxisch.

Die Ausscheidung erfolgt zumeist renal oder über den Stuhl. Einige Gifte werden aber auch über die Atmung oder die Haut ausgeschieden, wobei z. B. die Ausscheidungen von Alkylphosphaten über die Haut weiterhin toxisch sind (**Cave:** Gefahr für das Versorgungsteam!).

29.2 Diagnostik

29.2.1 Klinische Symptomatik

Aufgrund der Vielzahl von Giften, der oftmaligen Kombination verschiedener Gifte und der enormen Bandbreite an Symptomen (▶ Tab. 29.2) ist es nahezu unmöglich, allein anhand von Symptomen eine Vergiftung sicher zu diagnostizieren, zumal je nach Schwere oder Fortschritt der Vergiftung verschiedene Reaktionen möglich sind (z. B. Alkohol: erst Exzitation, später Koma). Auch die Kombination verschiedener Gifte („Mischintoxikation") kann ein sonst eindeutiges Symptom verschleiern (z. B. statt der üblichen Miosis bei Opiaten können bei Kombination mit Kokain die Pupillen auch weit sein).

Tab. 29.2 Mögliche Symptome bei Intoxikationen.

Organsystem	Symptom
ZNS	• Depression: Störungen bis zum Koma • Exzitation: Unruhe, Verwirrtheit, Tremor, Krämpfe
Magen/Darm	• Übelkeit, Brechreiz, Erbrechen, Diarrhö, Obstipation
Haut	• Läsionen, lokale Rötungen, Blasenbildung, Nekrosen • Zyanose, Blässe, Rötung „Flush"
Geruch	• Foetor ex ore, Bittermandelgeruch bei Zyaniden
Atmung	• Bradypnoe, Tachypnoe, Apnoe • Cheyne-Stokes, Biot, Kußmaul
Kreislauf	• Tachykardie, Bradykardie • Herzrhythmusstörungen • Schock
Pupillen	• Miosis (z. B. Benzodiazepine, Opiate) • Mydriasis (z. B. Atropin, Botulismus, Kokain) • Nystagmus (z. B. Barbiturate, Carbamazepin)
Temperatur	• Hypothermie (z. B. begleitend bei Hypnotika, Alkohol) • Hyperthermie (z. B. Neuroleptika, Amphetamine wie z. B. Ecstasy)

Merke

Grundsätzlich muss bei jeder plötzlichen Bewusstlosigkeit, neben der Möglichkeit von ICB, Apoplex und Blutzuckerentgleisung, an eine Vergiftung gedacht werden.

29.2.2 Zielgerichtete Anamnese

Bei Vergiftungen ist es unerlässlich, andere Hinweise in die Diagnostik mit einzubeziehen. Hierzu gehört u. a. eine ausführliche Anamnese:

- Eigenanamnese des Patienten erheben, sofern er kooperativ und orientiert ist.
- Fremdanamnese (Angehörige, Rettungsdienstpersonal) mit Blick auf folgende Punkte erheben:
  - Vorerkrankungen, OPs, Unfälle,
  - regelmäßige Medikamente (Interaktionen mit den Toxinen!),
  - mögliche Suizidgedanken (Abschiedsbrief, auffällige Äußerungen, indirekte Andeutungen),
  - berufliches Umfeld (Chemikalien, Zugang zu Medikamenten).
- Vom Rettungsdienst sollte Auskunft eingeholt werden zu:
  - Auffinde-Situation,
  - Umgebungsuntersuchung (inkl. Mülleimer und WC).

Die Anamnese sollte zielgerichtet folgende Punkte (sog. „W-Fragen") abklären, da diese auch i. d. R. im Gespräch mit einer Giftnotrufzentrale abgefragt werden:

- **Wer** ist betroffen? (Alter, Geschlecht, Größe, Gewicht, körperliche Konstitution)
- **Wie** wurde der Stoff aufgenommen? (Aufnahmeweg, s. ▶ Tab. 29.1)
- **Was** wurde aufgenommen? (Giftstoff, Produktname, Beschreibung von Pflanzen, Pilzen usw.)
- **Wie viel** wurde aufgenommen? (möglichst genaue Angaben)
- **Wann** erfolgte die Giftaufnahme? (genaue Angabe von Giftaufnahme und Symptombeginn)
- **Warum** wurde der Giftstoff aufgenommen? (Suizidversuch, Unfall, versehentliche Überdosierung)

29.2.3 Körperliche Untersuchung

Die genaue körperliche Untersuchung beinhaltet folgende Aspekte:

- Untersuchung der Haut auf Einstichstellen, Hautveränderungen, Blasen usw.
- Untersuchung der Mundschleimhaut auf Verätzungen, Einstichstellen oder Tablettenreste
- Kontrolle der Pupillenreaktion (dabei auf Veränderungen der Skleren achten)
- Prüfung der Reflexe
- Auskultation und Untersuchung von Lunge und Abdomen
- Inspektion der Kleidung: Hierbei auf Eigenschutz achten (z. B. auf gebrauchte Spritzen bei Drogenkonsumenten!)
- Kontrolle von Stuhl oder Erbrochenem auf Tabletten- oder Pflanzen-/Pilzreste

29.2.4 Monitoring und Labor

▶ **Schnelltest.** Gegebenenfalls wird ein Schnelltest (▶ Abb. 29.2) auf Drogen und Medikamente durchgeführt. Dieser kann aber nur eingeschränkt verwertet werden, da nicht immer alle Medikamente einer Gruppe erkannt werden und die eventuelle Medikation durch den Rettungsdienst berücksichtigt werden muss.

Darüber hinaus können evtl. Untersuchungen von Giftresten und/oder Exkrementen durchgeführt werden (extrem selten!).

Zur weiteren Diagnostik gehören neben dem standardmäßigen Monitoring von Herzfrequenz, Blutdruck, Atemfrequenz und peripherer Sauerstoffsättigung

- 12-Kanal-EKG,
- Abnahme von Laborblut, um Vergiftungsfolgen oder Begleiterkrankungen zu erkennen (▶ Tab. 29.3),
- Serumkonzentrationsbestimmung bei Medikamentenvergiftung (z. B. Theophyllin, Digitalis usw.),
- Blutgasanalyse und Blutzuckerbestimmung,
- Temperaturmessung.

Abb. 29.2 Schnelltest auf Drogen und Medikamente.

Tab. 29.3 Klinisch-chemische Diagnostik bei Vergiftungen (n. Weilemann u. Reinecke 1997).

Laborparameter	Bedeutung	Differentialdiagnose
Blutzucker ↑	Hinweis auf Vergiftung mit Aceton, Koffein, Eisen, LSD, Theophyllin	diabetische Stoffwechselentgleisung
Blutzucker ↓	Hinweis auf Vergiftung mit Betablocker, Insulin, orale Antidiabetika, Phenothiazin, Salicylate	diabetische Stoffwechselentgleisung
Quick, AT III Ammoniak	Hinweis auf Vergiftung mit hepatoxischen Substanzen (z. B. Paracetamol, Knollenblätterpilzintoxikation)	Leberparenchymschaden mit Synthesestörung und/oder Coma hepaticum anderer Genese
Blutbild	Basisdiagnostik	Anämie
Blutgasanalyse	metabolische Azidose: Hinweis auf verschiedene Vergiftungen (z. B. Alkohol, Salicylate, Theophyllin, Formaldehyd, Kohlenmonoxid)	zur Prüfung der Lungenfunktion, zur Unterscheidung Azidose, Alkalose
Cholinesterase ↓	zusammen mit typischem Vergiftungsbild beweisend für Alkylphophat-Intoxikationen	schwere Lebersynthesestörung anderer Genese
Creatinkinase (CK) ↑	sehr häufig bei Schlafmittel- und Psychopharmaka-Intoxikation	Rhabdomyolyse
Elektrolyte	gerade die Kaliumverschiebung ist ein häufiger Begleiter vieler Intoxikationen	

29.3 Therapie

29.3.1 Sicherung der Vitalfunktionen

An erster Stelle steht die Sicherung der Vitalfunktionen, inklusive der Aspirationsprophylaxe bei bewusstseinsgetrübten Patienten, sofern dies nicht schon präklinisch durch den Rettungsdienst erfolgt ist. Das Prozedere unterscheidet sich bei vergifteten Patienten nicht von dem anderer Notfälle, d. h.:

- Sicherung der Atemwege und einer suffizienten Atmung oder Beatmung
- Aufrechterhaltung einer ausreichenden Zirkulation

Beide Schritte erfolgen nach den kliniküblichen Algorithmen, basierend auf den aktuellen Empfehlungen zur Reanimation/Notfallversorgung (z. B. ERC), wobei der Eigenschutz des Versorgungsteams noch einmal ausdrücklich erwähnt wird.

Merke

Es gilt der Grundsatz: „Behandle erst den Patienten, dann das Gift!"

Kontakt zur GIZ

Vor jeder spezifischen Therapie sollte eine GIZ kontaktiert werden, wenn nicht das Prozedere aufgrund der Häufigkeit der Vergiftung (z. B. Alkoholintoxikation) hinreichend bekannt ist. Bei vielen Vergiftungen ist es aber unerlässlich, Kontakt zu einer GIZ aufzunehmen, da die zunehmende Globalisierung sich auch bei Vergiftungen auswirkt. Beispiele hierfür sind die vielfältigen Bestellmöglichkeiten im Internet, die einen Zugriff auch auf ungewöhnliche Giftstoffe ermöglichen, oder die zunehmende Beliebtheit exotischer Haustiere.

Praxistipp

Da die zügige Einleitung einer spezifischen Therapie für die Prognose des Patienten von enormer Bedeutung ist, sollte der Kontakt zur GIZ parallel zur Erstversorgung in der Klinik erfolgen.

29.3.2 Giftelimination

Die spezifische Therapie bei Vergiftungen dient dazu, Giftstoffe aus dem Körper zu entfernen (Elimination), unschädlich zu machen oder die Wirkung abzuschwächen. Die Maßnahmen werden unterteilt in:

- primäre Giftelimination
- sekundäre Giftelimination
- Antidot-Therapie

► **Primäre Giftelimination.** Hierunter versteht man Maßnahmen, die darauf abzielen, Giftstoffe vor der Resorption aus oder vom Körper zu entfernen. Dazu zählt auch die Rettung aus einer kontaminierten Umgebung. Hierbei hat aber der Eigenschutz höchste Priorität! Gerade bei gasförmigen Giften ist die Rettung häufig nur unter schwerem Atemschutz durch die Feuerwehr möglich.

► **Sekundäre Giftelimination.** Diese Maßnahmen zielen darauf ab, bereits resorbierte Toxine wieder (beschleunigt) auszuscheiden.

Primäre Giftelimination bei nicht oralen Vergiftungen

Hier besteht nur die Möglichkeit, kontaminierte Kleidung zu entfernen (Luftdicht verpacken wegen möglicher Umgebungskontamination! Gegebenenfalls für toxikologische Untersuchungen aufbewahren!) oder Giftstoffe von der Haut abzuwaschen. Diese Maßnahme muss evtl. häufiger wiederholt werden, falls ein Giftstoff auch über die Haut ausgeschieden wird. Verwendet werden sollten nur Schwämme, keine Bürsten (Hautläsionen) und nur mäßig warmes, keinesfalls heißes Wasser, da ansonsten durch eine verstärkte Hautdurchblutung evtl. die Giftaufnahme gesteigert würde. Bei besonderen Vergiftungen (z. B. Alkylphosphate) kann zusätzlich auch Polyethylenglykol zum Lösen des Giftes von der Haut eingesetzt werden.

► **Augen- und Mundspülung.** Auch die Augen- oder Mundspülung kann bei entsprechender Schädigung als Maßnahme zur Giftentfernung dienen. Dabei ist darauf zu achten, dass die Spülflüssigkeit nicht über das ganze Gesicht läuft, sondern seitlich abfließen kann.

Primäre Giftelimination bei oralen Vergiftungen

(Provoziertes) Erbrechen

Erbrechen ist die einfachste Möglichkeit des Körpers, oral aufgenommene Gifte wieder zu eliminieren. Bei vielen Vergiftungen (z. B. Pilze, Pflanzen usw.) kommt es häufig zum spontanen Erbrechen, außerdem werden einigen besonders toxischen Stoffen Emetika beigemengt.

Erbrechen zu provozieren, wird heute eher distanziert gesehen (*„Erbrechen ist out“*, Bastigkeit 2003). Die GIZ Freiburg hat diese Maßnahme 2012 nur ein einziges Mal empfohlen (< 1‰). Das Erbrechen sollte binnen einer Stunde nach Ingestion stattfinden, womit sich ein sehr enges Zeitfenster für diese Maßnahme ergibt.

Mechanische Reizung und Salzwassergabe gelten heute als obsolet; einerseits wegen der Verletzungsgefahr, andererseits wegen der Elektrolytverschiebung und daraus in der Vergangenheit resultierten Todesfällen. Auch Apomorhin wird wegen der starken Nebenwirkungen (Atem- und Kreislauf-Depression) nicht mehr empfohlen und sollte nicht mehr verwendet werden.

► **Kontraindikationen.** Absolute Kontraindikationen für ein provoziertes Erbrechen sind:
- Vergiftungen mit Säuren, Laugen oder Schaumbildner
- Vergiftungen mit Lampenöl, organische Lösungsmittel
- Paraquat, Diquat, Alkylphosphate
- Bewusstseinsstörungen oder Vergiftung mit Stoffen, die dazu führen können
- Kreislaufdepression, Krampfanfälle
- Atemstörungen
- Säuglinge < 9 Monaten

Merke

Gerade Lampenöle dürfen nicht wieder erbrochen werden, da von einer Aspiration schon geringster Mengen eine größere Gefahr (ARDS) ausgeht als von der Ingestion.

Verdünnung

Das Trinken von Wasser als Methode der Verdünnung wird heutzutage nicht mehr empfohlen, da die Gefahr der Überwässerung mit Elektrolytverschiebung gegenüber dem Nutzen überwiegt. Bei Verätzungen (Ingestion von Säure und Laugen) wird die Gabe von Wasser kontrovers diskutiert, von der GIZ Bonn aber immer noch für den bewusstseinsklaren Patienten direkt nach Giftaufnahme empfohlen.

Magenspülung

Die Indikation für die Magenspülung wird heute viel enger gesteckt als früher (2012 wurde sie von der GIZ Freiburg 51-mal empfohlen). Zeitlich gesehen, wird die Magenspülung nur in der ersten Stunde nach Ingestion als sinnvoll angesehen. Je nach Giftstoff (z. B. Anticholinergika) und einer eventuell resultierenden Magen-Darm-Atonie kann das zeitliche Intervall auch weiter gesteckt werden.

► **Kontraindikationen..** Als Kontraindikationen gelten auch hier:
- Vergiftungen mit Säuren, Laugen oder Schaumbildner
- Verletzungen/Blutungen des Gastrointestinaltrakts
- Vergiftungen mit Lampenölen

Bei Bewusstseinsstörungen oder einer möglichen Gefahr der Bewusstseinstrübung müssen die Patienten vor der Magenspülung zur Aspirationsprophylaxe schutzintubiert werden. Ein sicherer, venöser Zugang und Monitoring sind obligat, funktionsbereite Absaugung und Notfallequipment müssen griffbereit sein.

► **Material.** Material zur Magenspülung:
- Magenschlauch, durchsichtig; bei Kleinkindern evtl. Magensonde
- Trichter, Verlängerungsschlauch, Messbecher
- Beißschutz
- Auffangbehälter, Asservationsmaterial
- Blasenspritze, Klemme
- Kohlepulver
- Schutzkleidung
- Lokalanästhetikum (Spray, Gel)

► **Durchführung.** Die Magenspülung wird wie folgt durchgeführt:
- Patienten in stabiler Linksseitenlage lagern, Kopf tief, Beißschutz einlegen.
- Magenschlauch mit Lokalanästhetikum bestreichen und einführen.
- Lage kontrollieren, ggf. Mageninhalt für Laborzwecke aspirieren.
- Trichter aufsetzen und mit ca. 300 ml körperwarmen Wasser füllen (bei Kindern: physiologische Kochsalzlösung, 5 ml/kgKG).
- Trichter anheben, Wasser einlaufen lassen.
- Trichter unter Patientenniveau senken und in Auffanggefäß ablaufen lassen.
- Erste Portion ggf. asservieren.
- Vorgang wiederholen mit mind. 10–20 l (Kinder max. 5 l), bis der Rückfluss klar ist (bei Alkylphosphaten oder Paraquat auch deutlich mehr).
- Keine Luft insufflieren.
- Ein- und auslaufende Menge müssen identisch sein.
- Magenschlauch abklemmen, Schlauch entfernen.
- Kohle über neue Magensonde verabreichen oder trinken lassen.

Endoskopie

Alternativ zur herkömmlichen, „blinden“ Magenspülung können Tabletten auch im Rahmen einer Gastroskopie unter Sicht mittels Spülung entfernt werden. Die Endoskopie eignet sich v. a., wenn die Tabletten zu einem Bezoar verbacken sind oder zur Entfernung von Bodypacks. Sollte dies nicht gelingen, müssten die Pakete ggf. chirurgisch mittels Laparotomie entfernt werden.

Aktivkohle

Auch Stunden nach der Ingestion bindet die Aktivkohle Giftstoffe und verhindert so die Resorption. Anders als beim Erbrechen oder bei der Magenspülung, bindet die Kohle auch im Darm befindliche Giftstoffe.

Merke

Die Gabe von medizinischer Kohle ist heutzutage die wichtigste Maßnahme der primären Giftelimination bei oralen Intoxikationen (726 Empfehlungen für die einmalige, 72-mal für die mehrfache Gabe durch die GIZ Freiburg 2012).

► **Kontraindikationen.** Aktivkohle ist kontraindiziert bei Säuren und Laugen, organischen Lösungsmitteln und Tensiden wegen der Gefahr des Erbrechens. Sie ist sinnlos bei Alkoholvergiftung und fraglich bei Vergiftungen mit Lithiumsalzen und Schwermetallen wegen der in diesen Fällen schlechten Bindungsfähigkeit.

► **Anwendung.** Die Aktivkohle wird entweder einmalig (Single-dose) oder auch wiederholt (Multi-dose) gegeben. Bei der einmaligen Gabe werden 0,5–1 g/kgKG Kohlepulver aufgeschwemmt (ca. 400 ml Wasser auf 50 g Kohle) und entweder vom wachen, bewusstseinsklaren Patienten getrunken oder über eine Magensonde appliziert. Wegen der erhöhten Aspirationsgefahr, sollten bewusstseinsgetrübte Patienten vor der Kohlegabe auch intubiert werden. Eine weitere Dosierempfehlung richtet sich nach der eingenommenen Giftmenge. Hierbei wird pro Gramm Toxin die 10-fache Menge Aktivkohle gegeben.

Bei Ingestion von großen Mengen Gift, bspw. 30 g, wird es schwierig, soviel Aktivkohle einmalig zu geben. In diesem Fall kann nach der initialen Gabe von 1 g/kgKG eine repetitive Gabe von 25 g alle 4–6 h erfolgen. Grundsätzlich zu erwägen ist die Multi-dose-Gabe bei Vergiftungen mit Carbamazepin, Phenobarbital oder Theophyllin. Bei dieser großen Menge Aktivkohle ist die zusätzliche Gabe eines Laxans zu erwägen.

Forcierte Diarrhö

Eine generelle Gabe von Laxanzien nach Kohleapplikation wird zumindest von der GIZ Bonn nicht mehr grundsätzlich empfohlen. Sinn einer Laxanzgabe ist es, die an die Kohle gebundenen Toxine schneller auszuscheiden. Ein gängiges Präparat wäre Natriumsulfat (Glaubersalz).

Magen-Darm-Spülung

Eine Empfehlung zur Spülung von Magen und Darm mit speziellen Lösungen (z. B. Golytely) über Magen-/Dünndarmsonde wird heute eher selten (in Freiburg 5-mal in 2012) ausgesprochen (z. B. bei Intoxikation mit Theophyllin-Retard-Präparaten, wenn trotz Kohlegabe die Serumkonzentration von Theophyllin steigt). Es handelt sich hierbei um eine Mischform zwischen primärer und sekundärer Giftelimination, da auch Substanzen, welche in den Darmtrakt rückresorbiert werden, entfernt werden.

Die Gefahr einer Überwässerung ist sehr groß. Neben den üblichen Überwachungsmaßnahmen sollte außerdem der Bauchumfang engmaschig gemessen, sowie die Elektrolyte engmaschig kontrolliert werden. Die Messung des ZVD hat – wie in anderen Bereichen auch – wenn überhaupt, nur eine Funktion als Verlaufskontrolle.

► **Kontraindikationen.** Kontraindikationen sind Vergiftungen mit Säuren und Laugen, Darmatonie, Darmperforation oder Darmblutungen sowie massive Störungen des Wasser- und Elektrolythaushalts.

Sekundäre Giftelimination

Wurde ein bestimmter Giftstoff bereits resorbiert, stehen folgende Eliminierungsverfahren zur Verfügung:

- Hyperventilation
- forcierte Diurese
- Hämoperfusion/Dialyse

Hyperventilation

Diese Maßnahme dient dazu, Stoffe, die über die Atmung ausgeschieden werden, schneller zu eliminieren (z. B. Tetrachlorethen). Die früher empfohlene Atemsteigerung durch Zumischen von CO_2 in die Einatemluft scheitert wahrscheinlich schon an den fehlenden technischen Möglichkeiten.

Die Patienten müssen also beatmet und mäßig hyperventiliert werden, d. h., die PCO_2-Werte sollten nur leicht unter den unteren Normwerten liegen, um die Gefahr von zerebralen Gefäßspasmen zu umgehen.

Forcierte Diurese

Bei nierengängigen Stoffen kann die Elimination durch eine Steigerung der renalen Ausscheidung auf ca. 12 l Urin in 24 h beschleunigt werden. Neben der engmaschigen Kreislaufüberwachung sind hierbei auch engmaschige Laborkontrollen der Elektrolyte notwendig.

► **Alkalische Diurese.** Bei sauren Toxinen (z. B. ASS) kann zusätzlich eine Alkalisierung des Urins auf pH-Werte zwischen 7,5–8, mind. einen Punkt über dem Blut-pH, sinnvoll sein. Diese spezielle Form der forcierten Diurese wird auch als alkalische Diurese bezeichnet. Hierzu wird Natriumhydrogencarbonat (evtl. mit Glukose 5 % verdünnt) i. v. verabreicht. Cave: Hypokaliämie!

Hämoperfusion/Dialyse

Nach Rücksprache mit der GIZ können Giftstoffe außerdem mittels Hämoperfusion, Hämodialyse oder auch Plasmapherese entfernt werden.

Antidot-Therapie

Bei der Antidot-Therapie werden die Giftstoffe entweder antagonisiert oder durch Bindung oder Umwandlung in weniger toxische Stoffe unschädlich gemacht. Hierbei unterscheidet man:

- **Lebensrettende Antidote:** Dies sind Antidote, ohne die der Patient bei einer schweren Vergiftung wahrscheinlich nicht überlebt (z. B. Atropin bei Alkyhlphosphaten).
- **Supportive Antidote:** Sie helfen den Verlauf abzumildern und Folgeschäden zu reduzieren. Das Überleben des Patienten kann aber durch andere intensivmedizinische Maßnahmen gesichert werden. Häufig ist es auch eine symptomatische Therapie.

Einige der wichtigsten Antidote sind in ► Tab. 29.4 beispielhaft aufgeführt:

Tab. 29.4 Wesentliche Antidote im Überblick.

Antidot	Gift	Bemerkung
Acetylcystein (ACC) Fluimucil Antidot	Paracetamol	
Atropin	Alkyhlphosphate, Carbamate, Cholinergika (z. B. Physostigmin)	initial 2–5 mg (Erwachsene) mit Dosissteigerung bis HF ↑ oder bis sich die Pupillen weiten
Biperiden, Akineton	Neuroleptika, Nikotin	
(4)DMAP, (Dimethyl-aminophenol-HCl)	Zyanide, Schwefelwasserstoffe	selbst toxisch, führt zu Methämoglobinbildung, daher anschließend Natriumthiosulfat und Toluidinblau
Ethanol, Alkohol-Konzentration 95 % Braun	Methanol (wenn mehr als 100 mg/kgKG aufgenommen wurden)	einige Autoren empfehlen auch hochprozentigen Trinkalkohol, die Dosierung ist aber recht ungenau
Flumacenil, Anexate	Benzodiazepine	
Glucagon	Insulin, β-Blocker	
Hydroxocobalamin, Cyanokit	Zyanide	nicht mit Natriumthiosulfat geben
medizinische Kohle (Aktivkohle)	verschiedene Gifte gilt als lebensrettendes Antidot bei Paraquat-Intoxikation	Single-dose: 0,5–1 g/kgKG oder 10-fache Menge des Giftes Multi-dose: 25 g alle 4–6 h
Naloxon, Narcanti	Opiate	initial 0,1 mg i. v.; Gabe bis ausreichende Spontanatmung vorhanden ist
Natriumthiosulfat	Zyanide, nach 4-DMAP-Gabe	
Physostigmin, Anticholium	Atropinintoxikation, ZAS, Tri- und tetrazyklische Antidepressiva	
Sab Simplex	Schaumbildner (Tenside)	
Toluidinblau	Methämoglobinämie, Zyanide nach 4-DMAP und Natriumthiosulfatgabe	

29.4 Spezielle Vergiftungen

29.4.1 Rauschmittel

Die Intoxikation mit Rauschmitteln stellt einen häufigen Grund für die Aufnahme auf eine Intensivstation dar. Neben den etablierten Drogen wie z. B. Heroin oder Haschisch treten zunehmend auch Vergiftungen mit „alternativen" Drogen auf. Ein Grund hierfür ist u. a., dass diese Drogen nicht unter das Betäubungsmittelgesetz fallen und somit (meist) legal sind. An erster Stelle stehen hier

- Nachtschattengewächse (Stechapfel, Tollkirsche, Engelstrompete) oder Pilze,
- „Spice", d. h. Kräutermischungen, die oft dem Cannabis verwandte Stoffe enthalten (bis vor Kurzem waren sie noch frei verkäuflich),
- Tiersekrete (Aga-Kröte); der Konsum ist eher selten, aber in der „Szene" nicht unbekannt.

Eine Intoxikation mit einer dieser Drogen ist aber keinesfalls zu vernachlässigen, da diese Pflanzen ein hohes toxisches Potenzial haben. Ferner bergen diese häufig selbst gewonnenen Drogen weitere Gefahren (Bastigkeit 2003):

- Der Gehalt der Inhaltsstoffe schwankt stark in Qualität und Quantität.
- Beim Sammeln besteht Verwechselungsgefahr.
- Die Wirkung ist nicht kalkulierbar, da Standort, Sammelzeitpunkt (fortschreitende Reife) und Zustand der Pflanze eine Rolle spielen.
- Rettungsdienst und Klinik sind nicht immer in der Lage, die Pflanzen zu identifizieren.
- Bakterielle Kontaminationen sind möglich.
- Meist bestehen Mischintoxikationen mit anderen Drogen und/oder Alkohol.

Intoxikation mit Nachtschattengewächsen

Als Rauschdroge werden z. B. verwendet:

- Stechapfel
- Tollkirsche
- Engelstrompete (▶ Abb. 29.3)
- Bilsenkraut

Diese Pflanzen enthalten psychoaktive Substanzen wie Atropin, Skopolamin und Hyoscyamin. Meistens werden die Pflanzen zu Tee verarbeitet und getrunken, manchmal auch gegessen oder geraucht.

Symptome

Die berauschende Wirkung ist in erster Linie durch Halluzinationen und Traumerlebnisse geprägt. Möglich sind Sekundärverletzungen aufgrund eines totalen Realitätsverlustes und Aggressionen gegen sich und andere. Aber auch Rededrang, Weinkrämpfe, Unruhe und sexuelle Erregung sind beschrieben. Durch die parasympatholytische Wirkung kommt es begleitend zu motorischer Unruhe die Herzfrequenz steigt an. Es können sich die Symptome eines anticholinergen Syndroms zeigen:

- Tachykarde Herzrhythmusstörungen
- heiße, meist trockene Haut
- Mydriasis
- Blutdruck meist hyperton
- Qualitative Bewusstseinsstörung bis hin zu Halluzinationen
- Sehstörungen, Augenreizung
- Stimmungsschwankungen, Angst und Beklemmungen
- ggf. Übelkeit und Erbrechen

Abb. 29.3 Engelstrompete. (wira 91 [Fotolia])

Therapie

Die Therapie besteht aus:

- Sicherung der Vitalfunktionen, Monitoring
- Schutz vor sekundären Verletzungen
- Kühlung
- Sedierung mit Benzodiazepinen (Cave: Kein Atosil wegen Verstärkung des ZAS)
- Gifteleminierung mit Aktivkohle
- Antidot-Gabe: Physostigmin (Anticholium)

Merke

Eigenschutz beachten!

Intoxikation mit Amphetamin/Methamphetamin

Amphetamine, Methamphetamine und deren Derivate zählen heute zu den am weitesten verbreiteten Rauschdrogen. In der ersten Hälfte des letzten Jahrhunderts fanden sie Anwendung als Antiasthmatika, Appetitzügler oder als Schnupfenmittel. Im Zweiten Weltkrieg trat dann die aufputschende Wirkung mit reduziertem Schlafbedürfnis und gemindertem Schmerzempfinden in den Vordergrund. Bereits 1941 wurde die potenzielle Suchtgefahr erkannt. Seit 1986 fallen sie unter das BtMG und finden nur noch eine sehr begrenzte Anwendung.

Es handelt sich um synthetische Drogen, welche oral als Tabletten oder aber als Pulver eingenommen werden. Selten werden sie geraucht oder i. v. gespritzt.

Gängige Präparate sind

- bei den Amphetaminen das **Ecstasy** („LoveDrug", „Eve", ▶ Abb. 29.4) und
- bei den Methamphetaminen das **Speed** oder **Chrystal** (**Meth**).

Abb. 29.4 Ecstasy-Tabletten gibt es in unzähligen Formen. (B. Ringewaldt)

Neben den berauschenden Wirkungen kommt es zu einer Ausschüttung von Serotonin, Dopamin und Noradrenalin, was wiederum konsekutiv einerseits zu einer Tachykardie und Hypertension, andererseits zu einer Hyperthermie führt. Gleichzeitig wird das Durstgefühl reduziert. In der Folge dehydrieren die Konsumenten.

Symptome

Zu den Symptomen zählen:

- tachykarde Herzrhythmusstörungen
- meist Hypertension, im Verlauf auch Hypotonie oder Schock
- Hyperthermie
- Mydriasis, träge Pupillenreaktion, Nystagmus
- Übelkeit und Erbrechen
- Hyperventilation
- Schwindel, Seh- und Hörstörungen
- erhöhter Muskeltonus, tonisch-klonische Krämpfe, Tremor
- Halluzinationen, psychische Störungen

Als weitere Folgen, gerade bei entsprechenden Vorerkrankungen, wurden auch Herzstillstände, Myokardinfarkte, apoplektische Insulte oder auch intrakranielle Blutungen durch die Hypertension nach Ecstasy-Konsum beschrieben. Bei längerfristiger Einnahme können Rhabdomyolyse und Leberschäden auftreten.

Therapie

Da die Drogen aufgrund häufiger Beimengungen nie klar definiert sind, erfolgt eine meist symptomatische Therapie:

- Nachweis über Drogenschnelltest durchführen, eine Asservierung und eine laborchemische Untersuchung können nähere Aussagen zu eventuellen Zusatzstoffen bringen.
- Die Gabe von Aktivkohle zur Giftbindung ist nur binnen einer Stunde nach oraler Einnahme sinnvoll.
- Sauerstoff verabreichen.
- Großlumige Zugänge legen, Volumen mit physiologischer Kochsalzlösung substituieren (keine Vollelektrolytlösungen wegen häufiger Hyperkaliämie verwenden).
- Kühlen, bei extremer Hyperthermie (Fälle bis 43 °C sind beschrieben) kann Dantrolene eingesetzt werden.
- In Verbindung mit einer gesteigerten Muskelrigidität wird auch die Gabe von Muskelrelaxanzien nach Narkoseeinleitung und maschineller Beatmung diskutiert.
- Die Therapie von einer SVT durch β-Blocker ist mittlerweile umstritten.
- Bei VT sind Lidocain oder Amiodaron sinnvoll.
- Zur Sedierung Benzodiazepine verwenden, da diese auch antikonvulsiv wirken. Kein Atosil verabreichen, da dadurch die Krampfschwelle sinkt.
- Bei Hypertension: Nitroprussitnatrium oder auch α-Blocker (Urapidil) verabreichen.
- Azidose ausgleichen.
- Serotoninantagonisten (z. B. Zofran oder Kevatril) können supportiv eingesetzt werden.

Neben den akuten Intoxikationen liegt die Gefahr für Amphetamin-Konsumenten in der schnellen Gewöhnung und den gravierenden Organschädigungen, die auch schon nach kurzzeitigem Konsum der Drogen auftreten können. Der Verlust kognitiver Fähigkeiten, Leber,- Magen- und Nierenschäden sind genauso beschrieben wie Hauterkrankungen, Zahnausfall und Schwächung des Immunsystems.

▶ **Info „Liquid Ecstasy“.** Hierbei handelt es sich chemisch nicht um Ecstasy im eigentlichen Sinne, sondern um Präparate aus Gamma-Hydroxybuttersäure, einem Anästhetikum oder seiner Vorstufe, dem Butyrolacton (Vorkommen in Nagellackentferner oder Reinigungsmitteln). Die Wirkung ist ähnlich wie bei Ecstasy. In hohen Dosen kommt es aber zu einer plötzlichen Bewusstlosigkeit. Liquid Ecstasy wird häufig als K.O.-Tropfen eingesetzt mit oft kriminellem Hintergrund.

Intoxikation durch Opiate oder Opioide

Wird der Intensivstation durch den Rettungsdienst ein Patient mit Opiat-Intoxikation/BTM-Intoxikation angekündigt, denkt man zuerst an den jungen Drogenkonsumenten, der sich eine Überdosis „gefixt“ hat. Die Überraschung ist umso größer, wenn dann ein älterer, kachektischer Herr der Intensivstation zugeführt wird, soporös, mit Bradypnoe und Miosis. Beim Entkleiden finden die Pflegenden dann mehrere Fentanylpflaster, denn anscheinend wurden immer wieder neue Pflaster aufgeklebt, aber die alten aus Versehen nicht entfernt! Auch eine akzidentelle Vergiftung bei Kindern ist z. B. durch die neuerdings verfügbaren Fentanyl-Lutscher denkbar.

Die Mehrzahl der Opioid-Vergiftungen betrifft aber die intravenöse Applikation. Aber auch Heroin kann oral konsumiert werden. Eine extreme Gefahr besteht, wenn große Mengen Heroin im Körper geschmuggelt („Bodypacks“) oder bei einer Polizeikontrolle absichtlich verschluckt werden.

Symptome

Typisch ist die Trias aus:

- Miosis
- Bradypnoe
- ZNS-Depression (Somnolenz bis Koma)

Weitere Symptome sind:

- Hypotonie
- Bradykardie, Herzstillstand
- Schwitzen, Hautjucken
- Hypothermie
- zerebraler Krampfanfall

Therapie

Die Maßnahmen zur Sicherung der Vitalfunktionen stehen selbstverständlich auch hier im Vordergrund:

- ggf. Intubation und (assistierte) Beatmung
- symptomatische Kreislauftherapie
- Antikonvulsiva
- Aktivkohle bei oraler Aufnahme
- ggf. endoskopische oder chirurgische Entfernung von Body-Packs
- Naloxon (Narcanti) bis ausreichende Spontanatmung einsetzt. Eine komplette Antagonisierung bis zum Aufwachen wird von den meisten Autoren nicht mehr empfohlen. Hauptgrund ist die im Vergleich zu den meisten Opiaten kürzere Halbwertzeit des Naloxon, was zu einer Rückkehr der Vergiftungssymptomatik führt.

29.4.2 Vergiftungen durch Kohlenstoffmonoxid

Kohlenstoffmonoxid (Kohlenmonoxid, CO) ist ein farb-, geruch- und geschmackloses Gas, welches bei unvollständigen Verbrennungen entsteht. Ursachen für eine Intoxikation sind neben Suizidversuchen (z. B. durch Autoabgase) v. a. unfallbedingte Vergiftungen durch schlecht brennende Gasthermen oder Kaminöfen, verstopfte Kamine, in geschlossenen Räumen entfachte Holzkohlefeuer oder die Rauchgasintoxikation bei Bränden, wobei es sich bei letzterer um Mischintoxikationen mit anderen Brandgasen handelt. CO ist etwas leichter als Luft, es kommt also zu einer Vermischung. Das Luft-Kohlenstoffmonoxid-Gemisch ist leicht entzündlich.

Symptome

CO bindet sich etwa 200–300-mal schneller an das Hämoglobin als Sauerstoff. Dadurch kommt es zu einer O_2-Minderversorgung mit entsprechender Symptomatik an den O_2-empfindlichen Organen wie Gehirn und Herz. Die Schwere und Symptomatik (▶ Tab. 29.5) der Vergiftung sind abhängig von der CO-Konzentration der

Tab. 29.5 Mögliche Symptome der CO-Intoxikation in Abhängigkeit der Schwere der Vergiftung.

Schweregrad	COHb % im Blut	Symptome
leicht	• < 10 %	• evtl. leichter Kopfschmerz und leichte Sehstörungen
	• 10–20 %	• Atemnot bei Belastung • Kopfschmerzen • Herzklopfen
	• 20–30 %	• Ruhedyspnoe, Übelkeit
mittel	• 30–40 %	• Müdigkeit, Schwindel, Trübung von Wahrnehmung und Urteilsvermögen
schwer	• 40–50 %	• Verwirrtheit, Bewusstseinstrübung, Kollaps
	• 50–70 %	• Bewusstlosigkeit, evtl. Krampfanfälle • Cheyne-Stokes-Atmung • Tod innerhalb einer Stunde
letal	• > 70 %	• Tod innerhalb weniger Minuten

Einatemluft, der zeitlichen Exposition sowie von persönlichen Faktoren wie Alter, Grunderkrankung usw.

Die häufig in älterer Literatur beschriebene „kirschrote Haut" tritt eher postmortal auf. Problematisch an der CO-Vergiftung sind neben den akut lebensbedrohenden Vergiftungserscheinungen häufig erst spät auftretende Folgeschäden wie Gedächtnisstörungen, neuropsychiatrische Veränderungen, Hörverlust, Sehstörungen oder Augeneinblutungen.

Diagnostik

So früh wie möglich muss der COHb-Wert bestimmt werden, um den Schweregrad der Vergiftung schnellstmöglich beurteilen zu können. Eventuell ist auch die Messung der CO-Konzentration in der Ausatemluft des Patienten sinnvoll.

Merke

Achtung bei der SpO_2-Messung: Nur spezielle Geräte können zwischen O_2Hb und COHb unterscheiden! Herkömmliche Sättigungsgeräte liefern falsch hohe Werte, da sie nicht erkennen, ob das Hämoglobin mit Sauerstoff oder Kohlenmonoxid gesättigt ist!

Therapie

Bei einer akuten Kohlenstoffmonoxid- bzw. Kohlenmonoxid-Vergiftung sollten folgende Maßnahmen möglichst schnell umgesetzt werden:

- Patienten aus dem Gefahrenbereich retten, jedoch unter strikter Beachtung des Eigenschutzes! Im Zweifelsfall lieber auf die Feuerwehr warten.
- Schnellstmöglich Sauerstoff verabreichen.
- Sicheren Venenzugang legen und BGA-Blut abnehmen.
- Bei Bewusstlosigkeit Patienten intubieren und leicht hyperventilieren mit FiO_2 von 1,0, PEEP-Beatmung.
- Bei leichteren Symptomen kann die CO-Elimination durch NIV-Beatmung (S. 225) unterstützt werden.

Nach Aufnahme des Patienten in der Klinik werden i. d. R. durchgeführt:

- ein 12-Kanal-EKG,
- Laborroutine inkl. CK,
- bei Bewusstseinsstörungen und niedrigem COHb ein Drogenscreening,
- ggf. ein CCT und EEG sowie
- ein Röntgenthorax (toxisches Lungenödem?).

Kriterien für eine hyperbare Sauerstofftherapie sind:

- Bewusstlosigkeit, auch kurzfristige Bewusstlosigkeit,
- massive psychische Veränderungen,
- Angina pectoris, Ischämiezeichen im EKG, neuaufgetretene Arrhythmien sowie
- schwangere Patientinnen mit einem COHb > 15–20 % (fötales Hb bindet CO noch stärker) und
- Patienten mit COHb > 40 %.

Die hyperbare Sauerstofftherapie (HBO) ist eine Therapieform, bei der dem Organismus in einer Druckkammer mittels Überdruck 100 % O_2 appliziert wird. Durch Druck und Sauerstoff in Kombination ist es möglich, dass hohe Sauerstoffpartialdrücke (pO_2) im Blut und in Geweben erzielt werden, die durch einzelne Anwendung (nur O_2 oder nur Druck) nicht erreichbar wären (Gesetz von Henry). Die HBO bewirkt u. a. die Verdrängung von Kohlenmonoxid aus lebenswichtigen, sauerstoffabhängigen Eiweißen und Enzymen, verlängert die Sauerstoffdiffusionsstrecke im menschlichen Gewebe und sorgt für eine Reduktion von Ödemen durch Blutflussverminderung ohne Minderversorgung mit Sauerstoff.

Bei Kohlenmonoxid-Vergiftungen dient die HBO so der schnelleren CO-Elimination und ist wahrscheinlich auch geeignet, um Spätschäden zu vermeiden. Zu beachten ist auch, dass die Werte bei Rauchern chronisch erhöht sind.

29.5 Sonstige Interventionen

Neben der Stabilisierung der Vitalfunktionen und der Assistenz bei den Maßnahmen zur Giftelimination führen die Pflegenden bei der Versorgung von intoxikierten Patienten selbstverständlich auch die üblichen Pflegeinterventionen im Rahmen einer ganzheitlichen Patientenversorgung durch. Wie bei allen Intensivpatienten obliegt dem Pflegepersonal eine engmaschige und sorgfältige Patientenbeobachtung, da gerade bei Vergiftungen die Verläufe dynamisch sind und insbesondere quantitative und qualitative Bewusstseinsänderungen jederzeit auftreten können.

Patienten mit Aggressionen stellen das Klinikpersonal vor besondere Herausforderungen. Sollte eine deeskalierende Gesprächsstrategie fehlschlagen, ist es notwendig, den Patienten zu sedieren. Wegen der Schwierigkeit, einem Patienten gegen seinen Willen einen Venenzugang zu legen, muss man Alternativen in Betracht ziehen. Dazu zählt neben der i. m.-Injektion z. B. die nasale Applikation von Midazolam mittels MAD- (Mucosal-Atomization-Device-)Adapter. Dieser Adapter

Abb. 29.5 MAD-Adapter zur nasalen Medikamentenapplikation. (Fa. LMA Deutschland GmbH, Bonn)

wird auf eine normale Spritze aufgesetzt und das Medikament wird durch die feinen Düsen des Adapters zerstäubt und über die Nasenschleimhäute aufgenommen (▶ Abb. 29.5). Es sollten aber pro Nasenloch nicht mehr als 1 ml appliziert werden, daher sollte man beim Erwachsenen evtl. auf höher konzentriertes Midazolam zurückgreifen (1 ml = 5 mg). Bei Patienten mit schlechtem Venenstatus kann auch der intraossäre Zugang in Erwägung gezogen werden.

29.5.1 Spezielle pflegerische Aspekte

Bei einigen Vergiftungen sollten folgende spezielle Aspekte in der Pflegeplanung besondere Berücksichtigung finden:

- **Obstipation:** Die Gabe von Aktivkohle kann natürlich, ebenso wie einige Vergiftungen (z. B. Atropin), zu einer Obstipation führen. Daher ist auf regelmäßigen Stuhlgang zu achten.
- **Mundpflege:** Die Überdosierung/Vergiftung mit bestimmten Antidepressiva führt zu einer extremen Mundtrockenheit, auf die pflegerisch mit einer intensiven Mundpflege reagiert werden muss.
- **Suizidprävention:** Bei Patienten mit Suizidgedanken kommt der Suizidprävention eine besondere Bedeutung zu:
  - Fenster verschlossen?
  - Sind keine spitzen/scharfen Gegenstände (Glas, Wasserflasche!) in der Reichweite des Patienten?
  - Werden orale Medikamente sofort genommen oder gehortet?
  - Ebenso ist mit diesen Patienten bei jedem Besucher zu klären, ob ein Besuch vom Patienten überhaupt gewünscht ist.
- **Entzugsdelir bei Alkoholintoxikation:** Bei Patienten mit akuter Alkoholvergiftung ist besondere, sorgfältige Beobach-

tung notwendig, um rechtzeitig einem Übergang ins Entzugsdelir entgegenwirken zu können, da das Entzugsdelir immer noch mit einer hohen Mortalität verbunden ist.

29.6 Leseservice

29.6.1 Literatur

Bastigkeit M. Rauschdrogen – Drogenrausch. Edewecht: Stumpf u. Kossendey; 2003

Bastigkeit M. Medikamente in der Notfallmedizin. Edewecht: Stumpf u. Kossendey; 2003

Böhmer R, Merz T, Schneider T, Wolcke B. Taschenatlas Rettungsdienst. Mainz: Merz; 2001

Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, Rahmenkonzept zu Dekontamination verletzter Personen, 2006

Castner T. Endonasale Applikation von Notfallmedikamenten. Rettungsdienst 2005; 9: 858

Desel H. Indikationen zur Giftelimination nach oraler Exposition. GIZ Nord 2013

Flake F, Scheinichen F. Kindernotfälle im Rettungsdienst. Berlin: Springer; 2005

Giftinformationszentrum Nord, Hrsg. Jahresbericht 2008. Göttingen: Universitätsmedizin Göttingen; 2008

Hruby K. Akute Vergiftungen. In: Lasch HG, Lenz K, Seeger W. Hrsg. Lehrbuch der internistischen Intensivtherapie. 3. Aufl. Stuttgart: Schattauer; 1997

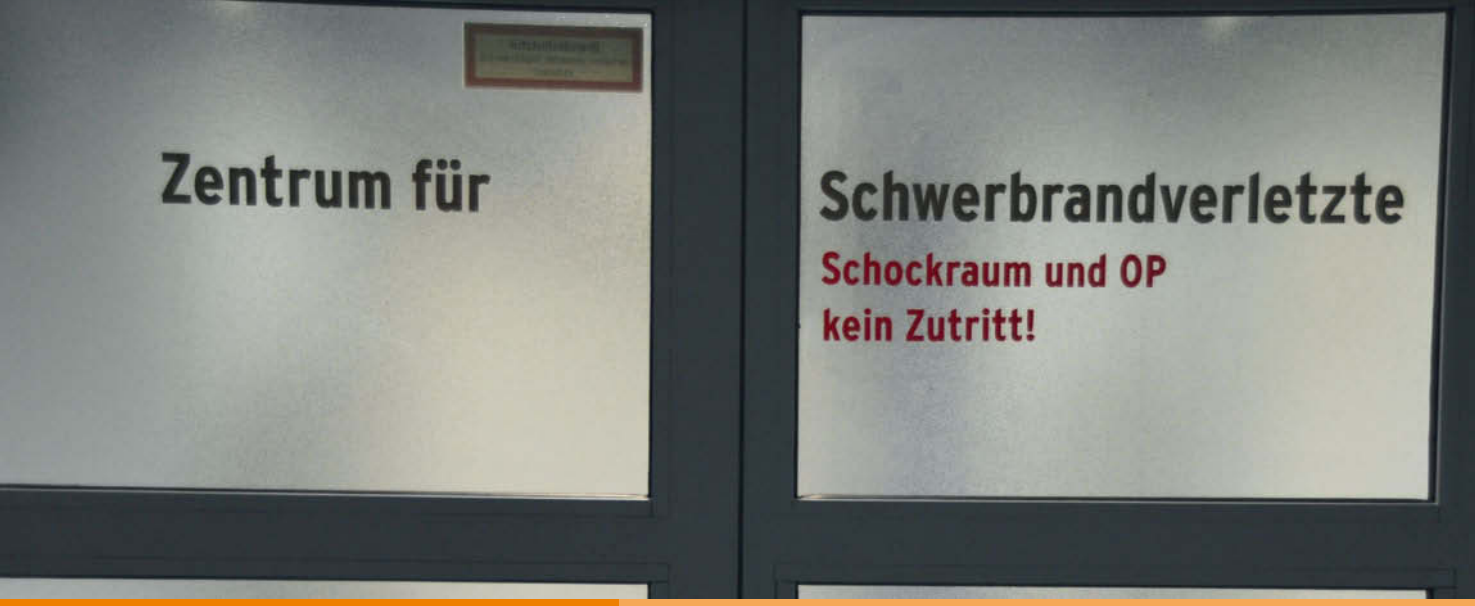
Informationszentrale gegen Vergiftungen des Landes NRW am Zentrum für Kinderheilkunde des Universitätsklinikums Bonn, Hrsg. Jahresbericht 2008. Im Internet: http://gizbonn.ag-kim.de/; Stand: 09.05.2014

Reichl FX. Taschenatlas Toxikologie. 3. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2009

Vergiftungs-Informations-Zentrale Freiburg, Hrsg. Jahresbericht 2012. Freiburg: Universitätsklinikum Freiburg; 2013

Weilemann LS, Reinecke HJ. Notfallmanual Vergiftungen. Stuttgart: Thieme; 1996

Zilker T. Klinische Toxikologie für die Notfall- und Intensivmedizin. Bremen: Uni-Med Verlag; 2008



Kapitel 30

Intensivmedizinische Versorgung von Patienten mit Verbrennungen

30.1 Grundlagen *574*
30.2 Diagnostik und Pathophysiologie *574*
30.3 Therapie in der Initialphase *578*
30.4 Wundbehandlung *579*
30.5 Pflege des Brandverletzten *580*
30.6 Leseservice *583*

30 Intensivmedizinische Versorgung von Patienten mit Verbrennungen

Marina Orzessek, Susanne Herzberg

30.1 Grundlagen

Verbrennungen der Haut entstehen durch thermische, elektrische und chemische Einflüsse. Wenn es sich um kleinflächige Verbrennungen handelt, steht die lokale Wundbehandlung im Fokus. Überschreitet das Verbrennungsausmaß jedoch ca. 10–15 % der Körperoberfläche (KOF), kommt es zu verheerenden Auswirkungen auf den gesamten Organismus, der sog. Verbrennungskrankheit. Deren einzigartige Pathophysiologie und die dazugehörige Behandlung bedürfen eines spezialisierten, interdisziplinären Teams aus Chirurgen, Intensivmedizinern und Intensivpflegenden.

In Deutschland stehen 36 Zentren mit 170 Betten für Patienten mit Verbrennungen zur Verfügung, ca. 47 Betten davon sind speziell für Kinder konzipiert. Die Vermittlung dieser Betten wird zentral über die Feuerwehr Hamburg gesteuert.

30.1.1 Epidemiologie

Laut der Deutschen Gesellschaft für Verbrennungsmedizin (DGV) wurden im Jahr 2012 in den deutschen Verbrennungszentren 1994 Brandverletzte behandelt. Die Statistik der DGV zeigt, dass deutlich mehr Männer als Frauen von Verbrennungen betroffen sind. Im Zusammenhang mit dem Unfall stehen Haushaltsunfälle an erster Stelle (67 %), gefolgt von Arbeitsunfällen (19 %) und Suiziden (4 %).

Ursachen für die Verbrennungen sind:

- Flamme
- Verbrühung
- Explosion
- Kontakt
- Strom
- Sonstiges (z. B. Chemikalien)

(Verbrennungsstatistik der Deutschen Gesellschaft für Verbrennungsmedizin 2012)

Tab. 30.1 Aufgaben der Haut.

Funktion	Aufgaben
Schutzfunktion	Schutz gegen • mechanische, chemische, elektrische Einwirkungen • Hitze- und Kälteschäden • Eindringen von Bakterien
Transmitterfunktion	• nimmt Stoffe aus der Umwelt auf • kann über Schweiß und Talgproduktion Gift- und Schlackenstoffe ausscheiden
Speicherorgan	• für Wasser, Fett und andere Bestandteile des Stoffwechsels
Ausgleich des Wärmehaushaltes	• maßgeblich am Wasserhaushalt beteiligt durch Haargefäßnetz und Schweißdrüsen
Sensibilitätsorgan	• Nervenenden und Rezeptorenorgane registrieren Schmerz, Temperatur, Berührung und Druck
Erscheinungsbild und Aussehen	• Emotionen spiegeln sich auf der Haut wieder • „Spiegel der Seele“

30.1.2 Anatomische und physiologische Grundlagen

Die Haut ist das größte menschliche Organ und übernimmt vielfältige, physiologisch wichtige Funktionen, wovon eine der bedeutsamsten die Schutzfunktion ist.

▶ **Aufbau der Haut.** Die Haut besteht aus 3 Schichten:

- Epidermis
- Dermis
- Subkutis

In der Epidermis verläuft das Stratum basale, die Zellschicht zur Hautregeneration und dort ist auch ein Teil der freien Nervenenden (Nozizeptoren) angesiedelt, die aus der Dermis ragen. Die Hautanhangsgebilde, wie die Talg- und Schweißdrüsen, befinden sich in der Dermis. Die Haarfollikel reichen von der Tiefe der Dermis bis in die Subkutis.

30.2 Diagnostik und Pathophysiologie

30.2.1 Verbrennungstiefe

Eine Schädigung der Haut erfolgt bei Temperaturen von mehr als 50° C. Die Tiefe der Verletzung ist abhängig von:

- einwirkender Noxe
- Dauer der Einwirkung
- Höhe der Temperatur
- Lokalisation (die Haut weist eine unterschiedliche Dicke auf)
- Alter des Patienten (Kinder und alte Menschen haben eine dünnere Haut)

Die unterschiedlichen Verbrennungsgrade lassen sich den 3 Hautschichten zuordnen (▶ Abb. 30.1).

Die Bestimmung der Verbrennungstiefe erfolgt mit Hilfe der Schweregradklassifikation (▶ Tab. 30.2) und bedarf eines hohen Erfahrungsmaßes. Zudem gibt es Kriterien, die Unterstützung bei der Einteilung des Verbrennungsgrades bieten. Bei einer oberflächlich dermalen Verletzung lässt die Rötung des Verbrennungserythems durch Kompression nach, die Rötung ist „wegdrückbar“. Bei tiefergehenden Verbrennungen trifft dies nicht zu. Des Weiteren weist eine Blutung nach An-

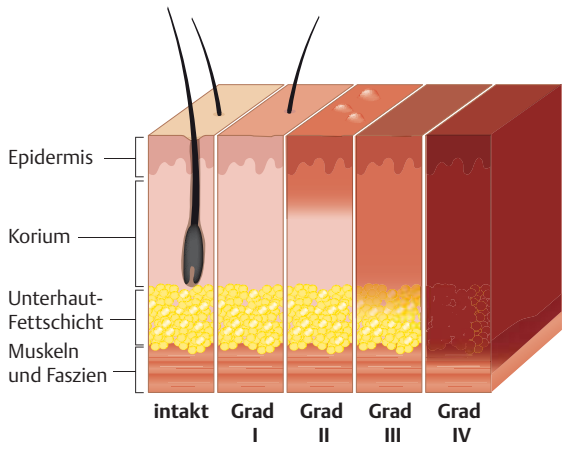


Abb. 30.1 Verbrennungstiefen in der schematischen Darstellung.

ritzen der Verbrennungswunde auf einen oberflächlicheren Grad hin (Ritztest positiv). Ein neueres Verfahren zur Bestimmung der Verbrennungstiefe, die Ermittlung der dermalen Perfusion mittels Laser Doppler, hat sich noch nicht flächendeckend durchgesetzt. Die Tiefe der Verbrennung ist entscheidend für die Wundbehandlung.

Merke

Drittgradige Verbrennungen sind schmerzfrei!

Tab. 30.2 Verbrennungstiefen und -merkmale.

Verbrennungsgrad	klinisches Bild	Lokalisation	Besonderheit
Grad 1	Rötung (typische Zeichen eines Sonnenbrandes), Schwellung durch reaktives Ödem	obere Epidermis	schmerzhaft
Grad 2a a b	Rötung, Blasenbildung, feuchter Wundgrund	Epidermis und der obere Anteil der Dermis	sehr schmerzhaft
Grad 2b	Blasen zerrissen, weißlicher Wundgrund	Epidermis und weiterreichende Teile der Dermis	weniger schmerzhaft, Haare und Nägel bleiben erhalten
Grad 3	Nekrose, weiß-grauer Wundgrund, lederartig	Epidermis und gesamte Dermis	schmerzfrei, Haare und Nägel fallen aus

Abb. aus Skrotzki 2005 und Paetz 2013

30.2.2 Verbrennungsausmaß

▶ **Neuner-Regel nach Wallace.** Das Ausmaß der Verbrennung wird anhand der Neuner-Regel nach Wallace bestimmt (▶ Tab. 30.3) und wird in Prozent der verbrannten Körperoberfläche (vKOF) angegeben. Die Berechnung von Kindern unterscheidet sich zu der von Erwachsenen, da sie anders proportioniert sind. Ihr Kopf ist größer als der von Erwachsenen im Vergleich zum Körperstamm. Die Ausdehnung der Verbrennung bestimmt das therapeutische Vorgehen.

Tab. 30.3 Neuner-Regel nach Wallace.

Körperteil	Erwachsener	Kind	Säugling
Kopf/Hals	9 %	16 %	**20 %**
Körperstamm vorne/hinten	2 × 18 %	2 × 16 %	**30 %**
Arme	2 × 9 %	2 × 9 %	**2 × 9 %**
Beine	2 × 18 %	2 × 16 %	**2 × 15 %**
Rest	**1 %**	**2 %**	**2 %**

▶ **1 %-Regel.** Eine einfachere Methode zur Bestimmung der verbrannten Körperoberfläche ist die 1 %-Regel. Sie besagt, dass die Handfläche des Verletzten einem Prozent der Körperoberfläche entspricht. So kann auch ein Laie schnell das ungefähre Ausmaß der Verbrennung bestimmen.

Inzwischen steht auch ein computergestütztes Verfahren zur Verfügung. Das **BurnCase 3D** ist eine Software, die hilft das Verbrennungsausmaß exakter zu berechnen. Dies haben Studien gezeigt. Leider ist es noch nicht in vielen Verbrennungszentren vertreten.

30.2.3 Prognose

Als Anhaltspunkt zur Prognose eines Brandverletzten wird angegeben, dass wenn das Alter des Patienten (in Jahren) plus der verbrannten Körperoberfläche (in Prozent) die 100 überschreitet, so kann von einer infausten Prognose ausgegangen werden. Weitaus differenzierter ist der ABSI-Score nach Tobiasen (Abbreviated Burn Severity Index, Tobiasen et al. 1982). Dieser berücksichtigt das Geschlecht, das Alter, das Vorhandensein eines Inhalationstraumas, die Tiefe der Verbrennung und das Verbrennungsausmaß (▶ Tab. 30.4).

Tab. 30.4 ABSI-Score (n. Tobiasen).

Parameter	Punkte
Geschlecht	
Mann	0
Frau	1
Alter	
0 – 20	1
21 – 40	2
41 – 60	3
61 – 80	4
> 80	5
Verbrennungsart	
Inhalationstrauma	1
Verbrennung 3. Grades	1
% verbrannte Körperoberfläche (KOF)	
1 – 10	1
11 – 20	2
21 – 30	3
31 – 40	4
41 – 50	5
51 – 60	6
61 – 70	7
71 – 80	8
81 – 90	9
91 – 100	10
Sterbewahrscheinlichkeit in Prozent	**Gesamtpunkte**
< 1	2 – 3
2	4 – 5
10 – 20	6 – 7
30 – 50	8 – 9
60 – 80	10 – 11
> 90	> 11

30.2.4 Pathophysiologie

Lokale Auswirkungen

In Bezug auf die Pathophysiologie werden systemische und lokale Auswirkungen unterschieden. Bereits 1953 beschreibt Jackson die Ausbreitung thermischer Schäden im Gewebe (Jackson 1953). Dieses Konzept hat bis heute Geltung. Demnach befindet sich im Mittelpunkt der Hitzeeinwirkung die Koagulationszone. In dieser Zone liegt, unabhängig von der Therapie, eine Nekrose vor. Um das Zentrum herum liegt die Stasezone. Diese Zone hat das Potenzial zur Regeneration, aber es kann dort auch zum sog. „Nachbrennen" kommen. In diesem Fall wäre ein Zelluntergang die Folge. Bis heute konnte noch nicht eindeutig geklärt werden, welche Umstände für die Regeneration bzw. für die zunehmende Nekrose verantwortlich sind. Der äußerste Bereich ist die Zone der Hyperämie, die durch eine Vasodilatation geprägt ist. Dort besteht im generellen nicht die Gefahr des Zelluntergangs, vorausgesetzt es kommt zu keiner ausgeprägten Wundinfektion.

Systemische Auswirkungen

Ab einem Verbrennungsausmaß von ca. 10–15 % entwickeln sich zusätzlich zu den lokalen Auswirkungen gravierende systemische Effekte. Die dadurch entstehende Verbrennungskrankheit ist ein schwerwiegendes Krankheitsbild. Dieses ist von verschiedenen Faktoren abhängig:

- Verbrennungsausmaß
- Verbrennungsbezirk
- Tiefe
- Lebensalter
- evtl. Begleitverletzungen bzw. Begleiterkrankungen

Gekennzeichnet ist der Krankheitsverlauf durch 3 Phasen:

- Schockphase
- Rückresorptionsphase
- Spätphase

Schockphase

Verbrennungstraumata sind geprägt von starken Flüssigkeitsverlusten und Flüssigkeitsverschiebungen (▶ Abb. 30.2). Dabei spielen die ersten 24 h nach der Verbrennung eine besondere Rolle. Aufgrund der verbrannten Haut verliert der Körper enorm viel Flüssigkeit über Exsudation und Evaporation. Durch die Zellzerstörung der Haut werden Mediatoren (Histamin, Prostaglandin, Kinin, Bradykinin u. a.) freigesetzt, die eine Vasodilatation und eine gesteigerte Gefäßpermeabilität verursachen. Das dadurch entstandene Kapillarleck lässt Proteine bis zu einem Molekulargewicht von 350 000 Dalton in das Interstitium. (Eiweißlösungen, die therapeutisch eingesetzt werden, weisen vergleichsweise ein kleineres Molekulargewicht auf.) So wird dort der onkotische Druck gesteigert und der Flüssigkeitsaustritt begünstigt. Die Folge ist ein generalisiertes Ödem, das schon in den ersten Stunden nach dem Trauma erkennbar ist und seinen Höhepunkt nach ca. 12–24 h hat. Unbehandelt führt es in einen Volumenmangelschock, denn das Öden betrifft nicht nur das verbrannte Areal, sondern den gesamten Körper.

In dieser Phase ist die Nierenfunktion gefährdet. Eine unzureichende Volumensubstitution kann zu einer Schockniere führen. Darüber hinaus steigt die Viskosi-

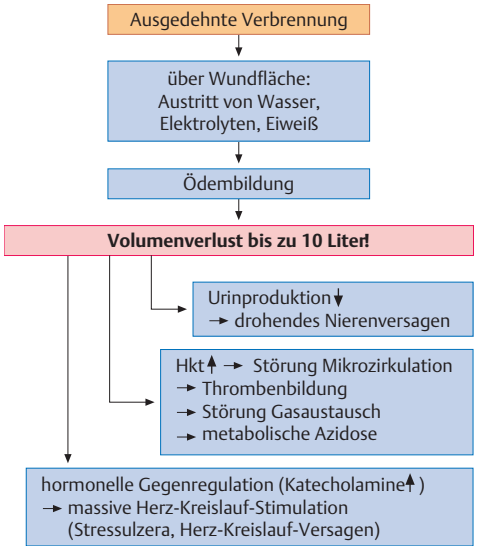


Abb. 30.2 Pathophysiologie des Verbrennungsschocks. (Paetz 2013)

tät des Blutes und so kann es zu Störungen der Mikrozirkulation kommen.

Rückresorptionsphase

Das entstandene Kapillarleck beginnt sich ca. 24 h nach der Verbrennung zu schließen. So kann die Rückresorption der Flüssigkeit aus dem Interstitium starten. Dadurch besteht die Gefahr von Elektrolytverschiebungen.

Ähnlich wie bei anderen Traumata kommt es auch nach einer Verbrennung zu einer Art von Postaggressionsstoffwechsel. Die sog. Flow-Phase ist durch eine katabole Stoffwechsellage, den Hypermetabolismus mit gesteigerter Körpertemperatur, der Glukoseverwertungsstörung, der Lipolyse und einen vermehrten Sauerstoffverbrauch gekennzeichnet.

Spätphase

Im weiteren Verlauf kann es nach etwa einer Woche zu einer Sepsis kommen. Diese liegt vor, wenn zu dem SIRS (S. 379) der Verbrennungskrankheit z. B. eine Wundinfektion aufgetreten ist. Eine Besiedlung der Wunden mit Keimen ist quasi unumgänglich und der Brandverletzte ist durch eine herabgesetzte Immunabwehr besonders gefährdet. Darüber hinaus kann eine Pneumonie Ursache der Sepsis sein. Besonders bei Patienten, die ein Inhalationstrauma aufweisen.

Neuere Erkenntnisse zeigen, dass die Stressparameter bei Brandverletzten auch noch lange nach der abgeschlossenen Wundheilung erhöht sind.

30.2.5 Inhalationstrauma

Definition

Das Inhalationstrauma ist definiert als eine Aspiration von überhitzten Gasen, Dämpfen, Flüssigkeiten, oder anderen anfallenden Verbrennungsprodukten, die zu einer Vielzahl individuell verschiedener Schädigungsmuster an den Atemwegen führen kann (American Burn Association 2003).

Pathophysiologie

Die Lunge kann bei einem Inhalationstrauma durch mehrere Faktoren geschädigt werden. Zunächst wäre die direkte Hitzeeinwirkung durch das Einatmen trockener Gase zu nennen. Chemische Schadstoffe, die z. B. beim Verbrennen von Kunststoffen entstehen, können ebenfalls zu Schädigungen führen. Die Inhalation von Kohlenmonoxid hat eine besonders hohe Toxizität, da es eine 300-fach höhere Affinität als Sauerstoff zum Hämoglobin hat und so eine kritische Verminderung des Sauerstoffangebots hervorrufen kann. Unter die systemischen Effekte fällt das aufgrund der kapillären Permeabilitätssteigerung entstandene Ödem. Dieses führt u. a. zu einer Verringerung der Compliance. Durch verschiedene inflammatorische Kaskaden kann es zu Atemwegsobstruktionen, Atelektasen und zu einer Beeinträchtigung des Ventilations-Perfusions-Verhältnisses kommen. Schlussendlich besteht die Gefahr der Entstehung eines ARDS (S. 468).

Merke

Das Vorhandensein eines Inhalationstraumas steigert die Sterblichkeit eines Brandverletzten enorm.

Klinische Symptomatik und Diagnostik

Für die Diagnosestellung eines Inhalationstraumas sind die klinischen Symptome wie Hustenreiz, rußhaltige Sekretion, Stridor, Heiserkeit und Dyspnoe wichtige Hinweise. Zudem gibt es äußere Faktoren, die auf ein Inhalationstrauma hinweisen, wie Brände in geschlossenen Räumen und Gesichtsverbrennungen mit verbrannten Nasenhaaren.

Bei einer Intoxikation mit Kohlenmonoxid (CO) können zusätzlich Kopfschmerzen, Übelkeit und Desorientiertheit auftreten. CO-Hb-Werte von 40–50 % führen zu Bewusstlosigkeit und Krämpfen.

Diagnostisch stehen arterielle Blutgasanalysen zur Verfügung. Bei einem berechtigten Verdacht auf ein Inhalationstrauma sollte unbedingt eine Bronchoskopie durchgeführt werden. Diese gilt als Goldstandart für die Frühdiagnostik.

Therapie

Die Indikation zur Intubation bei einem Inhalationstrauma sollte schnell und kritisch geprüft werden, da das zunehmende Ödem im Mund- und Halsbereich eine spätere Intubation rasch unmöglich machen kann. Durch den Tubus kann problemlos eine Bronchoskopie durchgeführt werden, die sowohl diagnostisch als auch therapeutisch zum Entfernen von Rußpartikeln und Sekret genutzt werden kann.

Zudem können Inhalationen mit β_2-Mimetika bei Bronchospasmus und Kortikoiden bei Ödembildung in Erwägung gezogen werden. Jedoch sollte insbesondere der Gebrauch von Kortikoiden aufgrund der immunsuppressiven Wirkung überdacht werden. Die systemische Gabe ist bei Patienten mit Verbrennungen deshalb kontraindiziert.

Ein neuerer Therapieansatz ist die Inhalation mit Heparin und Azetylzystein (ACC). Diese soll die bei einem Inhalationstrauma entstehenden Cats (interbronchiale Ablagerungen aus Fibrin und Zelldebris) verhindern. Empfohlen wird dabei die Inhalation mit Heparin (1 ml = 5 000 IE) und ACC (3 ml = 300 mg) im 4-h-Takt. Jedoch konnte dessen Wirksamkeit noch nicht völlig bewiesen werden.

Darüber hinaus gelten die allgemeinen Empfehlungen zur lungenprotektiven Beatmung und Lagerungstherapie, wie z. B.

die Bauchlage. Siehe hierzu Kap. „Förderung der Atmung und Atemtherapie“ (S. 181) und Kap. „Akutes Lungenversagen“ (S. 468).

Bei einer Kohlenmonoxid-Intoxikation sind ab einem Wert von 2 % CO-Hämoglobin eine Überwachung im Krankenhaus und die Gabe von Sauerstoff in hohen Konzentrationen angebracht. Ab einem COHb-Wert von ca. 20 % wird eine hyperbare Sauerstofftherapie empfohlen.

30.2.6 Stromverbrennungen

Bei einem Stromfluss durch den Körper ist die Gewebsschädigung abhängig von der Stromstärke. Zu erkennen sind äußerlich tiefe markierte Stromein- und -austrittspforten (▶ Abb. 30.3). Der Strom nimmt immer den Weg des geringsten Widerstandes (Ohmsches Gesetz). Da der Knochen den höchsten Widerstand bietet, entsteht dort eine große Hitzeentwicklung und es treten entlang der Knochen große Weichteilverletzungen auf. Es kommt zu gravierenden Gewebsschäden an Muskulatur, Nerven und Gefäßen.

Therapie

Bei einem elektrisch verursachten Herz-Kreislauf-Stillstand ist die Reanimationschance groß. Alle Stromverbrennungen müssen wegen der Gefahr der Herzrhythmusstörungen 24 h am Monitor überwacht werden. Die sonst übliche Flüssigkeitstherapie kommt hier nicht zur Anwendung, da die eigentliche Verletzung nicht äußerlich sichtbar ist. Die Steuerung erfolgt hier über die stündliche Urinausscheidung. Die zerstörten Muskelzellen geben den Muskelfarbstoff Myoglobin frei, der den Urin tiefbraun bis schwarz färbt und zu einer Crush-Niere führen kann.

Innerhalb des geschädigten Gewebes bilden sich massive Ödeme, die im weiteren Verlauf zu noch größeren Gewebsschäden führen können. Um den Ödemdruck nachzugeben, sind Entlastungsschnitte bis in die Muskelfaszie nötig. Der Patient und die Gewebsdurchblutung müssen genau beobachtet werden. Sind die Gewebsnekrosen zu groß, so ist die Amputation die oft einzig lebensrettende Maßnahme.

30.3 Therapie in der Initialphase

Die primäre Versorgung eines Patienten mit Verbrennungen ist entscheidend für dessen Prognose. Deshalb muss schnell geklärt werden, ob die Indikation zur Aufnahme bzw. Verlegung in ein Zentrum für Brandverletzte besteht.

Abb. 30.3 Stromverbrennung. Elektrounfall durch Anfassen einer Straßenbahnleitung. (B. Paetz)

30.3.1 Indikationen zur Aufnahme in ein Verbrennungszentrum

Eine stationäre Behandlung in einem der Zentren für Brandverletzte sollte unbedingt bei den folgenden Verletzungen eingeleitet werden:

- bei Erwachsenen:
  - Verbrennungen 2. Grades von 15 % und mehr der KOF
  - Verbrennungen 3. Grades von 10 % und mehr der KOF
- bei Kindern:
  - Verbrennungen 2. Grades von 10 % und mehr der KOF
  - Verbrennungen 3. Grades von 5 % und mehr der KOF
- bei Verbrennungen 2. oder 3. Grades mit Lokalisation an:
  - Gesicht
  - Hand
  - Fuß
  - Genital

Alle Patienten, die ein Inhalationstrauma aufweisen (auch bei nur leichten Verbrennungen im Gesicht), und Patienten, die durch elektrischen Strom zu Schaden kamen, müssen auch in einem Zentrum für Brandverletzte behandelt werden.

30.3.2 Erstversorgung im Verbrennungszentrum

Bei der Aufnahme eines Brandverletzten ist es zunächst wichtig, Informationen über den Unfallhergang, den Patientenzustand und die eingeleitete Therapie zu erhalten. Dies geschieht üblicherweise durch den Notarzt. Bei unklarem Unfallhergang und bei potenziellen Begleitverletzungen, die durch einen Sturz oder eine Explosion hervorgerufen werden können, sollte unbedingt als Erstes ein Ganzkörper-CT-Scan durchgeführt werden, um das gesamte Verletzungsausmaß zu erfassen. Akut lebensbedrohliche Verletzungen, wie z. B. eine Milzruptur oder intrakranielle Blutungen, haben in der Behandlung Vorrang zu der Verbrennung.

Merke

Ein Brandverletzter ist primär ansprechbar, ansonsten liegt eine Begleitverletzung vor!

Der Patient wird in einem speziellen Schockraum erstversorgt. Dieser Raum hat eine Temperatur von ca. 30–35 °C, um der Auskühlung des Patienten entgegen zu wirken. Der Brandverletzte wird zunächst entkleidet, um das Verbrennungsausmaß (S. 576) und die Verbrennungstiefe (S. 574) zu bestimmen. Dies ist auch für die Berechnung des Volumenbedarfes wichtig.

Volumensubstitution

Die Volumensubstitution ist eines der wichtigsten Bestandteile der initialen Verbrennungsbehandlung. Die meist genutzte Formel zur Berechnung des Volumenbedarfes in den ersten 24 h ist die **Baxter-Formel**:

- 4 ml kristalloide Lösung (z. B. Jonosteril 1/1) × % verbrannte Körperoberfläche (vKOF) × kg Körpergewicht

Davon wird die Hälfte in den ersten 8 h nach der Verbrennung infundiert und der Rest in den darauffolgenden 16 h. Wichtig ist dabei zu beachten, dass die Flüssigkeit, die bis zur Aufnahme ins Krankenhaus appliziert wurde, mit in die Berechnung eingeht.

Bedauerlicherweise haben Studien gezeigt, dass Patienten regelmäßig zu große Mengen an Infusionen erhalten haben, als es nach der Baxter-Formel notwendig gewesen wäre. Diese überschießende Volumengabe wird auch als „**Fluid Creep**“ bezeichnet. Verschiedene mögliche Gründe stehen damit in Zusammenhang. Das Verbrennungsausmaß wird häufig zu groß eingeschätzt und somit kommt es auch zu Verfälschungen bei der Berechnung der Baxter-Formel. Zudem kann sich ein vermehrter Einsatz von Opioiden negativ auf die Kreislaufsituation auswirken. Dieses Phänomen nennt man „**Opioid Creep**“. Dadurch kommt es wiederum zu einer erhöhten Volumengabe. Die Folgen der dadurch entstehenden Überinfusionen sind gravierend. Einerseits kann es zu einem ausgeprägtem Lungenödem mit schwerwiegenden respiratorischen Einschränkungen kommen oder zu Kompartmentsyndromen an den Extremitäten bzw. im Abdomen. Andererseits besteht die Gefahr, dass durch ein zunehmendes Ödem im verbrannten Hautareal die Perfusion der Stasezone herabgesetzt und dadurch ein „Nachbrennen“ hervorgerufen wird.

Deshalb ist es unbedingt notwendig die Volumentherapie streng zu überwachen. Die **Diurese** ist diesbezüglich ein wichtiger Parameter, sie sollte in den ersten 24 h bei **ca. 0,5 ml/kg KG/ h** liegen.

Die Gabe von kolloidalen Lösungen in der Initialphase ist sehr umstritten, da durch die Permeabilitätsstörung befürchtet wird, dass sich die Kolloide im Interstitium anreichern und so durch den osmotischen Druck das Ödem verstärkt wird.

Schockraummanagement

Ein adäquates Schockraumanagement ist für den Brandverletzten unverzichtbar und sollte durch ein interdisziplinäres Team erfolgen. Dabei ist zu beachten, dass im Schockraum eines Verbrennungszentrums unter streng sterilen Kautelen gearbeitet wird. Folgende Maßnahmen sind nach einem standardisierten Vorgehen durchzuführen:

- Sicherung der Atmung; ggf. Intubation bei z. B. Vorliegen eines Inhalationstraumas
- Monitoring (Blutdruck, Pulsoxymetrie, Temperatur, EKG, Diurese)
- umfassende körperliche Untersuchung
- Anlage eines großlumigen zentralen Venenkatheters, möglichst in ein unverletztes Hautareal
- Anlage einer invasiven arteriellen Blutdruckmessung, möglichst in ein unverletztes Hautareal
- Einleitung bzw. Fortführung der Analgosedierung
- Abstriche aller Verbrennungsareale zum Keimnachweis und MRSA-Screening
- Reinigung und Desinfektion des gesamten Körpers mit Rasur und Abtragung der Verbrennungsblasen, Wunddébridement
- Festlegung des exakten Verbrennungsausmaßes und der -tiefe inklusive Fotodokumentation
- Berechnung des Volumenbedarfes nach der Baxter-Formel
- Blutentnahme zur Laboruntersuchung (alle Routineparameter; zusätzlich Kohlenmonoxid-Hämoglobin bei Verdacht auf Inhalationstrauma und Troponin, CK und CK-MB bei Stromverletzungen)
- Anlage eines transurethralen Katheters
- ggf. Escharotomie
- Anlage des Wundverbandes (je nach Verbrennungstiefe und -ausmaß mit Silbersulfadiazinsalbe, Fettgase und Polihexanid Gel oder Suprathel)
- ggf. Tetanusprophylaxe
- ggf. Bronchoskopie

Die Durchführung der Maßnahmen folgt dabei keiner strikten Abfolge, sondern viele Tätigkeiten laufen parallel.

Abb. 30.4 Escharotomie. Bei zirkulären, tiefen Verbrennungen werden Entlastungsschnitte durchgeführt, um die arterielle Blutversorgung bzw. Atmung zu gewährleisten. (Skrotzki 2005)

Escharotomie

Bei drittgradigen Verbrennungen ist das betroffene Areal nicht mehr dehnungsfähig. So kann es bei zirkulären, tiefergehenden Verbrennungen mit dem Entstehen des generalisierten Verbrennungsödems zu einem Kompartmentsyndrom kommen. Dieses kann an den Extremitäten auftreten, aber es kann auch bei zirkulären drittgradigen Verbrennungen des Thorax zu einer wesentlichen Beeinträchtigung der Atmung bzw. Beatmung führen.

Aufgrund dessen müssen bei diesem harten Verbrennungsschorf (= Eschar) Entlastungsschnitte durchgeführt werden, die sog. Escheratomie (▶ Abb. 30.4). Dabei wird die Nekrose durchtrennt, um die arterielle Blutversorgung bzw. Atmung aufrechtzuerhalten.

Besonderheiten der initialen Therapie

Bei der initialen Behandlung von Brandverletzten gibt es einige Besonderheiten zu beachten. Auf die Gabe von **Diuretika** sollte in den ersten 24 h möglichst verzichtet werden, da eine unzureichende Diurese meistens auf eine zu geringe Volumenzufuhr deutet. Des Weiteren ist die Verwendung von **Kortison** aufgrund der immunsuppressiven Wirkung obsolet, da Patienten mit Verbrennungen eine geschwächte Abwehrlage aufweisen. Ebenso ist die **prophylaktische Gabe von Antibiotika** kontraindiziert. Umstritten ist auch die Gabe von **Katecholaminen** in der Initialphase, da insbesondere Norepinephrin mit seiner vasokonstriktorischen Wirkung die Perfusion der Stasezone vermindern soll und somit das „Nachbrennen" begünstigt. Demnach erhalten nur kreislaufinstabile Patienten nach ausreichender Volumengabe eine Katecholamintherapie.

30.4 Wundbehandlung

Die Wundbehandlung ist abhängig von der Tiefe der thermischen Schädigung (S.574). ▶ Tab. 30.5 gibt einen Überblick über die verschiedenen Möglichkeiten der Wundbehandlung je nach Verbrennungsgrad sowie über die ungefähre Dauer bis zur Abheilung der Verbrennungswunde.

30.4.1 Operation

Die Verbrennungswunde bietet einen idealen Nährboden für die Besiedelung mit Keimen. Die entstehenden Toxine zerstören auch gesunde Zellen. Aus diesem Grund ist die Frühexzision das Mittel der Wahl, wobei die operative Behandlung so früh wie möglich beginnt.

Es gibt mehrere Methoden der Nekrosenabtragung (▶ Abb. 30.5):

- tangentiale Abtragung
- epifasziale Abtragung
- enzymatisches Debridement

▶ **Tangentiale Abtragung.** Der Verbrennungsschorf wird mittels eines Hauttransplantats bis zu einem gut vaskularisierten Wundgrund abgetragen, petechiale Blutungen lassen das gut erkennen (▶ Abb. 30.5a). Diese Methode eignet sich gut für tiefe zweitgradige Schäden, da sie ein kosmetisch besseres Ergebnis erzielen.

Tab. 30.5 Möglichkeiten der Wundbehandlung bei Verbrennungen.

Verbrennungsgrad	Behandlung	Abheilung
1	• kühlende Lotion, juckreizstillendes Gel	• spontan nach ca. 3 Tagen
2a	• Silbersulfadiazinsalbe • Polihexanid Gel + Fettgaze • Suprathel	• spontan nach ca. 7–10 Tagen • ohne Narben
2b	• Silbersulfadiazinsalbe • Suprathel • Polihexanid Gel + Fettgaze	• evtl. Hauttransplantation nötig • Abheilung nach ca. 2–3 Wochen • Narbenbildung wahrscheinlich
3	• Silbersulfadiazinsalbe • Fettgaze	• Abheilung nur mit Hauttransplantation möglich • immer mit Narbenbildung

Abb. 30.5 Nekrosenabtragung. (Skrotzki 2005)
a Tangentiale Abtragung.
b Epifasziale Abtragung.

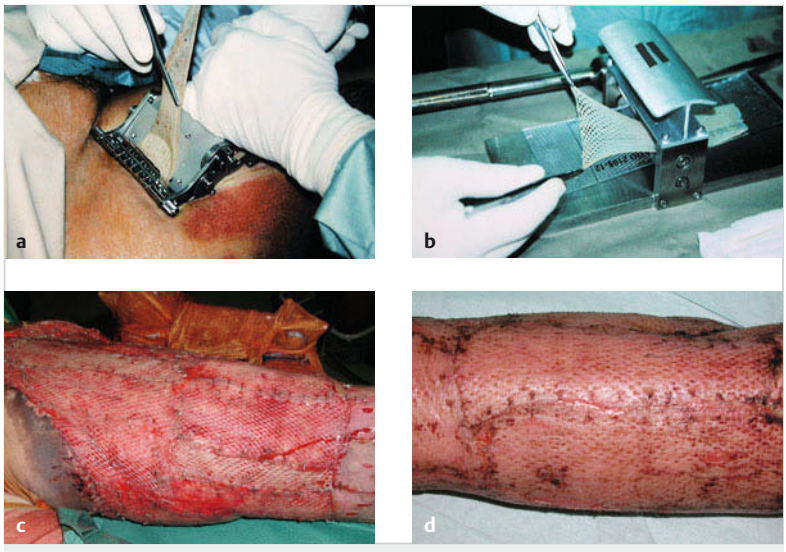


Abb. 30.6 Eigenhauttransplantate. (Skrotzki 2005)
a Hautentnahme.
b Meshgraft.
c Spalthauttransplantat (nach Thiersch).
d Abgeheiltes Transplantat.

► **Epifasziale Abtragung.** Bei drittgradigen Verbrennungen muss die Nekrose bis auf die Muskelfaszie abgetragen werden, um einen ausreichend durchbluteten Wundgrund zu erhalten (► Abb. 30.5b). Diese Methode ist blutärmer, allerdings kosmetisch unvorteilhafter.

Wegen der hohen Belastung für den Patienten ist eine Abtragung von mehr als 20 % der Körperoberfläche pro Operation nicht möglich.

► **Enzymatisches Debridement.** Seit kurzer Zeit wird die Auflösung des Eschars mittels eines Ananas-Enzyms in einigen Zentren durchgeführt. Diese Methode soll gewebeschonender sein, ist allerdings auch personell und logistisch aufwendig.

30.4.2 Deckung des Defektes

Eigenhauttransplantate

Bei tiefen Schäden ist ein bleibender Wundverschluss nur durch Deckung mit eigener Haut möglich.

Eigenhauttransplantate werden an unverletzten Hautpartien in einer Stärke von 0,2–0,3 mm mittels eines Dermatoms entnommen. Geeignete Entnahmestellen sind Ober- und Unterschenkel, aber auch an Armen, Bauch und Thorax können Streifen entnommen werden (► Abb. 30.6a). Bei Kindern bietet sich besonders die Kopfhaut an, dort heilen die Entnahmestellen gut ab und sind später nicht sichtbar. An den Entnahmestellen bleiben ausreichend epitheliale Elemente vorhanden, um sie spontan nach 10–14 Tagen abheilen zu lassen. Diese Haut steht dann unter Umständen für eine weitere Entnahme zur Verfügung. Die entnommene Spalthaut kann als ungemeshtes Transplantat verwendet werden. Um größere Defekte abzudecken, wird sie gemesht (► Abb. 30.6b) und wie ein auseinander gezogenes Netz auf die Bereiche gelegt (► Abb. 30.6c). Die Gitterstruktur des Transplantates ist bleibend zu erkennen und eignet sich daher aus kosmetischen Gründen nicht für Gesicht oder Hände.

30.4.3 Hautersatzmittel

Bei einer ausgedehnten Verbrennungsfläche können die nekrosektomierten Areale nicht sofort mit Eigenhaut abgedeckt werden, da nicht genügend Haut zum Decken zur Verfügung steht. Hier kommen andere synthetische Hautersatzmittel (Epigard, Biobrane) zur Anwendung, die aber immer nur einen vorübergehenden Wundverschluss darstellen.

Suprathel

Suprathel ist eine resorbierbare Wundauflage. Diese Methode der Wundabdeckung eignet sich gut bei 2a°–2b°-Verbrennungen. Der große Vorteil liegt darin, dass das Suprathel, wenn es einmal aufgelegt ist, fest am Wundgrund anhaftet. Über diese spezielle Wundauflage werden eine Fettgaze und ein abdeckender Mullverband gelegt. Die Fettgaze verbleibt mit dem Suprathel auf der Wunde und nur die oberen Mullkompressen müssen bei Durchfeuchtung gewechselt werden. Die Heilungstendenzen lassen sich gut durch die Fettgaze verfolgen. Für den Patienten ergeben sich dadurch seltenere und fast schmerzfreie Verbandwechsel. Nach ca. 10–21 Tagen löst sich das Suprathel vom Rand her, womit die Wunde im Idealfall darunter verheilt ist.

30.5 Pflege des Brandverletzten

Die Verbrennungskrankheit macht den Brandverletzten für einen langen Zeitraum zu einem schwerkranken Intensivpatienten. Erst wenn der größte Teil der Wunden verschlossen ist, ist der Patient aus der kritischen Zeit heraus und eine lange Rekonvaleszenzphase beginnt.

Ziele der Pflege und Behandlung der Verbrennung sind deshalb der rasche Wundverschluss, die Vermeidung von Infektionen und ein möglichst gutes kosmetisches Ergebnis mit wenig Narben und Kontrakturen.

30.5.1 Infektionskontrolle

Der Brandverletzte ist sehr anfällig für Infektionen. Er hat eine große offene Wundfläche, die einen idealen Nährboden für Keime bildet (Wärme, Feuchtigkeit, Zelltrümmer). Dabei ist seine Immunabwehr gesenkt. Er ist gefährdet durch die eigenen Keime aus dem Gastrointestinaltrakt,

den oberen Luftwegen, der unverbrannten Haut und den behaarten Körperteilen. Ein weiteres Problem sind die Hospitalkeime, die ihren Weg über Material und Personal zu ihm finden.

Alle Mitarbeiter auf einer Verbrennungsstation müssen sich der Infektionsgefahr bewusst sein und auf strikte Hygienemaßnahmen achten. Die wichtigsten Maßnahmen zur Infektionskontrolle sind:

- Händedesinfektion
- Isolationstechniken
- aseptisches Arbeiten

Merke

Die häufigste Todesursache bei Brandverletzten ist nach wie vor die Sepsis.

► **Isolation im Einzelzimmer.** Auf einer Brandverletztenstation wird der Patient im Einzelzimmer, idealerweise mit einer Schleuse isoliert. Das Patientenzimmer wird mit Haube, Mundschutz, Kittel und Handschuhen betreten. Die Materialien, die in das Zimmer hinein- und auch wieder heraus müssen, werden desinfiziert, ggf. auch sterilisiert. Der Patient muss vor Keimen aus der Umgebung geschützt werden und seine Keime dürfen nicht aus dem Zimmer heraus (Kreuzinfektion vermeiden!). Die häufig genutzten Materialien lagern in der Vorbox, eine gute Organisation und angepasste Lagerhaltung vermeiden häufiges Ein- und Ausschleusen.

► **Mikroklima.** Der Brandverletzte kühlt schnell aus. Langwierige Verbandswechsel und eine vermehrte Exsudation begünstigen die unerwünschte Auskühlung noch. Die Temperatur im Patientenzimmer ist deshalb individuell an die Bedürfnisse des Patienten angepasst. In der Akutphase benötigt der Patient Temperaturen von 35° C und mehr. Bei Bedarf kann durch eine über dem Bett positionierte Wärmelampe gezielt und schnell zusätzliche Wärme zugeführt werden. Der Verbandswechsel sollte gut geplant und rasch durchgeführt, nasse Unterlagen zügig ausgetauscht werden. Warme Infusionen und ggf. Wärmedecken unterstützen die Erwärmung des Patienten. Unter allen Umständen muss ein Kältezittern vermieden werden, um den nicht ohnehin schon erhöhten Stoffwechsel weiter zu steigern.

Das Arbeiten mit Boxenisolation erfordert deshalb mehr Personal als auf anderen Intensivstationen. Die Mitarbeiter müssen körperlich robust sein, um bei den warmen Temperaturen längere Zeit konzentriert arbeiten zu können.

30.5.2 Wundversorgung

Die Wundversorgung nimmt einen großen Teil der pflegerischen Versorgung ein. Der Verbandswechsel erfolgt unter OP-Bedingungen (► Abb. 30.7), wobei die Pflegekraft nicht nur verbinden, sondern gleichzeitig die Überwachung des Patienten und eine gute Analogosedierung gewährleisten muss. Inklusive Vor- und Nachbereitung dauert der Verbandwechsel 3 h und mehr. In den Verbandswechsel integrieren sich häufig die Körperpflege, Prophylaxen und Krankengymnastik. Eine gute Planung und Absprachen im Team sind hier wichtig.

► **Verbandwechsel.** Ein Verbandwechsel gliedert sich immer in 3 Schritte:

- Entfernung des alten Verbandes
- Säuberung der Wunde mit antiseptischen Lösungen, Nekrosen-, Krustenabtragung und Wundbeurteilung
- Auftragen von Gazen- bzw. Salbenverbänden und Abdecken mit Kompressen

Die Versorgung der Wunde richtet sich nach der Tiefenausdehnung der Verbrennung (S. 574). Neben der Hauttransplantation kommen heute unterschiedliche Hautersatzmethoden zum Einsatz, die alle unterschiedliche Ansprüche stellen.

Die Erfahrung des Pflegepersonals spielt bei der Beurteilung und Versorgung der Wunden eine große Rolle. Wundheilungsstörungen und Infektionen müssen rechtzeitig erkannt und die Versorgung daran angepasst werden. Die Einheilung von Transplantaten, die Anwendung der verschiedenen Hautersatzmittel und die Versorgung mit den unterschiedlichen Wundauflagen muss beobachtet werden, um rechtzeitig zu intervenieren. Es ist wichtig, einen gut sitzenden, nicht verrutschenden Verband anzubringen, damit der Patient sich bewegen kann und auch nach ausgiebiger Krankengymnastik sollte alles an Ort und Stelle sein. Unbedeckte Wundflächen schmerzen und können sich leichter infizieren.

Abb. 30.7 Die Wundversorgung erfolgt unter OP-Bedingungen. Nur so kann Infektionen vorgebeugt und eine ausreichende Analgosedierung gewährleistet werden.

Verheilte Wundflächen werden mit Fettsalbe versorgt, um sie geschmeidig zu halten. Abgeheilte Hautentnahmestellen müssen gut gepflegt werden, um ein erneutes Abnehmen möglich zu machen.

Körperpflege wird in den Verbandswechsel integriert. Die Pflege der unverbrannten Haut darf nicht vernachlässigt werden, da hier potenzielle Entnahmestellen die „Lebensversicherung" für den Patienten sind. Auf eine sichere Fixierung von Zugängen und Ableitungen ist zu achten, da sie oft nicht geklebt werden können. So müssen Tubus und Magensonde bei Gesichtsverbrennungen festgebunden werden. Arterielle und venöse Zugänge werden zur Sicherheit immer festgenäht.

Für den Patienten ist der Verbandwechsel eine ausgesprochen invasive Maßnahme. Schmerzen, Angst und das Auskühlen stellen eine hohe Belastung dar.

Merke

Während des Verbandwechsels sind eine ausreichende Wärmezufuhr und Analgosedierung unter engmaschiger Kreislaufüberwachung unabdingbar!

30.5.3 Schmerzen

Verbrennungen schmerzen! Eine effektive Schmerztherapie ist eines der wichtigsten Ziele in der Behandlung von Brandverletzten. Zweitgradige Verbrennungen mit freiliegenden Nervenendigungen sind für die Patienten schmerzhafter als drittgradige. Eine beginnende Infektion macht sich durch Zunahme der Schmerzen bemerkbar. Im späteren Verlauf spannt die abgeheilte Haut, sie kann brennen und jucken. Narben und Keloide schmerzen beim Dehnen und Bewegen. Erwartungsgemäß sind für die Patienten der Verbandwechsel, die Mobilisation und die Physiotherapie besonders schmerzhaft.

Eine unzureichende Schmerztherapie birgt die Gefahr der Chronifizierung von Schmerzen mit nachfolgend steigendem Analgetikabedarf und einer erhöhten psychischem Belastung.

Einschätzung der Schmerzintensität

Zur Einschätzung der Schmerzintensität ist die Aussage des Patienten über seine Schmerzen das entscheidende und vorrangige Kriterium. Eine genaue Krankenbeobachtung ergänzt das Bild. Der Patient wird, wenn möglich, mind. 1-mal pro Schicht nach seinen Schmerzen befragt und das Ergebnis dokumentiert, um eine individuelle Anpassung der Schmerztherapie vornehmen zu können. Bei Patien-

ten, die sich nicht selbst verbal äußern können, kommen verschiedene Scores zur Einschätzung der Schmerzintensität (S. 430) zum Einsatz.

Schmerztherapie

Die Schmerzbehandlung erfolgt nach dem bekannten WHO-Stufenschema, wobei es sich bewährt, langwirksame Analgetika als Basismedikation mit Kurzwirkenden für Verbandwechsel und andere schmerzhafte Maßnahmen zu kombinieren. Die Nebenwirkungen, z. B. die Obstipation bei Opiatgabe, müssen bekannt sein und behandelt werden. Bei Patienten mit großen Verbrennungen dürfen Analgetika nur intravenös verabreicht werden, da durch Ödem und Mangeldurchblutung subkutane oder intramuskuläre Injektionen nicht zuverlässig wirken. Der Einsatz von PCA-Pumpen im Rahmen der patientenkontrollierten Analgesie (S. 735) ist eine gute Methode, da der Patient die Kontrolle über seine Schmerzmedikation hat und selbstständig an der Schmerztherapie mitarbeiten kann.

Die Indikation zur Durchführung eines Verbandswechsels in Narkose sollte großzügig gestellt werden.

Zusätzlich zur Schmerzmedikation machen einfühlsame Pflegehandlungen, eine wertschätzende Haltung, Absprachen mit dem Patienten und vorsichtiges und zügiges Arbeiten die Behandlung für den Patienten erträglich.

Merke

Ziel ist der kooperative, schmerzfreie und emotional stabile Patient.

30.5.4 Überwachung

Monitoring

► **Das Monitoring bei einem Brandverletzten gleicht dem von anderen Intensivpatienten. EKG-Elektroden können beim verbrannten Thorax nicht immer an den üblichen Stellen angebracht werden, oder aber verrutschen und können zu Ableitungsfehlern führen. Hier hilft nur geduldiges Ausprobieren von verschiedenen Lokalisationen der Elektroden, um eine Ableitung zu bekommen. Blutdruckmessen ist an transplantierten Extremitäten nicht möglich und an den verletzten schmerzt es sehr. Auch hier bleibt nur das Ausweichen auf andere Stellen. Die Sauerstoffsättigung lässt sich durch Verbände an verbrannten Händen und Füssen oft nicht ableiten.** Die Messung der Kreislaufparameter erfolgt stündlich. Zusammen mit Diurese und Hämatokrit dienen die Parameter auch zur Steuerung der Flüssigkeitssubstitution. Zu erwarten ist im Verlauf eine durch den Hypermetabolismus verursachte gesteigerte Pulsfrequenz, auch Schmerzen und Angst erhöhen diese natürlich. Ein erhöhter Bedarf an Analgosedierung kann negative hämodynamische Effekte verursachen („Opiod Creep"). Blutungen während und nach Operationen und Flüssigkeitsverschiebungen werden kreislaufmäßig relevant und müssen ausgeglichen werden.

► **Diurese.** In den ersten 24 h spielt die Diurese eine große Rolle. Erwünscht sind Stundenurinmengen von 0,5 ml/kg Körpergewicht. Eine höhere Flüssigkeitszufuhr erhöht das Ödem mit entsprechender Minderperfusion und „Nachbrennen" und gefährdet Lunge und Herz. Die Volumentherapie nach der Baxter/Parkland-Formel (S. 578) ist nur ein Anhaltspunkt und muss dauernd angepasst werden, um eine Volumenüberlastung zu vermeiden. Dieses als „Fluid Creep" (S. 578) bekannte Phänomen wird immer wieder beobachtet, hierbei bekommen viele Patienten in den ersten 24 h deutlich mehr Flüssigkeit als ausgerechnet. Nach der Ödemphase muss die Diurese erhöht werden, um das mobilisierte Ödem wieder auszuschwemmen: Hier erfolgt eine Unterstützung mit Diuretika. Im weiteren Verlauf der Behandlung muss der Flüssigkeitshaushalt dauernd beobachtet und die Volumenzufuhr angepasst werden. Durch Exsudat, Evaporation, Fieber und Sepsis verändert sich der Bedarf immer wieder. Auch Nierenersatzverfahren kommen bei Bedarf zur Anwendung.

► **Hämatokrit.** Eine Normalisierung des Hämatokrits wird in der Initialphase nicht angestrebt. Im Gegenteil: Ein Hämatokritwert bis 60 vol % wird toleriert. Ein Normalwert würde für eine Überwässerung oder eine Blutung sprechen.

► **Sensorium.** Alle Brandverletzten sind primär ansprechbar, es sei denn, es liegt eine CO-, CO_2-Vergiftung oder ein Schädel-Hirn-Trauma vor. Eine Bewusstseinstrübung kann die Folge von Hirnblutungen, Hirnödem, Minderperfusion, Hypoxie oder Azidose sein. Später auftretende Bewusstseinsstörungen können auf eine Sepsis hinweisen. Eine Pupillenkontrolle und Überprüfung des Bewusstseinszustandes ist obligat. Auch bei analgosedierten und beatmeten Patienten wird die Vigilanz regelmäßig überprüft.

► **Lunge.** Der spontan atmende Patient bekommt wegen des erhöhten Sauerstoffbedarfs immer Sauerstoff über Nasenbrille oder Maske angeboten. Regelmäßige Blutgasanalysen geben bei beatmenden Patienten Auskunft über die Effizienz der Beatmung, sie werden ergänzt durch Röntgen und Bronchoskopien, die bei Bedarf durchgeführt werden. Eine regelmäßige Auskultation ist selbstverständlich. Die Lunge ist gefährdet durch Flüssigkeitsüberlastung und Pneumonien. Bei Inhalationstraumen treten oft Bronchospasmen auf, die gut durch Inhalation behandelt werden können.

30.5.5 Ernährung

Die Ernährung des Brandverletzten muss an den Verlauf mit seinen typischen Stoffwechselveränderungen angepasst werden. Bei beatmenden Patienten beginnt die enterale Ernährung schon innerhalb der ersten Stunden mit einer geringen Menge an Sondenkost, die im Verlauf immer weiter gesteigert wird. Der erhöhte Energiebedarf des Brandverletzten fordert meist eine Kombination aus parenteraler, enteraler und später oraler Ernährung. Die Nahrung sollte kalorien- und eiweißreich sein. Zusätzlich werden Vitamine und Spurenelemente verabreicht. Ein Mangel führt zu Wundheilungsstörungen und Schwächung der Infektabwehr. Eine Überwachung der Darmmotilität und regelmäßige Abführmaßnahmen sind obligat. Auch in der frühen Rekonvaleszenzphase hat der Patient einen erhöhten Kalorienbedarf, aber häufig wenig Appetit. Wunschkost und von Angehörigen gekochtes Lieblingsessen können hier unterstützen. In dieser Phase ist häufig noch einmal ein Gewichtsverlust zu beobachten, der sich negativ auf die Heilung der Restdefekte auswirkt.

Merke

Schmerzen, Angst und Frieren steigern den ohnehin erhöhten Stoffwechsel. Eine geplante Pflege mit warmer Umgebung, ausreichender Analgosedierung und der Vermeidung von Angst hat Priorität in der Pflege von Brandverletzten.

30.5.6 Lagerung und Mobilisation

Am ersten Tag versucht man, durch erhöhte Lagerung aller Extremitäten die Ödemausbildung zu beeinflussen. Besonders bei Gesichtsverbrennungen wird der Patient sitzend gelagert, um das Ödem so gering wie möglich zu halten. Eine Schwellung der Atemwege mit allen möglichen Komplikationen kann so oft verhindert werden. Auch das Zuschwellen der Augen kann minimiert werden.

Abb. 30.8 Lagerung in einem Luftkissenbett. (Paetz 2005)

Im weiteren Verlauf wird der Patient regelmäßig umgelagert. Liegt der Verletzte zu lange auf seinen Wundflächen, kommt es zu einer Minderperfusion, zu Schmerzen und zu direktem Kontakt mit angesammelten Wundsekreten. Das beinhaltet die Gefahr von Wundheilungsstörungen und Infektionen. Bei der Lagerung muss man transplantierte Stellen beachten, auch das Anfassen zum Drehen bedarf der Rücksichtnahme. Für eine Weichlagerung stehen Spezialbetten wie Luftkissen- und Glaskugelbetten zur Verfügung (▶ Abb. 30.8). Diese Betten werden nach Bedarf eingesetzt, wie z. B. bei Rückenverbrennungen und nach Transplantationen, wenn das transplantierte Gebiet ruhig gestellt werden muss. Eine frühe Mobilisation ist anzustreben, aber auch hier muss auf transplantierte Stellen Rücksicht genommen werden. So sollten die Patienten bei Verbrennungen an den Beinen nicht lange stehen.

30.5.7 Kontrakturprophylaxe und Narbenbehandlung

Die Kontrakturprophylaxe hat in der Verbrennungsbehandlung einen hohen Stellenwert. Bei spontan heilenden, tieferen Verbrennungen und allen transplantierten Arealen entstehen Narben. Diese Narben schrumpfen, sodass auch die gesunde Hautpartie in der Umgebung verzogen und die Bewegung eingeschränkt wird. Besonders gefährdet sind alle gelenkübergreifenden Verbrennungen.

Narben im Gesicht können einen Lidschluss verhindern und den Mund verkleinern. Dies muss ständig beobachtet werden, damit man sofort eingreifen und z. B. durch Dehnungsübungen entgegen wirken kann.

Die Physiotherapeuten, Ergotherapeuten und Pflegenden arbeiten von Anfang an gegen den Narbenzug, um eine möglichst hohe Beweglichkeit der Gelenke zu erhalten. Das Ziel besteht in der Erhaltung von normalen und der Verbesserung von ungenügenden Funktionen des Bewegungsapparates. Hinzu kommen:

- Gelenkmobilisation
- Muskeltraining
- Kompensation fehlender Bewegungen
- Stimulation des Gebrauchs der verletzten Extremität
- Anpassung an die veränderte Körpersituation (im Hinblick auf die Selbstständigkeit im täglichen Leben)

Merke

Die bequeme Lagerung ist die Lagerung der Kontraktur.

▶ **Kompressionstherapie.** Narben neigen nicht nur zu einem Narbenzug, sondern auch zur Hypertrophie. Druck verändert die Narbe, hält sie geschmeidiger und flacher und mindert den oft quälenden Juckreiz.

Um Druck auf die Haut ausüben zu können, wird dem Brandverletzten, sobald die Wunden verheilt sind, eine maßangefertigte Kompressionsbandage angelegt, die möglichst 24 h getragen werden sollte. Dies ist so lange nötig, bis das Narbenwachstum nach ca. 1–2 Jahren abgeschlossen ist. Hier ist es wichtig, die Patienten zu motivieren, diese Anzüge, Handschuhe und auch die Gesichtsmasken zu tragen. Kleinere Narben reagieren gut auf spezielle Silikonpflaster.

30.5.8 Psychologische Betreuung

Intakte Haut bedeutet für den Menschen Integrität und physischen und psychischen Schutz. Dies alles ist bei schweren Brandverletzungen nicht mehr gegeben. Schwere Ängste beherrschen den Brandverletzten, die Angst zu sterben und die Furcht vor Entstellung. Die frühe und regelmäßige psychologische und psychotherapeutische Behandlung bildet einen wesentlichen Faktor zur Vorsorge seelischer und sozialer Langzeitschäden. Hier ist die Einbindung der Angehörigen sehr wichtig, sie haben einen bedeutenden Anteil bei der Genesung des Patienten.

30.6 Leseservice

30.6.1 Literatur

Creasman M, Bradshaw M. AANA Journal Course: Update for nurse anesthetists-Anesthetic considerations for the burn patient. In: Journal of the American Association of Nurse Anesthetists 1995; 3: 257–265

Deutsche Gesellschaft für Verbrennungsmedizin. Verbrennungsstatistik 2012. Auszug aus der Jahresstatistik. Im Internet: http://www.verbrennungsmedizin.de/statistik.php; Stand: 04.06.2014

Deutsche Gesellschaft für Verbrennungsmedizin. Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Verbrennungsmedizin e. V. zur strukturellen und personellen Ausstattung von Brandverletztenzentren. Im Internet: http://www.verbrennungsmedizin.de/leitlinien.php; Stand: 04.06.2014

Deutsche Gesellschaft für Verbrennungsmedizin. AWMF-S 1-Leitlinie: Leitlinie für Thermisch/Chemische Verletzungen. (Stand 01/2010). Im Internet: http://www.verbrennungsmedizin.de/leitlinien.php; Stand: 04.06.2014

Dembinski R, Kauczok J, Deisz R, Pallua N, Marx G. Operative Therapie und Intensivmedizin bei Schwerbrandverletzten. Teil 1: Die ersten 24 Stunden. In: AINS-Anästhesie Intensivmedizin Notfallmedizin Schmerztherapie 2012; 9: 542–554

Dembinski R, Kauczok J, Deisz R, Pallua N, Marx G. Operative Therapie und Intensivmedizin bei Schwerbrandverletzten. Teil 2: Grundzüge der Weiterversorgung. In: AINS-Anästhesie Intensivmedizin Notfallmedizin Schmerztherapie 2013; 1: 18–27

Feuerwehr Hamburg. Krankenhausbetten für Schwerbrandverletzte. Stand Dezember 2013. Im Internet: http://www.hamburg.de/feuerwehr/108 006/brandbettenvermittlung-feuerwehr-hamburg.html;

Jackson DM. The diagnosis of the depth of burning. Br J Surg 1953; 40: 588–596

Kelly J, Nikkhah D, Wek C, Dheansa B. Changing management models in burn care. In: British Journal of Healthcare Management 2013; 19 (12): 585–589

Künzi W, Wedler V. Wegweiser Verbrennungen. Beurteilung und Behandlung von Verbrennungen bei Erwachsenen. Pambio-Noranco: Institut biochimique SA (Hrsg); 2004

Lemke H. Verbrennungen. Hannover: Solvay-Arzneimittel; 1999

Paetz B. Chirurgie für Pflegeberufe. 22. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2013

Skrotzki U.: Intensivmedizinische Versorgung von Patienten mit Verbrennungen. In: Ullrich L, Stolecki D, Grünewald M, Hrsg. Thiemes Intensivpflege und Anästhesie. Stuttgart: Thieme; 2005

Tobiasen J, Hiebert JM, Endlich RF. The abbreviated burn severity index. In: Ann Emerg Med 1982; 11:260–262

Wallace AB. The exposure treatment of burns. Lancet 1951; 1: 501–504

Wappler F, Spilker G. Verbrennungsmedizin. Stuttgart: Thieme; 2009

Zellweger G. Die Behandlung der Verbrennung. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag; 1981

30.6.2 Internetadressen

http://www.verbrennungsmedizin.de/ (Deutsche Gesellschaft für Verbrennungsmedizin)
http://www.risc-software.at (burncase 3d)
http://www.brandverletzte-leben.de/
http://www.phoenix-deutschland.de/ (Phoenix Deutschland. Hilfe für Brandverletzte e. V.)

30.6.3 Kontaktadressen

Bundesinitiative für Brandverletzte e. V.
Dr. Ebelingstr. 26
31 020 Salzhemmendorf

Bundesverband für Brandverletzte e. V.
Dorfstraße 18b
31 020 Salzhemmendorf

Paulinchen. Elterninitiative brandverletzter Kinder e. V.
Segeberger Chausee 35,
22 850 Norderstedt
Internet: www.paulinchen.de
E-Mail: info@paulinchen.de

Zentrale Vermittlungsstelle für die Vermittlung von Krankenhausbetten für Schwerbrandverletzte. Feuerwehr Hamburg
Tel.: (040) 42 851–3 998 oder (040) 42 851–3 999
Fax: (040) 42 851–4 269
E-Mail: leitstelle@feuerwehr.hamburg.de

Kapitel 31

Intensivmedizinische Versorgung von Patienten mit einem Polytrauma

31.1 Terminologie und Pathophysiologie *586*

31.2 Initialphase *586*

31.3 Spätphase *587*

31.4 Allgemeine Therapieprinzipien beim polytraumatisierten Patienten *588*

31.5 Spezielle Therapieprinzipien bei Verletzungen im Rahmen eines Polytraumas *590*

31.6 Leseservice *592*

31 Intensivmedizinische Versorgung von Patienten mit einem Polytrauma

Alexander Reich

31.1 Terminologie und Pathophysiologie

31.1.1 Terminologie

Definition

Ein Polytrauma ist definiert durch das Vorliegen mehrerer Verletzungen von Organen oder Körperregionen, von denen mindestens eine oder die Kombination aus mehreren als akut lebensbedrohlich einzustufen ist.

Das Gegenstück dieser komplexen Verletzung wäre das Bradytrauma mit nur einer lebensbedrohlichen Verletzung.

In der Mehrzahl der Fälle ergibt sich ein derartiges Verletzungsmuster durch Unfälle und betrifft meist jüngere Menschen. Die Intensivtherapie richtet sich natürlich im Wesentlichen nach Art und Schwere der Verletzungen; trotzdem sind verschiedene Phasen zu erkennen, in denen jeweils andere intensivmedizinische Prioritäten gesetzt werden müssen.

31.1.2 Pathophysiologie

Unabhängig von der Art des Traumas ist der Patient über mehrere pathophysiologische Mechanismen gefährdet:

- hypovolämer Schock mit Ischämie von Organen
- Reperfusionsschaden nach Schocktherapie
- Mediatorenausschüttung
- disseminierte intravasale Gerinnung (DIC)
- Immunsuppression

Hypovolämer Schock mit Ischämie von Organen

Initial steht bei den meisten Patienten ein hypovolämer (hämorrhagischer) Schock durch Blut- und Flüssigkeitsverluste im Vordergrund. Als Kompensationsmechanismen aktiviert der Körper das sympathikoadrenerge System, was zur Steigerung der Herzfrequenz und einer durch Vasokonstriktion bedingten Zentralisation führt. Der Herzindex als Maß des Sauerstoffangebotes kann durch diese körpereigenen Mechanismen bis zu einem Blutverlust von annähernd 50 % des gesamten Blutvolumens aufrechterhalten werden. Der mittlere arterielle Blutdruck (MAP) als Maß der Organperfusion sinkt dabei bis auf etwa 40 mmHg ab. In den minder versorgten Organen (z. B. Niere, Haut, Splanchnikusgebiet) wird der Stoffwechsel zur Energiegewinnung auf eine anaerobe Glykolyse umgestellt, was eine vermehrte Bildung von Laktat zur Folge hat.

Bei länger andauernder Ischämie induziert die regionale Laktatazidose eine Vasodilatation als letzte Maßnahme zur Verbesserung der Oxygenierung. Sofern größere Bezirke längere Zeit betroffen sind, wird aus der regionalen eine generelle Vasodilatation mit Zusammenbruch des Kreislaufs und Versagen der Kompensationsfähigkeit. Die Organe besitzen eine sehr unterschiedliche Ischämietoleranz. Das Gehirn reagiert am empfindlichsten auf einen Sauerstoffmangel und ist nach wenigen Minuten irreversibel geschädigt. Auch Pankreas und Darm können nur wenige Minuten eine Ischämie ohne Schaden überstehen, während Nieren, Leber, Haut und Herz eine höhere Ischämietoleranz aufweisen.

Ischämie-Reperfusions-Syndrom

Als Folge einer adäquaten Schocktherapie werden die mangelversorgten Körperbezirke wieder durchblutet und mit Sauerstoff versorgt. Das Aufeinandertreffen von Sauerstoff mit den Metaboliten der anaeroben Glykolyse (z. B. Xanthin) führt in einer ersten Reaktion zu freien Sauerstoffradikalen, die dann in Wasserstoffsuperoxid umgewandelt werden. Diese zytotoxischen Verbindungen führen zu einer Zerstörung der Zellmembranen und des Endothels vieler Zellen, was in einem weiteren Schritt zur Aktivierung von Makrophagen und polymorphkernigen Granulozyten führt. Endpunkte dieser pathophysiologischen Kette sind u. a. die Produktion von NO, was zu einer Vasodilatation führt und die Aktivierung von Komplement mit Ausbildung einer disseminierten intravasalen Gerinnung (DIC) zur Folge hat. Der Verlauf und die Schwere dieses Ischämie-Reperfusions-Syndroms sind abhängig von der Dauer der Ischämie und vom Beginn der Reperfusion.

Merke

Je eher die Reperfusion einsetzt, umso geringer ist die Sauerstoffschuld der Organe und umso geringer die Bildung saurer (toxischer) Metaboliten.

Mediatorenausschüttung

Aufgrund der Verletzung kommt es zu einer direkten Traumatisierung von Organen und Weichteilen. Damit werden Blutungen ins Gewebe induziert und Mediatoren freigesetzt, die lokal oder über eine Resorption in den Intravasalraum andere pathophysiologische Kaskaden in Gang setzen. Wegen der persistierenden Verletzung der Weichteile über Tage kann die Mediatorausschüttung längere Zeit anhalten und so einen hyperdynamen Kreislauf oder ein Multiorganversagen unterhalten.

Besonders in der Initialphase fällt es schwer, okkulte Blutverluste korrekt einzuschätzen. Im Retroperitonealraum, aber auch im Beckenbereich können mehrere Liter Blut versickern, ohne dass dies von außen erkannt werden kann. Nicht unterschätzt werden sollte die Schmerzkomponente, die eine Schocksymptomatik unterhalten kann. Über die Aktivierung von nozizeptiven Fasern wird eine metabolische Antwort durch Ausschüttung von Stresshormonen induziert.

Immunsuppression

Das Immunsystem wird aufgrund der ausgeprägten Mediatorenfreisetzung und des Schocks stark belastet. Eine Darmischämie im Rahmen des Schockgeschehens hat schon nach kurzer Zeit eine Translokalisation von Bakterien und Endotoxinen in die Blutbahn zur Folge. Humorale und zelluläre Anteile des Immunsystems werden in kürzester Zeit verbraucht. Sichtbares Zeichen der enormen Belastung des Immunsystems in der ersten Phase des Traumas kann eine ausgeprägte Leukopenie sein, die bei vielen polytraumatisierten Patienten schon im Schockraum feststellbar ist. Es ist davon auszugehen, dass Patienten mit einem Polytrauma in den ersten Behandlungstagen passager stark immunsupprimiert sind.

31.2 Initialphase

Die Steuerung der Therapie des polytraumatisierten Patienten richtet sich nach dem individuellen Verletzungsmuster und den pathophysiologischen Besonderheiten der Schocksituation. Initial besteht die wesentliche Gefährdung in den Folgen des hypovolämen Schocks, der Ischämie und eines Reperfusionsschadens. Daher sollten die therapeutischen Schritte darauf ausgerichtet sein, diese pathophysiologische Kette zu unterbrechen:

- lebensrettende Sofortmaßnahmen (Blutstillung, Reposition von Frakturen)
- Einleitung einer Schocktherapie
- Sauerstoffgabe, ggf. endotracheale Intubation
- Transport in ein geeignetes Krankenhaus
- Primärdiagnostik und erste operative Versorgung

Nach Auftreten eines Traumas erfolgt die primäre Versorgung (Stabilisierung) des Patienten i. d. R. durch den Notarzt am Ort des Geschehens. Dazu gehört nach der orientierenden klinischen Untersuchung, die Einleitung einer stabilisierenden Therapie in Form von lebensrettenden Sofortmaßnahmen (z. B. Blutstillung, Stabilisierung von dislozierten Frakturen) und einem zügigen Transport in eine geeignete Klinik. Hierzu wurden sog. Traumazentren für die Versorgung von Unfallpatienten definiert. Die evidenzbasierte Formulierung von Struktur- und Prozessqualität soll helfen, die medizinische Versorgungsqualität schwerverletzter Patienten zu verbessern. Dies fängt an bei Kriterien zur Auswahl einer geeigneten Klinik nach dem tatsächlichen oder vermuteten Unfallmechanismus über das Festlegen eines sinnvollen Schockraummanagements bis zu medizinischen Behandlungsstrategien in Abhängigkeit der betroffenen Körperregionen (S 3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung 2011, AWMF-Register Nr. 012/019).

31.2.1 Therapieprinzipien am Unfallort

Wesentliche Therapieprinzipien am Unfallort sind:

- Flüssigkeitssubstitution
- Sauerstoffzufuhr
- Schmerztherapie
- schnelle Herstellung einer Transportfähigkeit

Flüssigkeitssubstitution

Eine ausreichende Flüssigkeitssubstitution ist notwendig, um eine ausreichende Organperfusion zu erzielen, bzw. die Ischämiephase so kurz wie möglich zu halten. Bedacht werden muss hierbei allerdings, dass eine Volumensubstitution mit kristalloiden und kolloidalen Lösungen nur das intravasale Volumen ersetzen kann, aber keine Sauerstoffträger und Gerinnungsfaktoren liefert. Um kurzfristig schnell Infusionen applizieren zu können, sind mehrere großlumige intravenöse Verweilkanülen sinnvoll. Die Anlage eines zentralvenösen Katheters ist in der Initialphase eines polytraumatisierten Patienten nicht indiziert.

Sauerstoffzufuhr und Schmerztherapie

Eine ausreichende Sauerstoffzufuhr ist eine weitere wichtige Maßnahme zur Vermeidung von Ischämien. Dabei ist die Indikation zur endotrachealen Intubation sehr großzügig zu stellen. Neben der besseren Sauerstoffapplikation kann der Patient kontrolliert beatmet werden, die Atemwege sind vor einer Aspiration gesichert und die Analgesie mit stark wirksamen Medikamenten kann ohne Rücksicht auf eine respiratorische Depression durchgeführt werden.

Der Begriff „Reanimationsphase“, als wörtliche Übersetzung des englischen Begriffs „Resuscitation“ ist missverständlich, da im deutschsprachigen Raum darunter ausschließlich Wiederbelebungsmaßnahmen verstanden werden, während im angloamerikanischen Sprachraum mit diesem Begriff z. B. auch eine Infusionsgabe beschrieben wird.

Herstellung der Transportfähigkeit

Obwohl das Verletzungsmuster die Therapie bestimmt, wird allein durch die Transportzeit vom Unfallort zu einer geeigneten Klinik die Überlebenswahrscheinlichkeit beeinflusst. So betrug die durchschnittliche Sterblichkeit vor gut 150 Jahren noch etwa 25 % bei Transportzeiten von im Mittel 72 h bis zum nächsten Lazarett, während in den 60er Jahren des letzten Jahrhunderts die Sterblichkeit auf weniger als 10 % gesenkt werden konnte, weil die Patienten innerhalb von weniger als einer halben Stunde medizinisch adäquat versorgt werden konnten.

Handelt es sich bei dem Verletzungsmuster um Verletzungen, die sich einer Stabilisierung am Unfallort entziehen (z. B. Verdacht auf intrathorakale, intraabdominelle Gefäßruptur, Verletzung eines abdominellen Organs mit Blutung), besteht eine hohe Transportpriorität in die nächstgelegene Klinik.

31.2.2 Einleitung von Diagnostik und Therapie

In der Klinik wird in Abhängigkeit vom Verletzungsmuster nach einem standardisierten Ablaufschema die weiterführende Diagnostik und Therapie eingeleitet. Dazu gehören neben der erneuten klinischen Untersuchung die Durchführung einer orientierenden apparativen Diagnostik (Röntgenübersicht Thorax und Becken, Traumaspirale, Sonografie des Abdomens, Laboranalysen) und sich einer daraus resultierenden operativen Triage, welche Maßnahmen in welcher Reihenfolge durchzuführen sind. So wird eine akute intraabdominelle Blutung mit Instabilität des kardiozirkulatorischen Systems möglichst rasch im Rahmen einer explorativen Laparotomie therapiert.

Eine weite lichtstarre Pupille muss zur sofortigen CT-Diagnostik führen. Ergibt sich daraus eine intrakranielle Blutung als Ursache, ist die rasche operative Entlastung angezeigt.

31.3 Spätphase

Erst nach operativer Versorgung und Stabilisierung erfolgt die Verlegung des Patienten auf eine Intensivtherapiestation.

Merke

Für die intensivmedizinische Behandlung in den ersten 2–48 h nach dem Trauma stehen die weitere Stabilisierung und die Prophylaxe sekundärer Komplikationen im Vordergrund.

Die im Schockraum und OP initiierte Therapie wird weitergeführt und die Überwachung um die intensivmedizinischen Bedürfnisse erweitert. Es muss immer damit gerechnet werden, dass sich trotz initialer Diagnostik weiterer Interventionsbedarf ergibt, so z. B. bei einer zweizeitigen Milzruptur oder neu auftretenden epiduralen Blutungen. Daher ist besonders in der ersten Phase ein engmaschiges Monitoring, klinisch wie apparativ, notwendig und sinnvoll.

31.3.1 Monitoring

In Abhängigkeit von Schwere und Verlauf der Verletzungen wird ein intensivmedizinisches Monitoring durchgeführt. Unterschieden werden:

- Maßnahmen der Basisüberwachung
- Maßnahmen der fakultativen Überwachung

► **Basismaßnahmen.** Dazu zählen:

- EKG (möglichst 5-Kanal Ableitung)
- Pulsoxymeter (S. 174)
- kontinuierliche Blutdruckmessung (S. 233)
- zentraler Venenkatheter (Mehrlumenkatheter)
- Blasenkatheter (transurethral/suprapubisch)
- Temperatur

► **Fakultative Maßnahmen.** Diese sind:

- PiCCO
- intrakranielle Drucksonde (operativ in Verbindung mit Liquordrainage)
- transösophageale Echokardiografie

Praxistipp

Alle Katheter und Drainagen, die am Unfallort oder im Schockraum unter nicht eindeutig sterilen Bedingungen gelegt worden sind, sollten innerhalb der ersten 24 h nach Aufnahme gewechselt werden.

31.3.2 Labordiagnostik

Während der Initialphase ist eine komplette Labordiagnostik notwendig, um sich ein Bild von dem Patienten machen zu können, nicht bekannte Vorerkrankungen zu erkennen und den Verlauf der Therapie zu überwachen:

- mehrfach täglich: Blutgasanalysen, Elektrolyte, BZ, Laktat
- einmal täglich: Nieren-, Leber-, Pankreasfunktion, Hämoglobin, Hämatokrit, CK, CK-MB, Blutgerinnung
- 1–2-mal wöchentlich: Triglyzeride, Cholesterin

Im weiteren Verlauf der Intensivtherapie sind gezielte Laborbestimmungen bei entsprechender Indikation (z. B. Verdacht auf eine akute Blutung oder Elektrolytentgleisung) und einem definierten Intervall sinnvoll.

Inzwischen ist durch Studien belegt, dass sowohl die Höhe des initial gemessenen absoluten Laktat-Wertes als auch die Laktat-Clearance in den ersten 6 h unabhängige Prädiktoren für die Mortalität von Traumapatienten sind (Odom et al. 2013). Laktat-Werte unter 2,5 mg/dl waren mit 5,4 %, zwischen 2,5 und 4 mg/dl mit 6,4 % und Laktat-Werte über 4 mg/dl mit 19 % erhöhter Mortalität assoziiert.

31.4 Allgemeine Therapieprinzipien beim polytraumatisierten Patienten

Merke

Die Ziele der Intensivtherapie richten sich nach Abschluss der ersten Operationsphase auf die Vermeidung von Spätkomplikationen und der Verlaufskontrolle der erfolgten operativen Eingriffe.

Gelegentlich kann es notwendig sein, dass operative Eingriffe abgebrochen werden, um den Patienten zunächst weiter intensivmedizinisch zu versorgen, um zweitzeitig weitere Eingriffe vornehmen können.

Jeder Patient nach einem Trauma und Operationen entwickelt eine neuroendokrine Stressantwort, die auch als Postaggressionsstoffwechsel (PAS) bezeichnet wird. Die Ausprägung und Länge hängt von der Schwere des Traumas ab und beeinflusst wesentlich den individuellen Verlauf der Intensivtherapie. Eine Glukoseverwertung ist aufgrund der antiinsulinären Faktoren, die im Rahmen des PAS ausgeschüttet werden, in den ersten Tagen nur eingeschränkt möglich.

Unabhängig von dem Verletzungsmuster sind einige grundsätzliche intensivmedizinische Maßnahmen erforderlich.

31.4.1 Analgosedierung

Zur Tolerierung einer Respiratortherapie und zur Analgesie ist eine kontinuierliche Analgosedierung (S. 449) erforderlich. Die Auswahl der Medikamente ist dabei abhängig von der geplanten Dauer der Beatmung bzw. Schmerztherapie und dem Ausmaß der hämodynamischen Stabilität. Substanzen mit einer kurzen kontext-sensitiven Halbwertzeit sind gut steuerbar. Dazu zählen Substanzen wie Propofol, Sufentanil und Ketamin, während andere Pharmaka wie Benzodiazepine aufgrund ihrer Kumulationsneigung nur für längere Sedierungen in Betracht gezogen werden sollten.

Für die kurzfristige Analgosedierung für 24–48 h bei sonst stabilem Patienten steht mit Remifentanil oder Sufentanil, in Kombination mit Propofol eine geeignete Kombinationstherapie zur Verfügung. Eine mehrtägige Analgosedierung bei einem hämodynamisch instabilen Patienten erfolgt sinnvollerweise eher mit Midazolam, Sufentanil, Remifentamil und/oder Ketanest. Der Einsatz von Barbituraten ist aufgrund der erheblichen Nebenwirkungen (Blutdruckinstabilität, Kumulation, Leberenzymanstieg) nur in Ausnahmefällen zu erwägen.

Das Ziel einer Analgosedierung sollte bis auf wenige Ausnahmesituationen (z. B. hoher ICP, Beatmung in Bauchlage) so gewählt werden, dass eine Kontaktaufnahme mit dem Patienten möglich ist. So konnte gezeigt werden, dass eine tägliche Kontaktaufnahme (Wake-up Call) die Entwöhnungsphase deutlich verkürzen kann (Kress 2000, Schweickert 2004). Da sich durch moderne Beatmungsformen selten die Notwendigkeit ergibt, eine tiefe Analgosedierung oder Relaxierung (Ausnahme: erhöhter ICP, Kühlung nach Reanimation) durchzuführen, ist eine engmaschige Kontrolle der Sedierungstiefe mittels eines Scoringsystems (z. B. Ramsay-Score) sinnvoll.

Nach einer aggressiven oder lang dauernden Analgosedierung imponiert nach abruptem Absetzen der Opioidtherapie häufig eine Entzugssymptomatik. Die stufenweise Reduktion der Opioide mit niedrig dosiertem Weiterführen der Opioidtherapie oder der rechtzeitige Einsatz von Clonidin kann hilfreich sein, eine Entzugssymptomatik zu dämpfen.

Merke

Eine Analgosedierung sollte sich immer nach den individuellen Bedürfnissen des Patienten und den Erfordernissen des gewählten Beatmungsregimes richten.

31.4.2 Kreislauftherapie

Das Ziel der Intensivtherapie ist die adäquate Organperfusion durch Aufrechterhalten eines ausreichenden Perfusionsdrucks und eines ausreichenden Sauerstoffangebotes. Als wesentliche Variablen zur Steuerung der Kreislaufsituation stehen neben der Infusionstherapie Vasopressoren zur Verfügung.

Ein polytraumatisierter Patient bietet initial nach Aufnahme häufig das Bild einer hyperdynamen und hypotensiven Kreislaufsituation. Über eine exakte Flüssigkeitsbilanzierung (Einfuhr-Ausfuhr), der Urinproduktion (Menge, Konzentration des Urins) und ein engmaschiges Kontrollieren der Laborwerte, die als Indikatoren für eine anaerobe Glykolyse dienen (Laktat, Sauerstoffextraktion) werden Flüssigkeitsbedarf und Vasopressorentherapie titriert. Werden höhere Dosierungen von Vasopressoren erforderlich, um einen ausreichenden Perfusionsdruck aufrechtzuerhalten, muss überlegt werden, ob eine Ausweitung des hämodynamischen Monitorings (z. B. PiCCO) sinnvoll ist.

Zum Erreichen einer Homöostase der Kreislaufsituation werden kristalloide und kolloidale Infusionslösungen als Basisinfusionslösungen eingesetzt. Bei Blut- und Plasmaverlusten über 30 % des Gesamtblutvolumens bzw. Abfall des Hämoglobingehalts oder plasmatischer Gerinnungsfaktoren unter kritische Schwellen, wird die Volumentherapie mit Erythrozytenkonzentraten und Frischplasma eskaliert.

Zur Steuerung der Volumentherapie müssen engmaschig die klinische Situation des Patienten, Hämoglobingehalt und Hämatokrit, plasmatische Gerinnungswerte inklusive Thrombozyten und die Serumelektrolyte einbezogen werden. Die Transfusion von Erythrozytenkonzentraten ist bei Patienten ohne wesentliche Vorerkrankungen frühestens bei einem Wert von weniger als 7 g/dl mit einer Erhöhung der Sterblichkeit assoziiert. Die Substitution von Gerinnungsfaktoren und

Thrombozyten richtet sich nach klinischen Bedürfnissen (z. B. persistierende Blutungen) und den in Laboranalysen erkennbaren Veränderungen der plasmatischen Gerinnungsfaktoren (Abfall des Quick-Werts, Anstieg der PTT).

Ob eine zielgerichtete („Goal directed") Flüssigkeitstherapie auf bestimmte Endpunkte die Prognose von Traumapatienten beeinflusst, ist noch Gegenstand der Diskussion (Gan 2002).

31.4.3 Beatmungstherapie

Ein polytraumatisierter Patient wird postoperativ über einen endotrachealen Tubus kontrolliert beatmet, bis eine akute Gefährdung ausgeschlossen ist.

Der Lunge kommt als zentrales Organ des Gasaustausches eine wichtige Rolle in der Intensivbehandlung zu. Siehe Kap. „Atmung, Atemtherapie, Beatmung" (S. 156). Dabei ist es auch ein wesentliches Zielorgan für die Auswirkungen der ausgeschütteten Mediatoren und nosokomiale Infektionen. Hinzu kommt häufig noch eine Verletzung im Rahmen des Traumas.

Die Beatmungstherapie muss darauf ausgerichtet sein, direkte Verletzungsschäden zu kompensieren und Sekundärschäden und Infektionen zu vermeiden. Ödembildungen und der Entwicklung eines akuten Atemnotsyndroms (ARDS) wird durch eine kontrollierte Ventilation mit moderatem positiv endexspiratorischem Druck (PEEP) und einer ausgewogenen kinetischen Therapie (S. 184) vorgebeugt. Über den Einsatz moderner Beatmungsstrategien kann die Spontanatmung des Patienten häufig schon in der Frühphase der Respiratorbehandlung möglich gemacht werden. Siehe Kap. „Maschinelle Beatmung" (S. 207).

► **ARDS.** Die Behandlungsstrategien des ARDS sind Gegenstand intensiver Diskussion. Da zurzeit verbindliche rationale Grundlagen zur Therapie fehlen, existieren lediglich Konsensusempfehlungen (Artigas 1998):

- Hohe Beatmungsdrücke zugunsten der F_iO_2-Reduktion vermeiden, sofern die $F_iO_2 < 0{,}65$ beträgt.
- Beatmungsdrücke sollten 30–40 cmH_2O nicht überschreiten.
- Das Tidalvolumen sollte zwischen 6–8 ml/kgKG betragen.
- Akzeptanz hoher p_aCO_2-Werte trägt zur Minimierung der Atemwegsdrücke bei.

31.4.4 Nierenfunktion

Ein Monitoring der Nierenfunktion geschieht durch die kontinuierliche Bilanzierung der Urinausscheidung und die laborchemische Kontrolle der Funktionsparameter. Angestrebt wird eine Diurese von 0,5–1 ml/kgKG. Ist der Urin sehr stark konzentriert, kann ein intravasaler Volumenmangel Ursache sein. Kommt es zu einer überschießenden Diurese bei niedrigem spezifischen Gewicht (< 1005), ist das möglicherweise Ausdruck eines Diabetes insipidus. Neben einer direkten Verletzung der Nieren oder des ableitenden Harnsystems können auch Sekundärfolgen des Traumas die Nieren schädigen.

Mögliche Ursachen einer Nierenfunktionsstörung und deren Therapieoptionen sind in (► Tab. 31.1) zusammengefasst.

Tab. 31.1 Mögliche Ursachen und Therapie einer Nierenfunktionsstörung.

Ursache der Funktionsstörung	Therapie
hohe Konzentration des Urins	Infusionstherapie
Polyurie bei niedrigem spez. Gewicht	antidiuretisches Hormon
Oligurie bei niedrigem Blutdruck	Infusionstherapie/Vasopressor
Rhabdomyolyse bei Trauma	Alkalisierung/Osmodiuretika
Oligurie bei Tubulusschaden	CVVH/Dialyse
blutiger Urin bei Ureterabriss	Schienung
Hydronephrose bei Hämatom	Hämatomentfernung
Hydronephrose bei Blasentamponade	Blasenspülung/Zystoskopie

► **Prärenale Ursachen.** Wesentliche prärenale Ursachen können alle Formen eines Schockgeschehens mit Verminderung der Perfusion sein. Auch eine Hypoxie ist als schädigende Noxe denkbar.

► **Intrarenale Ursachen.** Eine Überschwemmung der Nieren durch Zellabbauprodukte (z. B. Rhabdomyolyse bei Trauma) wirkt besonders bei niedrigen pH-Werten < 5,6 im Urin tubulustoxisch. Eine Alkalisierung des Harns, Osmodiuretika und eine ausreichende Hydrierung führen zu einer Verminderung der Toxizität (Better 1991).

► **Postrenale Ursachen.** Als postrenale Ursachen eines Nierenversagens sind besonders Blasentamponaden, eine Hydronephrose infolge von retroperitonealen Hämatomen oder Verletzung des ableitenden Systems denkbar.

31.4.5 Leberfunktion

Die Leberfunktion ist von einer ausreichenden Sauerstoffzufuhr abhängig. Kommt es im Rahmen eines Schockgeschehens oder einer Drosselung der Splanchnikusdurchblutung zu einer Ischämie, kann sich eine Leberinsuffizienz entwickeln. Neben einer allgemein symptomatischen Therapie mit ausreichendem Sauerstoffangebot und der Vermeidung von weiteren toxischen Noxen gibt es kaum Möglichkeiten, eine Leberinsuffizienz zu therapieren.

31.4.6 Ernährung

Ziel der Ernährungsstrategie bei einem polytraumatisierten Patienten sollte die möglichst frühe Rückkehr zu einer physiologischen Ernährung über den Magen-Darm-Trakt sein (Orr 2002). Hinderungsgrund für eine sofortige enterale Ernährung sind ausgedehnte Darmeingriffe und eine ausgeprägte Atonie des gastrointestinalen Systems mit hohem gastralem Reflux, die durch retroperitoneale Hämatome oder Operationen ausgelöst werden.

Wegen des PAS sollte eine Glukosezufuhr in den ersten Tagen vorsichtig erfolgen. Im Rahmen eines PAS sind antiinsulinäre Faktoren stark erhöht, begleitet von einer peripheren Insulinresistenz.

► **Parenterale Ernährung.** Da der Körper am ersten Tag aufgrund des PAS keine Substrate verwerten kann, sollte die basale Flüssigkeitszufuhr zunächst ausschließlich aus Vollelektrolytlösungen wie Ringer bestehen. Ab dem 2. Tag kann unter engmaschiger Kontrolle des Serumblutzuckers (BZ) vorsichtig eine parenterale Ernährung in Form einer Kohlenhydratzufuhr begonnen werden, um nach 3–4 Tagen in einer komplett bilanzierten Ernährung mit allen notwendigen Komponenten zu münden. Es hat sich gezeigt, dass sich eine engmaschige Kontrolle und Einstellung des BZ positiv auf die Überlebensrate bei Intensivpatienten auswirken kann (van den Berghe 2001). Allerdings ist eine strenge Einstellung des Blutzuckers auf Werte unter 110 mg/dl häufig mit Hypoglykämien verbunden (Fahy 2009). In weiteren Studien hat sich gezeigt, dass ein BZ-Wert von bis zu 150 mg/dl akzeptiert werden kann (Finney 2003).

► **Enterale Ernährung.** Schon über eine kleine Menge Sondenkost (10 ml/h) über die nasogastrale Sonde kann der Gastrointestinaltrakt in seiner Funktion stimuliert werden. Mehrfach täglich sollte die Magenrestmenge bestimmt werden, um die Nahrungszufuhr individuell steuern zu können. Sofern der gastrointestinale Reflux nicht zu groß ist, kann zügig eine komplette enterale Ernährung und damit

ein physiologischer Weg der Energiezufuhr erreicht werden.

Merke

Eine enterale Ernährung sollte sobald als möglich begonnen werden.

31.4.7 Prophylaxen

Infektionsprophylaxe

Ein polytraumatisierter Patient ist passager immunsupprimiert und stark infektionsgefährdet. Liegen zudem offene Frakturen oder großflächige Wunden vor, ist diese Gefahr noch weiter erhöht.

Für das therapeutische Team stehen daher Maßnahmen im Vordergrund, die das Risiko einer Infektion verringern. Intravasale Katheter und andere künstlichen Sonden sind, soweit möglich, unter streng aseptischen Bedingungen zu platzieren. Intravasale Zugänge und Drainagen, die am Unfallort gelegt wurden, sollten so schnell wie möglich durch aseptisch gelegte ausgetauscht werden.

Merke

Eine Antibiotikatherapie wird nach den Erfordernissen indiziert, ersetzt aber auf keinen Fall ein hygienisch einwandfreies Arbeiten.

Thromboseprophylaxe

Bei immobilisierten Patienten ist eine antithrombotische Therapie unerlässlich. Zunächst wird sie meist mit einer kontinuierlichen intravenösen Gabe von unfraktioniertem Heparin begonnen. Erst nach Stabilisierung des Patienten und fehlenden Zeichen weiterer Blutungen kann auf eine subkutane Gabe von niedermolekularen Heparinen umgestellt werden. Eine Ausnahme bilden Patienten mit intrakraniellen Blutungen, die zunächst keine Heparinisierung erfahren.

31.5 Spezielle Therapieprinzipien bei Verletzungen im Rahmen eines Polytraumas

Unabhängig von den allgemeinen Therapieprinzipien bestimmen bei polytraumatisierten Patienten häufig Verletzungen einzelner Organe und die Kombination aus mehreren Organsystemen die Therapie. Im Einzelfall müssen bei der Therapie eines Organs Sekundärschäden anderer Organe in Kauf genommen werden. Hierbei werden die einzelnen Stadien der Behandlung fließend überschritten, denn die verschiedenen Behandlungsprinzipien setzen unmittelbar nach Aufnahme ein und werden im Einzelfall über mehrere Tage fortgesetzt.

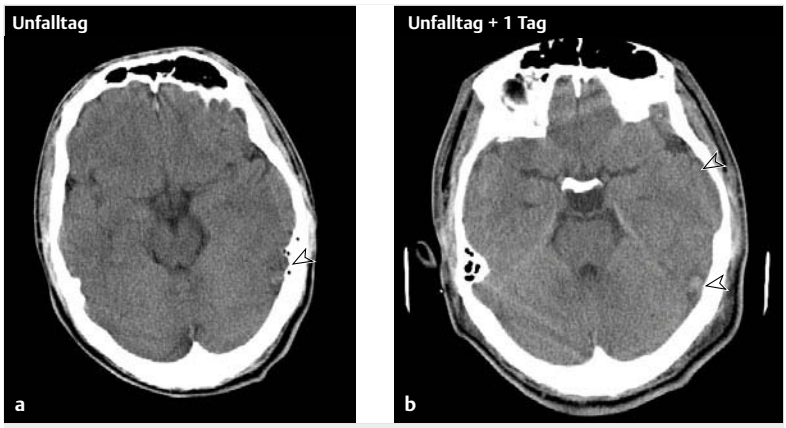


Abb. 31.1 Schädel-Hirn-Trauma. (Hirner u. Weise 2003)
a Kontusionelle Rindenblutung von 8,4 mm im Durchmesser links okzipital.
b Kontusionsherd unverändert nachweisbar, zusätzlich links temporookzipital weiterer Herd von 8 mm Durchmesser.

31.5.1 Schädel-Hirn-Trauma

Die Klassifikation des Schädel-Hirn-Traumas (SHT) reicht von der leichten Commotio cerebri, die intensivmedizinisch kaum von Relevanz ist, bis zum schweren SHT mit Bewusstseinsverlust und Hirndruckerhöhung (▶ Abb. 31.1).

Entsprechend wird die Prognose des Patienten durch die Schwere des Schädel-Hirn-Traumas bestimmt. Die speziellen Aspekte der Behandlung des Patienten mit erhöhtem Hirndruck werden im Kap. „Versorgung von Patienten mit Erkrankungen des Nervensystems“ (S. 522) abgehandelt und schließen die Therapie traumatologischer Patienten mit ein.

31.5.2 Gesichtsverletzungen

Im Rahmen eines Schädel-Hirn-Traumas sind komplexe Begleitverletzungen des Gesichtsschädels und der Weichteile häufig. Im Gegensatz zu Extremitätenfrakturen werden Frakturen des Gesichtsschädels häufig erst sekundär nach primärer Stabilisierung und Abschwellen der Weichteile versorgt. Ein wesentliches Problem besteht v. a. in der Initialphase, wenn der Patient noch nicht endotracheal intubiert ist. Blutungen aus den Schleimhäuten und Schwellungen der Weichteile können die Intubation am Unfallort stark erschweren, der Patient kann aspirieren und eine Oxygenierung durch die Obstruktion der Atemwege unmöglich sein. Damit ist der Patient vital gefährdet.

Im Rahmen der Intensivtherapie muss darauf geachtet werden, dass der Tubus nicht disloziert, da aufgrund einer intraoralen Schwellung die Reintubation maximal erschwert sein kann.

Bei der Mundpflege muss außerdem darauf geachtet werden, ob die Frakturen stabil aufeinander stehen oder ob sich Knochenfragmente bewegen und durch Manipulationen im Mund und Rachen weitere Verletzungen nach sich ziehen.

31.5.3 Thoraxverletzungen

Beatmungsformen

Störungen der Atemfunktion durch Verletzung des knöchernen Gerüstes, einer Lungenkontusion oder Aspiration sind praktisch bei allen polytraumatisierten Patienten anzutreffen (▶ Abb. 31.2). Auch, wenn die prophylaktische Beatmung mit PEEP ein ARDS nicht verhindern kann, gewährleistet eine maschinelle Beatmung eine lungenschonende Ventilation und eine innere Schienung bei Rippenfrakturen. In der modernen Intensivtherapie existiert eine Vielzahl verschiedener Beatmungsmöglichkeiten. Siehe Kap. „Maschinelle Beatmung“ (S. 207).

Wann immer möglich, sollte Beatmungsverfahren der Vorzug gegeben werden, die eine Spontanatmung des Patienten ermöglichen.

Lagerung

Neben der Beatmungsform kann die Lagerung des Patienten erheblich zur besseren Oxygenierung beitragen. Die Bildung dor-

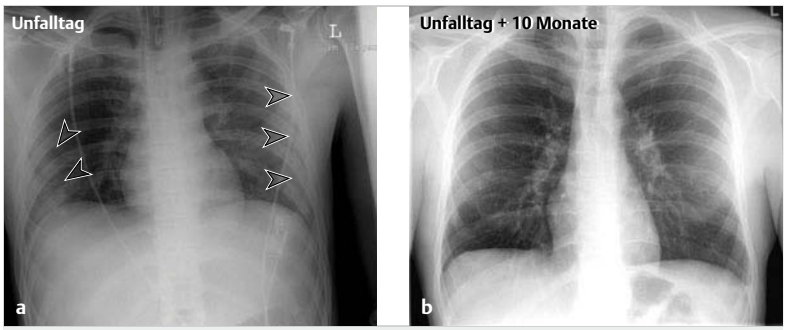


Abb. 31.2 Thoraxverletzung. (Hirner u. Weise 2003)
a Im linken Lungenflügel und rechts basal Kontusionsareale (Pfeile).
b Keine wesentlichen Folgen 10 Monate nach Lungenkontusion.

sobasaler Atelektasen kann die Oxygenierung einer geschädigten Lunge mit verminderten Reserven erheblich einschränken. Nach intermittierendem Blähen und, falls das Verletzungsmuster eine extreme Lagerung zulässt, bietet sich eine Bauchlage (S. 183) bzw. eine 135 °-Lagerung an. Mit Lösen der Atelektasen sollte sich der pulmonale Gasaustausch innerhalb weniger Stunden dramatisch verbessern.

► **Einsatz von Rotationsbetten.** Ist eine Lagerung nicht möglich, kann die Anwendung eines Rotationsbettes (S. 184) erwogen werden. Die Vorteile dieser Lagerungssysteme bestehen in einer steuerbaren Rotation des Patienten, der fest im Bett verankert wird. Nachteile bestehen vorwiegend in

- der häufig notwendig werdenden, stärkeren Analgosedierung,
- einer Störung des Gleichgewichtempfindens,
- Störung der gastrointestinalen Kinetik und
- einer schwierigen Entwöhnung vom Respirator.

Hinzu kommt die Gefahr, dass durch die automatisch ablaufende Rotation Katheter und Schläuche akzidentell diskonnektiert oder entfernt werden. Daher sollte im Einzelfall der Einsatz dieser Betten für eine definierte Zeit erwogen werden. Der erfolgreiche Einsatz von Rotationsbetten zur Prophylaxe und Therapie eines ARDS ist umstritten. In den Konsensusempfehlungen wird dazu nicht Stellung genommen.

Konstellation konkurrierender Verletzungen

Problematisch ist die Konstellation konkurrierender Verletzungen der Lunge und eines SHT. Eine Steigerung der Beatmungsaggressivität mit erhöhtem PEEP, umgekehrtem Atemzeitverhältnis und hohen Spitzendrücken führt sekundär zu einer Abflussbehinderung der kranialen Venen und damit indirekt zu einer Erhöhung des ICP.

31.5.4 Wirbelsäulenverletzungen

Die größte Gefahr geht von Wirbelsäulenverletzungen aus, die in der initialen Diagnostik nicht erkannt, bzw. übersehen worden sind!

Daher ist es besonders bei der ersten Inspektion des Patienten wichtig, nach Prellmarken, ggf. Schmerzäußerungen oder anderen Hinweisen auf vorliegende weitere Verletzungen nachzugehen. In der initialen Phase der Versorgung eines polytraumatisierten Patienten sollte bis zum Beweis des Gegenteils von einer Beteiligung der Wirbelsäule ausgegangen werden. Die Halswirbelsäule wird durch einen steifen Kragen (Stiffneck oder ähnliche Hilfsmittel) immobilisiert und der Körper des Patienten durch eine schonende Lagerung auf einer Vakuummatratze ruhiggestellt.

Merke

Vorsicht bei bewusstlosen traumatisierten Patienten! Eine Wirbelsäulenverletzung ist erst nach entsprechender radiologischer Bildgebung ausgeschlossen.

Spinales Trauma

Eine Beteiligung des Myelons hat vielfältige Konsequenzen in der Therapie des Patienten. Neben der primären Schädigung durch das Trauma selbst kommt es innerhalb weniger Minuten zu einer sekundären Schädigung, die evtl. therapeutisch beeinflusst werden kann. Nach der mechanischen Beschädigung und der folgenden Ischämie sind die Störung der Blut-Hirn-Schranke und eine Erhöhung des spinalen Drucks wesentliche Komponenten des spinalen Traumas, die in der Intensivmedizin mit respiratorischen und hämodynamischen Folgen imponieren. Der Sympathikotonus ist nachhaltig unterdrückt, was zu einem Abfall des systemvaskulären Widerstands führt. Bei hohen Rückenmarksverletzungen fehlt durch den Ausfall der Nn. accelerantes ein Gegengewicht zur Vagusaktivität. Die respiratorische Funktion wird insbesondere bei hohen Läsionen durch den Ausfall des N. phrenicus (C 4) beeinträchtigt. Eine Spontanatmung ist nicht oder nur partiell möglich.

Als Sofortmaßnahme bei Verdacht auf stark erhöhten intrakraniellen Druck, z. B. bei Zeichen einer tentoriellen Herniation (Pupillenerweiterung, Strecksynergismen, Streckreaktion auf Schmerzreize, progrediente Bewusstseinstrübung) sind eine Hyperventilation (Atemfrequenz: 20/min), die intravenöse Gabe von Mannitol und hypertone Kochsalzlösung zu erwägen. Bei einer Hyperventilation ist zu beachten, dass der eindrucksvolle Abfall des Hirndrucks von einer Vasokonstriktion begleitet ist und dass die zerebrale Sauerstoffversorgung dadurch vermindert wird (Beck 2001, Ducker 1990). Mannitol ist geeignet, den intrakraniellen Druck für etwa 1 h zu senken (Ducker 1990).

Die bei Verletzungen des Myelons nach dem NASCIS-Schema von Bracken propagierte hochdosierte Methylprednisolontherapie ist wegen der ungünstigen Risiko-Nutzen-Relation umstritten und wird nicht mehr empfohlen (Bracken 1998, McCutcheon 2004, Bandiera 2003).

31.5.5 Abdominelle Verletzungen

Verletzungen der abdominellen Organe führen nach Diagnosestellung meist unmittelbar zu einer explorativen Laparotomie. In Abhängigkeit vom Verletzungsmuster werden Blutungen gestillt, Organe entfernt, Leckagen übernäht oder – bei nicht stillbaren Blutungen – Tücher (sog. Packing) eingelegt.

Die Behandlung dieser Verletzungen entspricht der nach Laparotomien aus anderen Ursachen. Das Auftreten von Blutungen kann sich neben dem laborchemisch feststellbaren Hämoglobinabfall bemerkbar machen, ist aber manchmal durch eine Größenzunahme des Abdomens erkennbar. Als wenig invasive Maßnahme bietet sich zur Detektion intraabdomineller Blutungen die Sonografie oder das CT an, die mit einer hohen Sicherheit in der Lage sind, freie Flüssigkeit in der Bauchhöhle zu erkennen (► Abb. 31.3).

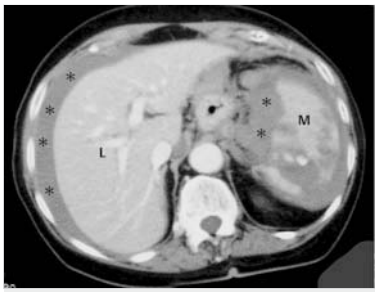


Abb. 31.3 Intraabdominelle Blutung. Das CT zeigt freies Blut (*) in der Bauchhöhle. Ursache ist eine Milzverletzung durch ein stumpfes Bauchtrauma. M: Milz, L: Leber. (B. Paetz)

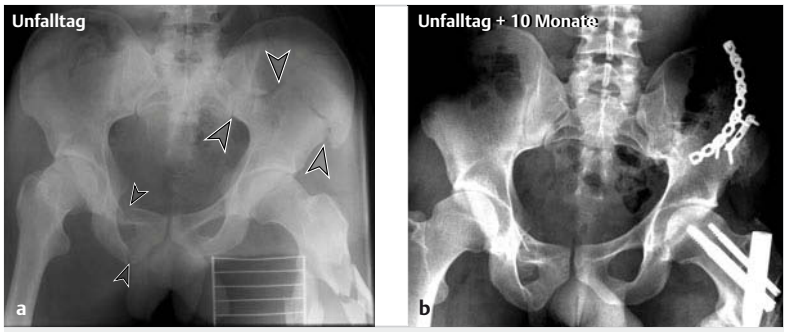


Abb. 31.4 Beckenfraktur. (Hirner u. Weise 2008)
a Beckenschaufelfraktur links (große Pfeile), dislozierte vordere Beckenringfraktur rechts (Sitz- und uns Schambeinfraktur; kleinere Pfeile). Die weißen Linien rechts unten gehören zur Beinschiene.
b Knöcherne Heilung und anatomische Wiederherstellung des Beckenskelettes nach Plattenosteosynthese der linken Beckenschaufelfrakturen und konservativer Therapie der Sitz- und Schambeinfrakturen rechts.

Abb. 31.5 Röntgenaufnahme linker Oberschenkel. (Hirner u. Weise 2008)
a Langstreckige subtrochantere und diaphysäre Oberschenkeltrümmerfraktur am Unfalltag, versorgt durch Verriegelungsmarknagelosteosynthese.
b Nach 10 Monaten in achsengerechter Stellung vollständige Heilung des Oberschenkeltrümmerbruches mit reizlos einliegendem Marknagel (PFN).

31.5.6 Becken- und Extremitätenfrakturen

Beckenfrakturen

Sofern Frakturen des Beckens in der ersten Phase definitiv stabilisiert wurden, kann eine Lagerung des Patienten ohne Einschränkungen vorgenommen werden. In der Praxis findet sich jedoch meist eine Kombination aus primärer Fixierung einer instabilen Beckenfraktur (z. B. mit einem Fixateur externe), ohne dass jedoch eine Lagerungsstabilität erreicht wurde. Diese Informationen sollten im Rahmen der Aufnahme schriftlich fixiert werden und Eingang in die Pflegeanordnungen finden. Ein weiteres, wesentliches pflegerisches Problem tritt bei Beckenfrakturen mit großen Hämatomen und sezernierenden Wunden auf. Das Reinigen und Trockenhalten ist nur bedingt möglich, infektiologische Probleme sind damit absehbar.

Offene Frakturen müssen in der ersten operativen Phase versorgt werden, um infektiologische Komplikationen zu minimieren. Frakturen an den größeren Extremitäten werden ebenfalls in der ersten Phase operativ korrigiert (▶ Abb. 31.4).

Extremitätenfrakturen

Auswirkungen auf die Intensivtherapie haben Frakturen an den distalen Extremitäten, die durch eine Schienung ruhig gestellt wurden, aber erst nach endgültiger Stabilisierung im Intervall operativ versorgt werden. Besonders die Kombination aus mehreren Frakturen im Rahmen der Polytraumatisierung darf nicht unterschätzt werden (▶ Abb. 31.5). Aus frakturierten Bereichen können durch die Einschwemmung von Knochenmarksanteilen und Knochenmarksfett pathophysiologische Kaskaden unterhalten werden.

▶ **Gefahr eines Kompartmentsyndroms.** Für die Pflege auf der Intensivtherapiestation ergibt sich aus dem Weichteiltrauma, das jede Fraktur begleitet, die Gefahr eines Kompartmentsyndroms. Durch Schwellung der Weichteile wird die arterielle Versorgung der Extremität vermindert und führt in letzter Konsequenz zu einer totalen Ischämie. Ein Pulsoxymeter an der distalen Extremität (z. B. einer Zehe) kann das Ausmaß der Ischämie nicht zuverlässig erkennen, da die Durchblutung längst ein kritisches Maß erreicht hat, bevor der Kapillarpuls verschwindet. Die wesentliche diagnostische Maßnahme ist eine Dopplersonografie der abhängigen Arterien in der betroffenen Extremität, um eine Flussverminderung, respektive -unterbrechung festzustellen.

▶ **Gefahr eines akuten Nierenversagens.** Auf dem Boden einer starken Myolyse kann sich ein akutes Nierenversagen ausbilden. Regelmäßige pH-Kontrollen des Urins sind daher besonders in der ersten Phase der Intensivtherapie angezeigt, um ggf. durch Alkalisierung des Urins intervenieren zu können.

31.6 Leseservice

31.6.1 Literatur

Artigas A, Bernard GR, Carlet J et al. The American-European Consensus Conference on ARDS, Part 2. Ventilatory, pharmacologic, supportive therapy, study design strategies and issues related to recovery and remodeling. Intensive Care Med 1998; 24: 378

Bandiera G, Stiell IG, Well GA et al. The Canadian C-spine rule performs better than unstructured physician judgment. Ann Emerg Med 2003; 42: 395

Beck A, Krischak G, Bischoff M. Wirbelsäulenverletzungen und spinales Trauma. Notfall und Rettungsmedizin 2009; 12: 469

Better O. Post-traumatic acute renal failure: pathogenesis and prophylaxis. Nephrol Dial Transplant 1992; 7: 825

Bracken MB, Shepard MJ, Collins WG et al. A randomized, controlled trial of methylprednisolone or naloxone in the treatment of acute spinal cord injury. Results of the second national spinal cord injury study. N Engl J Med 1998; 322: 699

Ducker TB. Treatment of spinal-cord injury. N Engl J Med 1990; 322: 1459

Fahy BG, Sheehy AM, Coursin DB: Glucose control in the intensive care unit. Crit Care Med 2009; 37: 1769–76

Finney SJ, Zekveld C, Elia A, Evans TW: Glucose control and mortality in critically ill patients. JAMA 2003; 15: 2041–7

Gan TJ, Soppitt A, Maroof M et al. Goal-directed intraoperative fluid administration reduces length of hospital stay after major surgery. Anesthesiology 2002; 97: 820

Hirner A, Weise K. Chirurgie. Schnitt für Schnitt. 2. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2008

Kress JP et al. Daily interruption of sedative infusions in critically ill patients undergoing mechanical ventilation. N Engl J Med 2000; 342; 1471

McCutcheon EP et al. Acute traumatic spinal cord injury 1993–2000. A population-based assessment of Methylprednisolone administration and hospitalisation. J Trauma 2004; 56; 1076

Moore FA. Issues in nutritional management of critically ill patients. Nutr Clin Prac 1994; 9: 125

Odom SR, Howel MD, Silva GS et al. Lactate clearance as a predictor of mortality in trauma patients. J Trauma Acute Care Surg 2013; 74: 999

Orr PA, Case KO, Stevenson JJ. Metabolic response and parenteral nutrition in trauma, sepsis, and burns. J Infus Nurs 2002; 25: 45

Paetz B. Chirurgie für Pflegeberufe. 22. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2013

Schweickert WD, Gehlbach BK, Pahlman AS et al. Daily interruption of sedative infusions and complications of critical illness in mechanically ventilated patients. Crit Care Med 2004; 32: 1272

Sinex JE. Pulse oximetry: principles and limitations. Am J Emerg Med 1999; 17: 59

S 3-Leitlinie Polytrauma/schwerverletzten-Behandlung, AWMF-Register Nr. 012/019, 2011

van den Berghe G, Wouters P, Weekers F et al. Intensive insulin therapy in the critically ill patients. N Engl J Med 2001; 345: 1359

Kapitel 32

Intensivmedizinische Versorgung von Säuglingen, Kindern und Jugendlichen

32.1 Grundlagen *596*

32.2 Erstversorgung von Früh- und Neugeborenen im Kreißsaal *599*

32.3 Erkrankungen der Atemwege *605*

32.4 Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems *606*

32.5 Erkrankungen des zentralen Nervensystems *608*

32.6 Metabolische Krisen bei angeborenen Stoffwechselstörungen *609*

32.7 Erkrankungen von Niere und Flüssigkeitshaushalt *610*

32.8 Unfälle *611*

32.9 Reanimation von Kindern *612*

32.10 Leseservice *612*

32 Intensivmedizinische Versorgung von Säuglingen, Kindern und Jugendlichen

Georg Rellensmann, Monika Korsmeier

32.1 Grundlagen

In der Pädiatrie nimmt die neonatologische Intensivmedizin mit der Therapie kritisch kranker Früh- und Neugeborener einen großen Raum ein. Das Outcome pädiatrischer Intensivpatienten kann durch die Versorgung auf spezialisierten Kinderintensivstationen verbessert werden. Gleichwohl gibt es viele Berührungspunkte zur allgemeinen Intensivpflege. Nicht selten werden auch Säuglinge und Kinder im Rahmen der allgemeinen Intensivpflege erstversorgt oder perioperativ betreut.

Für die Pflege schwerkranker Kinder auf pädiatrischen Intensivstationen sind besondere Pflegekenntnisse, eine gute Beobachtungsgabe und viel Einfühlungsvermögen für die kleinen Patienten und das familiäre Umfeld nötig. Um die Unterstützung oder Wiederherstellung vitaler Funktionen adäquat zu gewährleisten, stehen speziell auf kleine Kinder ausgerichtete Geräte und Hilfsmittel zur Verfügung.

Säuglinge und Kinder sind keine kleinen Erwachsenen. Hinsichtlich Anatomie, Physiologie, häufigen Krankheitsbildern und Verhalten gibt es zahlreiche Besonderheiten des Kindesalters. Das folgende Kapitel soll Verständnis für Krankheitsbilder des Kindesalters wecken und an Beispielen wesentliche Prinzipien der Pflege aufzeigen.

32.1.1 Besonderheiten des Kindesalters

Umgang mit Kindern

Kinder sollen durch eine notwendige Intensivtherapie möglichst wenig geängstigt werden. Es ist wichtig, eine psychische Traumatisierung durch ungewohnte Umgebung, Trennung von den Eltern und medizinische Maßnahmen zu vermeiden. Gleichzeitig müssen bei kritisch kranken Kindern die physiologischen Begleiterscheinungen von Angst und Unruhe, wie z. B. Tachypnoe oder gesteigertes Herzminutenvolumen, unbedingt vermieden werden, da sie den Gesundheitszustand zusätzlich verschlechtern können. Kinder versuchen im Rahmen ihres psychosozialen Entwicklungsstandes zu verstehen, was mit ihnen und um sie herum geschieht und reagieren unterschiedlich auf Krankheit, fremde Pflegepersonen und Therapiemaßnahmen (▶ Tab. 32.1). Ein Schlüssel zur Beruhigung von Kindern ist ein offener, vertrauensvoller Umgang mit den Eltern, denen ein möglichst enger Kontakt zum Kind ermöglicht werden sollte.

Körperbau und Körpergewicht

Die Körperproportionen unterscheiden sich deutlich von denen Erwachsener. In ▶ Abb. 32.1 wird die Körperoberfläche von Säuglingen und Kindern mit den Verhältnissen eines Erwachsenen verglichen, sodass z. B. die Ausdehnung von Verbrühungen und Verbrennungen abgeschätzt werden kann. Gewicht und Körperoberfläche sind die Grundlage für die Kalkulation einer angepassten Flüssigkeits- und

Tab. 32.1 Hinweise zum Umgang mit Kindern in verschiedenen Altersstufen.

Altersstufe	normal	Interaktion
Neugeborenes, junger Säugling (Geburt–3 Monate)	• wach, blickt umher, fixiert Gesichter • Extremitäten gebeugt	• ist gerne auf dem Arm, mag Wärme, Schnuller beruhigt • vermeide laute Geräusche und helles Licht
älterer Säugling (3 Monate–1 Jahr)	• wach, blickt umher, beobachtet Untersucher • Extremitäten gering gebeugt, kann Arme und Beine strecken, sitzt frei mit 6–8 Monaten	• ist gerne auf dem Arm oder Schoß der Eltern, Körperkontakt von den Zehen zum Kopf, ältere Säuglinge fühlen sich im Sitzen wohler, Ablenkung mit Spielzeug • sprich kontinuierlich mit ruhiger Stimme • schmerzhafte Prozeduren zuletzt
junges Kleinkind (1–3 Jahre)	• wach, aktiv • freies Laufen ab 18 Monaten, sitzt nicht gerne ruhig, greift nach Taschenlampe, schiebt Hand der Pflegeperson weg	• Körperkontakt von den Zehen zum Kopf, Ablenkung mit Spielzeug/Taschenlampe • vermeide über zukünftige Ereignisse zu sprechen • beteilige Eltern an Pflege • respektiere Schamgefühl • halte Kind bedeckt
Kindergartenkind (3–6 Jahre)	• wach, aktiv • kann auf Aufforderung stillhalten und kooperieren • versteht Sprache, versucht Situation zu verstehen/erklären	• erkläre Vorgänge in einfacher Sprache • erkläre was als nächstes geschieht • erkläre schmerzhafte Prozeduren kurz bevor sie geschehen • lenke Kind mit einer Geschichte ab • respektiere Schamgefühl
Schulkind (6–12 Jahre)	• kooperiert, wenn Vertrauen vorhanden, möchte teilnehmen und die Kontrolle behalten	• erkläre Vorgänge in einfacher Sprache • respektiere Schamgefühl • erlaube dem Kind mit zu entscheiden, wenn möglich • erlaube dem Kind bei der Pflege mitzumachen
Adoleszent (12–18 Jahre)	• hat klare Vorstellungen von der Zukunft, kann mitentscheiden	• erkläre Vorgänge wie einem Erwachsenen • behandle Adoleszenten mit Respekt • sei ehrlich

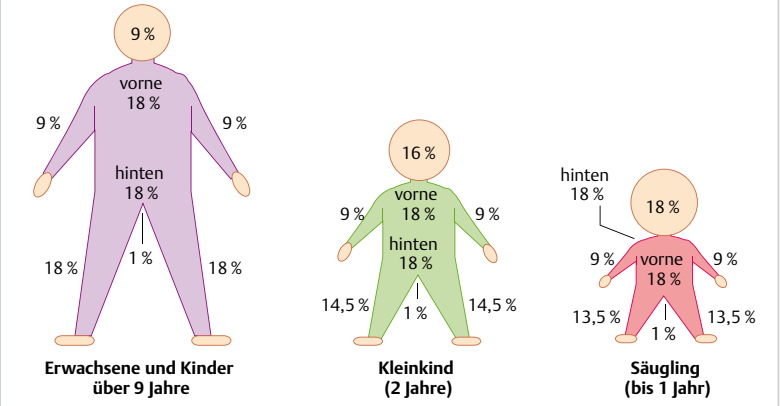


Abb. 32.1 Schema zur Abschätzung der Körperoberfläche bei Säuglingen, Kleinkindern und Erwachsenen. (Emmrich et al. 1998)

Medikamentendosierung. Auch gering erscheinende Volumina, z. B. zur Spülung von arteriellen Zugängen oder für Medikamentengaben, müssen berücksichtigt werden.

Körpertemperatur

Das niedrige Körpergewicht und die im Verhältnis dazu sehr große Körperoberfläche von Säuglingen und Kleinkindern führen zu einer Gefährdung durch erhöhten Wärmeverlust. Hinzu kommt bei Frühgeborenen und Säuglingen die mangelnde Fähigkeit, durch Muskelzittern Wärme zu bilden. Bei einer Hypothermie erfolgt die Thermogenese somit überwiegend durch die Lipolyse des braunen Fettgewebes. Dieser Mechanismus führt zu einer gesteigerten Stoffwechselrate und einem erhöhtem O_2-Verbrauch. Dem Monitoring der Körperkerntemperatur, Maßnahmen zur Verhütung von Wärmeverlust und ausreichender Wärmezufuhr kommen daher große Bedeutung zu.

Merke

Optimal ist die Versorgung von Früh- und Neugeborenen im Thermoneutralbereich, in dem der Körper den geringsten Sauerstoff- und Energieverbrauch hat.

▸ **Temperaturmessung.** In der Neonatologie wird die Temperaturkontrolle überwiegend durch rektale Messungen durchgeführt. Der Einsatz von Temperatursonden ist bei länger andauernden, diagnostischen oder therapeutischen Maßnahmen und nach der Neuaufnahme auf der Intensivstation zu empfehlen, bis eine optimale Einstellung der Inkubator- oder Wärmebett-Temperatur ermittelt werden kann. Rektale Sonden sollten allerdings zum Schutz der empfindlichen Schleimhaut nur für einen begrenzten Zeitraum eingesetzt werden.

Hauttemperatursonden können bei Früh- und Neugeborenen ebenfalls zuverlässige Werte liefern. Wichtig ist eine sichere Fixierung am Körperstamm.

▸ **Pflegemaßnahmen.** In Notfallsituationen ist der Einsatz von trockenen, warmen Tüchern, das Bedecken auch des Kopfes von Früh- und Neugeborenen und der Einsatz von Wärmestrahlern und Wärmematten wichtig. Auf der anderen Seite muss auch eine Hyperthermie vermieden werden, da diese Patientengruppe durch die reduzierte Fähigkeit zu Schwitzen eingeschränkte Kompensationsmöglichkeiten besitzt.

Praxistipp

Bei Säuglingen kann eine Mütze helfen, den hohen Wärmeverlust über den relativ großen Kopf zu vermindern.

Blutvolumen

Das Blutvolumen beträgt ca. 70–90 ml/kg Körpergewicht, bei einem reifen Neugeborenen also ca. 315 ml. Auch gering erscheinende Blutverluste können kreislaufwirksam sein und müssen sorgfältig überwacht und ggf. ausgeglichen werden. Ein relevanter Blutverlust wird an kühlen Extremitäten, schwachen Pulsen, eingeschränkter Mikrozirkulation, Blässe, Oligurie und eingeschränkter Bewusstseinslage erkannt.

Merke

Ein arterieller Blutdruckabfall tritt oft erst nach einem Verlust von über 20 % des intravasalen Volumens auf und ist ein spätes, gefährliches Zeichen.

Iatrogene Blutverluste durch Laborbestimmungen müssen durch sorgfältige Indikationsstellung, spezielle Probenröhrchen und Messgeräte für Mikroproben gering gehalten werden.

Flüssigkeitshaushalt

Der Wasserumsatz eines Neugeborenen ist bezogen auf das Körpergewicht ca. 3–5-mal größer als bei einem Erwachsenen. Das erklärt die Gefährdung von Säuglingen für eine rasche Dehydratation, z. B. durch gastrointestinale Infektionen mit Erbrechen oder/und Durchfall. Gleichzeitig ist aber auch die renale Fähigkeit, ein Überangebot von Wasser auszuscheiden, eingeschränkt, sodass Neugeborene und Säuglinge unter parenteraler Flüssigkeitszufuhr gleichermaßen durch eine Überwässerung gefährdet sind.

Der Flüssigkeitsverlust über die Perspiratio insensibilis ist besonders bei sehr kleinen und unreifen Frühgeborenen in den ersten Lebenstagen sehr hoch. Diese Kinder werden im Inkubator mit einer Luftfeuchtigkeit von 70–90 % versorgt.

Energiehaushalt

Ein Säugling benötigt pro Kilogramm Körpergewicht fast 3-mal so viel Energie wie ein Erwachsener (110 versus 40 kcal/kgKG), gleichzeitig sind die Energiereserven geringer. Säuglinge und Kleinkinder sind daher stärker durch Hypoglykämien gefährdet. Eine ausreichende Substratzufuhr (▸ Abb. 32.2) und die Überwa-

Abb. 32.2 Magensonden werden in der Neugeborenenperiode bevorzugt oral gelegt, um den Atemwiderstand nicht unnötig zu erhöhen. (Universitätsklinikum Münster, Fotozentrale)

chung des Blutzuckerspiegels (kapillär oder aus nicht glukosehaltigen Zugängen) haben einen hohen Stellenwert. Das Risiko für Hypoglykämien ist bei Kindern mit niedrigem Geburtsgewicht, Hypotrophie und Asphyxie deutlich erhöht.

Atmung und Atemwege

Anatomische Besonderheiten des Respirationstraktes in Kombination mit eingeschränkten Kompensationsmöglichkeiten führen dazu, dass im Kindesalter vermehrt Störungen der Atemfunktion auftreten können. Säuglinge im ersten Lebenshalbjahr sind obligate Nasenatmer und daher für Obstruktionen der oberen Atemwege prädisponiert.

Die Atemwege von Säuglingen und Kleinkindern haben einen relativ geringen Durchmesser, sodass sich eine Schwellung der Atemwegsschleimhaut sehr stark auf den Atemwegswiderstand auswirken und zu typischen Erkrankungen mit Atemwegsobstruktion führen kann (Krupp, Bronchiolitis).

▶ **Intubation und Beatmung.** Der Kehlkopf befindet sich bei Säuglingen höher und weiter vorne als bei Erwachsenen. Aus diesem Grund wird der Kopf zur Intubation flach gelagert und kaum rekliniert. Der engste Abschnitt der Atemwege liegt bei Säuglingen nicht auf Höhe der Glottis, sondern subglottisch im Bereich des Ringknorpels, was bei der Auswahl der richtigen Tubusgröße berücksichtigt werden muss. Vor dem 8. Lebensjahr werden oft Tuben ohne Cuff eingesetzt. Bei einem reifen Säugling ist die Trachea nur ca. 4 cm lang. Ein Endotrachealtubus muss daher sehr genau positioniert und fixiert werden, um einer Tubusdislokation vorzubeugen. Aus diesem Grund wird bei Frühgeborenen und Säuglingen häufig die nasale Intubation bevorzugt. Zudem kann eine bessere Mundpflege und orale Stimulation durchgeführt werden.

Durch die Weichheit des Thorax hat die Bauchatmung im Säuglingsalter eine große Bedeutung. Bei Beeinträchtigungen dieser Atmung, etwa durch ein akutes Abdomen oder durch eine Zwerchfellparese, werden Säuglinge schneller ateminsuffizient als ältere Kinder. Reanimationssituationen im Kindesalter beruhen meist auf einem primären Atemversagen. Deshalb hat die Beatmung einen besonders hohen Stellenwert bei der Reanimation von Säuglingen und Kindern.

▶ **Apparative Überwachung.** Aufgrund der genannten Besonderheiten ist eine gute apparative Überwachung und klinische Beurteilung der kleinen Patienten auf einer Kinderintensivstation erforderlich. Zur kontinuierlichen, nicht invasiven Messung der Sauerstoffsättigung wird die Pulsoxymetrie (S. 174) verwendet. Zusätzlich kann bei Früh- und Neugeborenen die Kapnoxode eingesetzt werden, mit der transkutan kontinuierlich der Sauerstoff- und Kohlendioxidpartialdruck gemessen wird. Die Werte dieses Überwachungsgerätes sollten in regelmäßigen Abständen mit den arteriellen bzw. kapillären Blutgaswerten verglichen und dementsprechend interpretiert werden, da sie unterschiedlichen Störeinflüssen unterliegen. Die endexspiratorische Messung des CO_2 kann ab dem Säuglingsalter eingesetzt werden, es werden spezielle Adapter mit niedrigem Totraum benutzt.

▶ **Atemgasanfeuchtung.** Besondere Bedeutung bei der Beatmung von Frühgeborenen, Säuglingen und Kleinkindern hat die Anfeuchtung und Anwärmung des Atemgases. In der Pädiatrie wird überwiegend eine aktive Atemgasanfeuchtung (z. B. über Schlauchheizungen) verwendet. HME-Filter (S. 206), sog. Heat and Moisture Exchanger, kommen bei größeren, langzeitbeatmeten Kindern zum Einsatz.

Herz und Kreislauf

Entsprechend ihrem höheren Energieumsatz haben Säuglinge auch in Ruhe ein deutlich höheres Herzminutenvolumen (HMV) als ältere Kinder und Erwachsene (300 versus 75 ml/min/kg). Während Erwachsene zur Kompensation einer Bradykardie das Schlagvolumen steigern können, wird das Herz eines Säuglings bereits unter Ruhebedingungen maximal gefüllt. Somit kann das HMV eines Säuglings nur durch Steigerung der Herzfrequenz erhöht werden. ▶ Tab. 32.2 zeigt die altersabhängigen Normwerte der Vitalparameter.

Tab. 32.2 Altersabhängige Vitalparameter.

Alter	Atemfrequenz (pro min)	Herzfrequenz (pro min)	systolischer Blutdruck (mmHg)
< 1 Jahr	30–40	110–160	70–90
2–5 Jahre	20–30	95–140	80–100
6–12 Jahre	15–20	80–120	90–110
> 12 Jahre	12–16	60–100	100–120

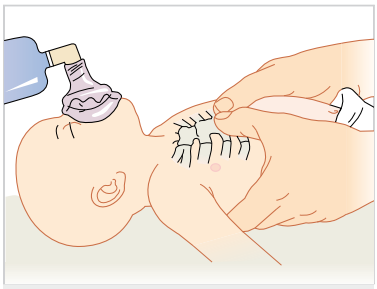


Abb. 32.3 „Zangengriff" zur Herzdruckmassage beim Säugling. (Hoehl u. Kullick 2012)

Merke

Bradykardien bei Früh- und Neugeborenen sind meist durch eine Hypoxie bedingt. Ursachen für diese Hypoxie können z. B. ein Atemstillstand (unreifebedingte zentrale Apnoe des Frühgeborenen) oder eine Verlegung der Atemwege (Obstruktion) sein.

Kann eine Herzfrequenz unter 60/min nicht durch sofortige Beatmung gesteigert werden, so sind Thoraxkompressionen zur kardiovaskulären Reanimation indiziert (▶ Abb. 32.3).

Die apparative Überwachung der Herz-Kreislauf-Funktion erfolgt über EKG, invasive und nicht invasive Blutdruckmessung und im Bedarfsfall ZVD-Messungen. Bei der invasiven Blutdruckmessung kann in der Neonatologie postnatal der Zugang über die Nabelarterie genutzt werden. Diese Möglichkeit sollte jedoch nur in den ersten Lebenstagen verwendet werden, da mit zunehmender Liegedauer die Komplikationsrate ansteigt.

Zentrales Nervensystem

Das ZNS ist bei der Geburt relativ unreif und entwickelt sich rasch während der ersten Lebensjahre mit fortschreitender Myelinisierung und Ausbildung zahlreicher Verknüpfungen zwischen Nervenzellen. Primitive Reflexe werden durch Willkürmotorik ersetzt und höhere geistige Leistungen wie Sprache entwickeln sich. Je früher eine lokalisierte Hirnschädigung auftritt, desto plastischer können die dort lokalisierten Funktionen von anderen Hirnarealen übernommen werden. Die neurologische Beurteilung von Kindern beruht auf der genauen Kenntnis der normalen psychomotorischen Entwicklung.

NIPS-SCHMERZSKALA

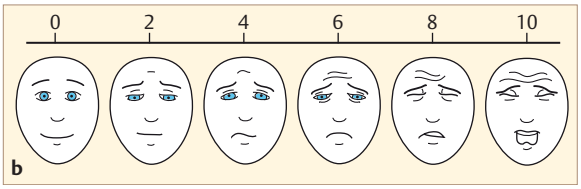
Name: ..... Datum der Messung: .....

Geburtsdatum: ..... durchgeführt von: .....

	Punkte
1 Gesichtsausdruck	
• entspannt	0
• Grimassieren/Stirnrunzeln	1
2 Weinen	
• keines	0
• leicht; ist zu trösten	1
• Schreien, hohe Töne, nicht zu trösten	2
3 Atmung	
• ruhig	
• verändert/unregelmäßig	0 1
4 Arme	
• entspannt, locker	
• gebeugt, gestreckt	0 1
5 Beine	
• entspannt, locker	
• gebeugt, gestreckt	0 1
6 Bewusstseinszustand	
• schläft/wach, zufrieden	
• wach, unruhig, gereizt	0 1
Gesamtpunktzahl (maximal 7 Punkte)	

0 – 2 gute Analgesie 3 – 4 mäßig 5 – 7 schlecht

a



b

Abb. 32.4 Schmerzskalen zur Schmerzerfassung.

a NIPS (Neonatal Infant Pain Scale). Fremdbeurteilungsskala zu Messung prozeduraler Schmerzen bei Neugeborenen.

b FPS-R (Faces Pain Scale - Revised). Selbstbeurteilungsskala zur Messung von akuten Schmerzen bei Kindern ab 5 Jahren (n. Hicks et al. 2001). Dabei werden die Punkte 0, 2, 4, 6, 8 oder 10 für die Gesichter von links nach rechts vergeben, sodass „0" = „kein Schmerz" und „10" = „sehr starker Schmerz" bedeutet.

Schmerzen

In der Intensivtherapie von Säuglingen und Kindern hat die Vermeidung und angemessene Therapie von Schmerzen und Angst einen hohen Stellenwert. Neben psychologischen und physikalischen Maßnahmen kommen nicht steroidale Antiphlogistika (Ibuprofen, Paracetamol), Opiate und Sedativa zum Einsatz. In der Neonatologie kann vor kleineren schmerzhaften Prozeduren, z. B. kapillären Blutentnahmen, Glukose auf einem Schnuller oder Q-Tip verabreicht werden. Die nachgewiesene Schmerzprophylaxe wird jedoch nur in Kombination mit nicht nutritivem Saugen erzielt. Grundlage der Schmerztherapie ist eine altersangepasste regelmäßige Schmerzerfassung durch spezielle Skalen (▶ Abb. 32.4, ▶ Tab. 32.3, weitere Schmerzskalen siehe Kap. „Schmerzmanagement auf der Intensivstation" (S. 428).

Tab. 32.3 KUSS – Kindliche Unbehagens- und Schmerzskala (zit. n. Rakow et al. 2007).

Beobachtung	Bewertung	Punkte
Weinen	gar nicht	0
	stöhnen, jammern, wimmern	1
	schreien	2
Gesichtsausdruck	entspannt, lächelnd	0
	Mund verzerrt	1
	Mund und Augen grimmassieren	2
Rumpfhaltung	neutral	0
	strampelnd, tretend	1
	an den Körper gezogen	2
motorische Unruhe	nicht vorhanden	0
	mäßig	1
	ruhelos	2
	Addition der Punkte:	

Ab einem Wert von 4 Punkten besteht Therapiebedarf.

32.2 Erstversorgung von Früh- und Neugeborenen im Kreißsaal

32.2.1 Gesunde Neugeborene

Ein Neugeborenes wird nach dem Abnabeln mit einem warmen Tuch abgetrocknet und stimuliert. Ein gesundes Neugeborenes atmet kräftig und die anfangs bestehende Akrozyanose wandelt sich rasch in generalisiertes rosiges Hautkolorit. Auf Stimulation reagiert das Kind mit Grimassieren, Schreien und Strampeln. Der Muskeltonus ist deutlich spürbar, die Extremitäten sind gebeugt. Die Herzfrequenz beträgt 120–160/min.

Nach einer normalen vaginalen Geburt ist Absaugen i. d. R. nicht erforderlich. Im Bedarfsfall, wenn viel Fruchtwasser oropharyngeal vorhanden ist, sollte das Kind vorsichtig oral abgesaugt werden. Ein zu tiefes Absaugen ist wegen der Gefahr der Vagusreizung zu vermeiden. Ebenso sollte auf das nasale Absaugen verzichtet werden, da dieses schnell zu Schleimhautschwellungen und -verletzungen führen kann.

Ein einfaches Schema für die Zustandsbeurteilung des Neugeborenen bietet der Apgar-Score (S. 58), dessen Wert im Alter von 1, 5 und 10 Minuten dokumentiert wird (▶ Tab. 32.4). Daneben wird bei allen Neugeborenen der Nabelarterien-pH-Wert und BE erfasst. Gesunde Neugebore-

Tab. 32.4 Apgar-Score.

Punkte	0	1	2
Atmung	keine	langsam, unregelmäßig	gut, schreit
Herzfrequenz	keine	unter 100/min	über 100/min
Muskeltonus	schlaff	träge Beugung der Extremitäten	aktive Bewegungen
Reflexe (z. B. beim Absaugen)	keine	grimmasieren, träge Abwehr	schreien, heftige Abwehr
Hautfarbe	blass	zyanotisch	rosig

ne werden unmittelbar nach der Geburt auf den Bauch der Mutter gelegt und nach etwa einer halben Stunde erstmals an die Brust angelegt. Die Überwachung erfolgt in den ersten 2 Lebensstunden klinisch durch Hebamme und Geburtshelfer.

32.2.2 Reanimation im Kreißsaal

Neugeborene, deren postnatale Anpassung verzögert oder gestört verläuft, bedürfen einer konsequenten Therapie unter möglichst optimalen Bedingungen. Eine pulsoxymetrische Sauerstoffsättigungsüberwachung und ein vorbereiteter Reanimationsplatz mit Wärmezufuhr, Absauganlage und Sauerstoffverabreichung müssen in jedem Kreißsaal vorhanden sein.

Risikogeburten (Frühgeburt, v. a. angeborene Fehlbildungen, Hydrops, allgemein erwartete Krankheit des Neugeborenen) sollten in Gegenwart eines Kinderarztes bzw. Neonatologen und einer Gesundheits- und Kinderkrankenpflegerin in einem perinatologischen Zentrum durchgeführt werden. Zur Erstversorgung eines Risikoneugeborenen sollte eine übersichtliche und einsatzbereite Reanimationseinheit zur Verfügung stehen (▶ Abb. 32.5).

Abb. 32.5 Reanimationseinheit für Neu- und Frühgeborene. (M. Korsmeier)

Reanimationseinheit

Diese ist möglichst vor jedem Einsatz zu überprüfen und entsprechend dem angemeldeten Patienten vorzubereiten. Zur Standardausrüstung eines Reanimationsplatzes gehören:

- ausreichende Wärmezufuhr, angewärmte Tücher, Mütze
- Absaugvorrichtung, Absaugmaterial
- regelbare Sauerstoffzufuhr mit Beatmungsbeutel und -masken
- Beatmungsgerät mit Zubehör
- Material zur Intubation
- Säuglingsstethoskop
- Überwachungsmonitor mit Zubehör
- Einmalhandschuhe, Magensonden, Blutzuckermessgerät mit Zubehör
- Material zur Venenpunktion, NaCl 0,9 %, Glukoselösung
- Notfallmedikamente
- Thermometer, Hauttemperatursonde

Erstversorgung

Während der Erstversorgung eines sehr kleinen oder kranken Neugeborenen sind ein ruhiges koordiniertes Arbeiten, ein gezielter Handlungsablauf und eine adäquate Situationseinschätzung wichtig. Dieses setzt ein erfahrenes und qualifiziertes Team voraus. Das Team besteht aus einem Kinderarzt bzw. Neonatologen und einer Gesundheits- und Kinderkrankenpflegerin. Bei spezifischen Krankheitsbildern oder Mehrlingsgeburten ist zusätzliches Personal notwendig. Den zeitlichen Ablauf einer Neugeborenen-Erstversorgung mit evtl. notwendigen Wiederbelebungsmaßnahmen zeigt ▶ Abb. 32.6.

Große Bedeutung hat das Warmhalten des Kindes: Das Neugeborene wird auf warmen, trockenen Tüchern unter einer Wärmelampe behandelt, der Kopf wird mit einer Mütze bedeckt; Frühgeborene können in einer Plastikfolie vor dem Wärmeverlust durch Konvektion und Verdunstungskälte geschützt werden.

Beatmung

Im Vordergrund einer Neugeborenenreanimation steht eine adäquate Beatmung. Reife Neugeborene werden zunächst mit Raumluft beatmet, auch bei Frühgeborenen sollte der Einsatz von Sauerstoff zurückhaltend erfolgen und sich an der pulsoximetrisch gemessenen Sauerstoffsättigung orientieren. Zur Beurteilung der kardiorespiratorischen Situation ist das Monitoring zügig anzuschließen. Zuvor kann die Herzfrequenz durch Auskultation und Tasten der Pulsationen der Nabelschnur beurteilt werden.

Aufgrund der anatomischen Besonderheiten wird ein Neugeborenes zur Maskenbeatmung ohne Unterlage flach gelagert und der Kopf ohne Überstreckung in Schnüffelstellung gebracht. Da der Beatmungsdruck bei einer Beutelbeatmung nicht zuverlässig eingestellt werden kann, werden gerne Geräte eingesetzt, die auch bei einer Maskenbeatmung einen definierten Spitzendruck und PEEP applizieren.

Steigt die Herzfrequenz des Neugeborenen auch unter adäquater Beatmung nicht über 60/min an, sind Thoraxkompressionen erforderlich (s. ▶ Abb. 32.3). Bei ausbleibender Besserung erfolgt die Intubation.

Merke

Anders als bei älteren Kindern und Erwachsenen wird bei Neugeborenen ein Verhältnis von 3 Thoraxkompressionen zu 1 Beatmungszug empfohlen.

Medikamentenzufuhr

Die medikamentöse Unterstützung mit Suprarenin-Einzelgaben beträgt im Neugeborenenalter 0,1–0,3 ml/kg intravenös, in Ausnahmefällen 0,5–1 ml/kg endotracheal (aus der Verdünnung: 1:10 000). Ein sicherer zentralvenöser Zugang kann durch Katheterisierung der Nabelgefäße geschaffen werden.

32.2.3 Perinatale Asphyxie und hypoxisch ischämische Enzephalopathie

Durch Komplikationen vor, während oder unmittelbar nach der Geburt kann es zu einem Sauerstoffmangel des Kindes mit schwerer metabolischer Azidose und Mangelversorgung der Organe kommen. Die Unterversorgung des Gehirns kann zu einer hypoxisch ischämischen Enzephalopathie (HIE) mit vorübergehender Funktionsstörung oder bleibenden Schäden führen. Ursachen sind z. B. eine vorzeitige Plazentalösung, ein Nabelschnurvorfall oder eine Atemstörung unmittelbar nach der Geburt. Die Inzidenz der perinatalen Asphyxie beträgt 3–5 von 1000 Geburten.

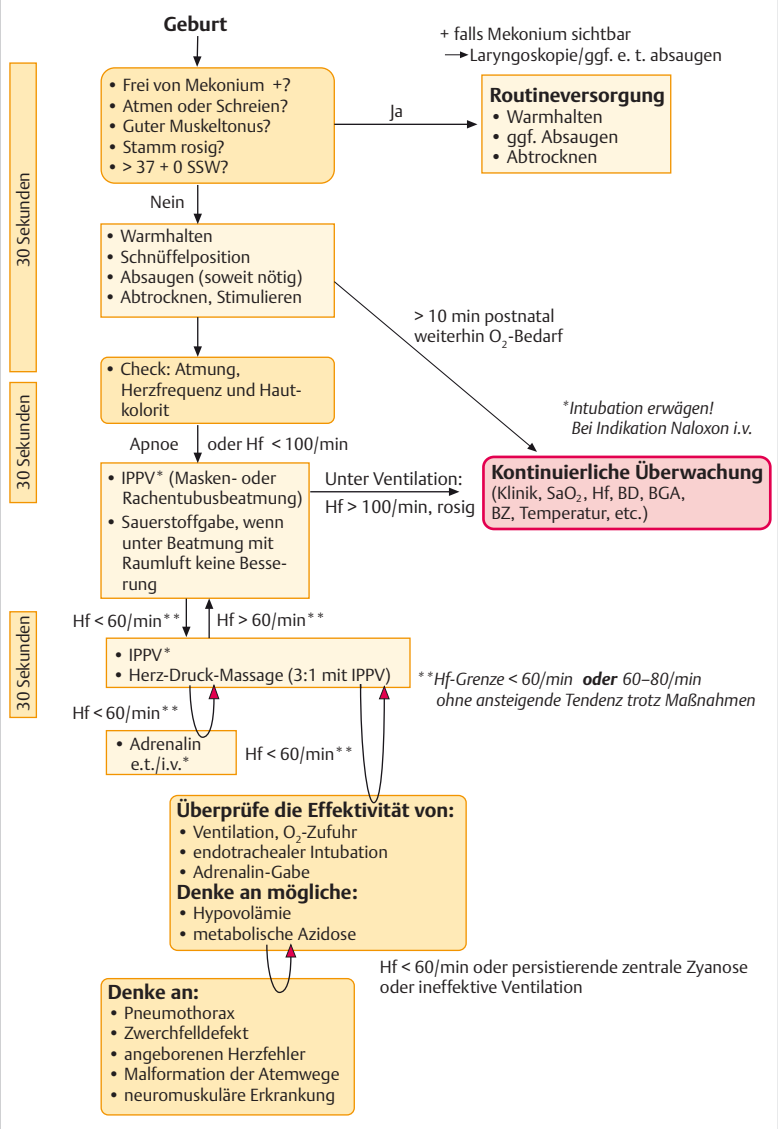


Abb. 32.6 Reanimationsalgorithmus für Neugeborene.

Therapie

Die Therapie verfolgt 2 Ziele: Durch eine optimale Erstversorgung und ggf. Reanimation des Neugeborenen wird die Sauerstoffversorgung wieder hergestellt. Daneben können die Folgen einer hypoxisch ischämischen Enzephalopathie (HIE) des Neugeborenen durch eine kontrollierte Hypothermie von 32–34 °C über 72 h verhindert oder abgemildert werden. Zur Abschätzung der Prognose und Erkennung subklinischer Krampfanfälle hat sich die kontinuierliche Ableitung eines amplitudenintegrierten EEGs (aEEG) bewährt.

32.2.4 Mekoniumaspirationssyndrom (MAS)

Das Mekoniumaspirationssyndrom (MAS) kommt vorwiegend bei übertragenen Neugeborenen vor. Auslöser für eine frühzeitige Mekoniumausscheidung ist häufig intrauteriner Stress, bedingt durch eine Hypoxie oder Infektion. Das Mekonium kann sowohl prä- als auch postnatal aspiriert werden und führt zur Verlegung der Atemwege, Inaktivierung von Surfactant mit einer schweren Entzündungsreaktion, die eine anhaltende, schwerste Atemfunktionsstörung hervorrufen kann. Die Inzidenz liegt bei 1–2 %, die Mortalität beträgt 10–15 %.

Therapie

Grundsätzlich hat bei deprimierten Neugeborenen die Beatmung Vorrang vor anderen Maßnahmen. Stark mekoniumhaltiges, erbsbreiartiges Fruchtwasser wird so früh wie möglich aus dem Oropharynx und nach Intubation tracheal abgesaugt. Die weitere symptomatische Therapie in einer Kinderklinik erfolgt abhängig vom Grad der Atemfunktionsstörung.

32.2.5 Frühgeborene

Definition

Bei einer Schwangerschaftsdauer zwischen 22 und 37 vollendeten Schwangerschaftswochen (SSW) spricht man von einer Frühgeburt.

In Deutschland betreffen dies zurzeit ca. 9 % aller Geburten. Besonders gefährdete Frühgeborene < 32 SSW und < 1500 g Geburtsgewicht machen 1 % aller Geburten aus, in dieser Gruppe treten 40 % der perinatalen Todesfälle auf.

Die Mortalität und Morbidität von Frühgeborenen (und Risikoneugeborenen) konnte in den vergangenen Jahren durch eine Zentralisierung der Geburten in Perinatalzentren und Fortschritte in der Neonatologie erheblich gesenkt werden. An der Grenze der Lebensfähigkeit werden Eltern, Geburtshelfer und Neonatologen mit schwierigen ethischen Fragen konfrontiert.

Therapie

Die Therapie hat das Ziel, Frühgeborenen ein möglichst gesundes Überleben zu ermöglichen und gleichzeitig eine das Sterben verlängernde Intensivtherapie nicht lebensfähiger Frühgeborener zu vermeiden. Da die Behandlung und Pflege kleiner Frühgeborener auf spezialisierten neonatologischen Stationen erfolgt, soll an dieser Stelle nur ein kurzer Überblick über die typischen Besonderheiten von Frühgeborenen < 32 SSW gegeben werden. Diese Kinder wiegen ca. 500–1500 g.

Ziele und Aufgaben der Pflege

Das Ziel der neonatologischen Intensivtherapie ist die Unterstützung und Stabilisierung aller Organfunktionen mit Rücksicht auf ihre Unreife, sodass eine annähernd normale Gewichtszunahme, Reifung und Entwicklung möglich wird. Folgeschäden, die sich aus der Unreife und der notwendigen Therapie ergeben können, müssen vermieden bzw. möglichst gering gehalten werden. Frühgeborene

Abb. 32.7 Känguruh-Methode. Das Kind liegt auf der Brust der Eltern und nimmt deren Herzschlag, Atmung und Geruch wahr. Der enge Körperkontakt wirkt sich positiv auf die Entwicklung des Kindes aus. (Universitätsklinikum Münster, Fotozentrale (E. Deiters-Keul))

werden in einem Inkubator in thermoneutraler Umgebung mit hoher Luftfeuchtigkeit gepflegt.

Merke

Wesentliches Prinzip der Pflege Frühgeborener ist das „Optimal Handling": Alle Störungen und Belastungen des Frühgeborenen werden auf das unverzichtbare Minimum reduziert.

Im Vordergrund steht eine sehr sorgfältige klinische Überwachung und behutsame, aber konsequente Therapie von Störungen der Homöostase. Den Eltern wird ein möglichst enger Kontakt zu ihrem Kind ermöglicht, z. B. können stabile Frühgeborene mit direktem Hautkontakt auf der Brust ihrer Eltern „känguru(h)en" (▶ Abb. 32.7).

Die sorgfältig koordinierte und geplante Pflege beinhaltet entwicklungsunterstützende Maßnahmen und gezielte sensorische Angebote.

Neonatales Atemnotsyndrom (ANS)

Definition

Das neonatale Atemnotsyndrom (ANS) ist eine respiratorische Störung des Neugeborenen, die durch einen primären Surfactantmangel hervorgerufen wird.

Das Atemnotsyndrom stellt die häufigste Todesursache in der Neonatalperiode dar. Die Inzidenz sinkt mit zunehmendem Gestationsalter und beträgt < 32 SSW 30–50 %.

Pathophysiologie

Durch die funktionelle Unreife der Typ-II-Pneumozyten kommt es zu einer mangelhaften Produktion der oberflächenaktiven Substanz Surfactant. Die Produktion dieser Substanz beginnt in der 20.–23. SSW, ist aber erst ab der 35. SSW ausreichend. Surfactant setzt die Oberflächenspannung der Alveolen herab und verhindert den endexspiratorischen Alveolenkollaps. Bei einem Surfactantmangel ist die Lungencompliance vermindert. Dieses beeinträchtigt die Entfaltung der Lunge und führt zu einer verstärkten Atemarbeit des Frühgeborenen.

Symptome

Klinische Zeichen dieses Krankheitsbildes sind:

- Tachydyspnoe, Nasenflügeln
- exspiratorisches Stöhnen (durch eine verzögerte Glottisöffnung wird ein erhöhter endexspiratorischer Druck erzeugt [Auto-PEEP], der dem Alveolenkollaps entgegenwirkt)
- inspiratorische Einziehungen (sternal, interkostal, epigastrisch)
- abgeschwächtes Atemgeräusch
- Hyperkapnie, Hypoxie

Diagnostik

Die Diagnose wird durch eine Röntgenaufnahme des Thorax gesichert.

Therapie

Oft kann durch die Unterstützung der Spontanatmung mit nasalem oder pharyngealem CPAP eine Beatmung vermieden werden (▶ Abb. 32.8). Schwere Formen des Krankheitsbildes erfordern die endotracheale Gabe von Surfactant. Die Dauer einer maschinellen Beatmung wird möglichst kurz gehalten, da so iatrogene Schäden der Beatmungstherapie vermieden und die pulmonalen Behandlungsergebnisse verbessert werden können.

Abb. 32.8 Frühgeborenes mit nasalem CPAP. (M. Korsmeier)

Bronchopulmonale Dysplasie (BPD)

Pathophysiologie

Die Atmung und Beatmung der unreifen Lunge führt in wechselndem Ausmaß zur Störung der normalen Lungenentwicklung sowie zu mechanischen, entzündlichen und reparativen Veränderungen, die unter dem Namen *Bronchopulmonale Dysplasie (BPD)* zusammengefasst werden. Dies führt zu einer anhaltenden Lungenfunktionsstörung mit vermehrter Atemarbeit, anhaltender Hyperkapnie und erhöhtem Sauerstoffbedarf. Meist bilden sich die Veränderungen mit zunehmendem Wachstum langsam zurück. In seiner schwersten Form kann sich eine Rechtsherzbelastung mit Cor pulmonale entwickeln.

Therapie

Die Therapie ist symptomatisch und umfasst Flüssigkeitsbilanzierung, Physiotherapie sowie ggf. eine antientzündliche und bronchodilatative Inhalationstherapie.

Gehirnblutung und periventrikuläre Leukomalazie

Pathophysiologie

Die Unreife des zerebralen Gefäßbettes und der Kreislaufregulation begünstigen v. a. in den ersten 1–2 Lebenswochen die Entstehung einer Gehirnblutung, die abhängig von ihrem Ausmaß die neurologische Prognose wesentlich beeinträchtigen kann. Neben einer Hirnblutung können auch ischämische, periventrikulär gelegene Läsionen entstehen (periventrikuläre Leukomalazie). Da das Gehirn eines Frühgeborenen ein großes Entwicklungspotenzial hat, sind solche Läsionen nicht mit denen von Erwachsenen gleichzusetzen.

Diagnostik

Intrakranielle Läsionen werden mit Ultraschalluntersuchungen durch die offene Fontanelle diagnostiziert.

Therapie

Schwere Blutungen können zu einem shuntpflichtigen Hydrozephalus führen. Später ist eine sorgfältige Entwicklungsdiagnostik und ggf. gezielte Förderung durch Krankengymnastik, Ergotherapie und psychosoziale Unterstützung der Familie wichtig. Die Prophylaxe besteht in „Optimal Handling (S. 602)“ und in der Herstellung stabiler Kreislauf- und Atemverhältnisse.

Persistierender Ductus arteriosus Botalli (PDA)

Pathophysiologie

Intrauterin fließt nur wenig Blut durch die nicht entfaltete Lunge, die Lungengefäße sind kontrahiert und der größte Teil des Blutes aus der Pulmonalarterie gelangt durch ein kurzes kräftiges Gefäß (den Ductus arteriosus Botalli) direkt in die Aorta. Nach der Geburt füllt sich die Lunge mit sauerstoffhaltiger Luft, die Gefäße weiten sich, der pulmonale Gefäßwiderstand sinkt ab und die Lungendurchblutung nimmt zu. Aufgrund der erhöhten Sauerstoffspannung im Blut verschließt sich der Ductus arteriosus Botalli in den ersten Lebenstagen. Bei Frühgeborenen kann dieser Verschluss verzögert erfolgen oder ausbleiben. Dieses führt bei normaler Lungenfunktion zu einem zunehmenden Blutfluss aus der Aorta in die Lunge. Daraus resultiert eine vermehrte Lungendurchblutung, sowie eine verminderte Systemdurchblutung (Links-Rechts-Shunt).

Symptome

Die Symptome eines PDA sind:

- erhöhter und/oder verlängerter Beatmungsbedarf
- vermehrter Sauerstoffbedarf
- schwankende SaO_2-Werte
- springende Pulse mit kräftiger systolischer Welle und raschem diastolischen Abstrom in die Lunge
- verminderte Nierenperfusion mit Flüssigkeitsretention
- höheres Risiko für Darmischämie/NEK und Gehirnblutung
- kardiorespiratorische Instabilität mit Apnoen und/oder Bradykardien als Zeichen der zusätzlichen kardialen Belastung

Diagnostik

Die Diagnose wird durch die dargestellten Symptome, das Flussgeräusch und eine Echokardiografie mit Darstellung des PDA gestellt.

Therapie

Zum Verschluss des symptomatischen PDA kann ein Prostaglandinsynthesehemmer eingesetzt werden, bei Erfolglosigkeit kann ein operativer Duktusverschluss mit Ligatur durch eine laterale Thorakotomie erfolgen.

Nekrotisierende Enterokolitis (NEK)

Die enterale Ernährung mit Muttermilch oder einer Frühgeborenennahrung wird bei kleinen Frühgeborenen schrittweise in kleinen Portionen über eine Magensonde begonnen und zunächst durch eine teilparenterale Ernährung ergänzt. Die Fähigkeit zu koordiniertem Saugen/Schlucken wird ab der 32.–34. SSW ausgebildet. Nicht selten wird der Nahrungsaufbau durch die langsame Passage des zähen Mekoniums („Kindspech“) verzögert. Eine gefürchtete gastrointestinale Komplikation ist die nekrotisierende Enterokolitis (NEK), eine transmurale Entzündung des Darms, die zu einer Darmperforation führen kann. Risikofaktor für eine NEK ist neben der Frühgeburtlichkeit eine Darmischämie, z. B. im Rahmen einer Asphyxie oder bei angeborenen Herzfehlern.

Symptome

Die Symptome der Erkrankung können sich anfangs unspezifisch durch Störungen des Allgemeinzustandes zeigen: Apnoen, Bradykardien, Temperaturinstabilität und schlechte Nahrungsverträglichkeit. Im weiteren Krankheitsverlauf kommen spezifische abdominelle Veränderungen hinzu, die den Verdacht einer NEK bestätigen: blutige Stühle, gallige Magenreste, glänzende, gespannte Bauchdecke mit Berührungsempfindlichkeit und vermehrter Vaskularisierung.

Diagnostik

Die Diagnose einer NEK wird durch die klinische Untersuchung, erhöhte Entzündungszeichen in Laboruntersuchungen sowie den Nachweis von Luft in Darmwand, Pfortader oder Bauchhöhle mittels Sonografie und Röntgen gestellt.

Therapie

Therapeutisch erfolgt bei beginnender NEK eine Nahrungskarenz und antibiotische Therapie. Zur Entlastung des Abdomens wird eine Magenablaufsonde gelegt. Bei Darmperforation ist eine Laparotomie mit Resektion des betroffenen Segmentes und Anlage eines Anus praeter indiziert.

Infektionen

Infektionen der Mutter sind eine häufige Ursache der Frühgeburtlichkeit und können bereits intrauterin auf das Kind übergehen. Auch postnatal sind die natürlichen Barrieren und die Immunität noch nicht voll entwickelt, sodass lokale Infektionen bei Frühgeborenen rasch zu einer Sepsis führen können. Gleichzeitig ist das Infektionsrisiko durch die notwendige Intensivtherapie mit Beatmung und Einsatz zentralvenöser Katheter erhöht.

Diagnostik

Die Diagnose erfolgt v. a. klinisch (Nahrungsunverträglichkeit, Temperaturinstabilität, kardiorespiratorische Instabilität, verlängerte Rekapillarisierungszeit) und durch Laboruntersuchungen (Blutbild, Differentialblutbild, CRP, IL 6/IL 8).

Therapie

Die antibiotische Therapie erfolgt zunächst empirisch, später nach Resistogramm.

Retinopathie

Pathophysiologie

Die Vaskularisierung der Netzhaut ist bei Frühgeborenen noch nicht abgeschlossen. Unter dem Einfluss schwankender Sauerstoffpartialdrücke kann eine pathologische Gefäßproliferation in Retina und Glaskörper mit nachfolgenden Blutungen und/oder Netzhautablösungen auftreten. Etwa 5 % der Frühgeborenen unter 32 SSW entwickeln eine therapiebedürftige Frühgeborenen-Retinopathie.

Diagnostik

Die Diagnose kann nur durch regelmäßige augenärztliche Untersuchungen gestellt werden.

Therapie

Die Therapie besteht bei fortgeschrittenen Stadien in einer Lasertherapie. Die Wirksamkeit der therapeutischen Injektion gefäßwachstumshemmender Substanzen in den Augapfel wird untersucht.

32.2.6 Neugeborene mit angeborenen Fehlbildungen

Ösophagusatresie

Definition

Die Ösophagusatresie ist ein angeborener Verschluss der Speiseröhre, häufig mit Fistelbildung zur Trachea.

Die Inzidenz liegt bei 1:3 500. In ca. 30–40 % der Fälle bestehen weitere Fehlbildungen.

Diagnostik

Die Diagnosesicherung erfolgt durch eine Röntgenaufnahme, auf der eine zuvor gelegte Magensonde im luftgefüllten Ösophagusblindsack zu sehen ist.

Therapie

▶ **Erstversorgung.** Bei pränatal bereits bestehendem Verdacht auf eine Ösophagusatresie (z. B. bei Polyhydramnion) sollte bei der Erstversorgung im Kreißsaal der Nasen-Rachen-Raum und der Ösophagusblindsack gründlich abgesaugt werden.

Merke

Bei Ösophagusatresie und Bauchwanddefekten ist eine Maskenbeatmung oder die Anlage von CPAP-Systemen zu vermeiden, da dieses zu einer gastrointestinalen Überblähung führen kann.

Das Kind wird mit erhöhtem Oberkörper gelagert, um einem Reflux von Magensaft in die Trachea zu verhindern. Über eine großlumige Schlürfsonde wird Sekret abgesaugt, um Aspirationen vorzubeugen.

▶ **Operative Therapie.** Ziel der operativen Korrektur ist eine End-zu-End-Anastomose der Speiseröhre und der Fistelverschluss. Ist eine primäre Anastomose nicht möglich, erfolgt vorläufig nur der Verschluss der Fistel und eine Gastrostomaanlage und zu einem späteren Zeitpunkt die endgültige Versorgung.

Bauchwanddefekte (Omphalozele und Gastroschisis)

Definition

Es handelt sich bei beiden Fehlbildungen um eine Lücke in der Bauchwand, durch die Magen, Darm und evtl. Teile der Leber nach außen austreten. Die Inzidenz beträgt 1:3 000.

Pathophysiologie

Bei einer Omphalozele (▶ Abb. 32.9) tritt durch einen Defekt an der Basis der Nabelschnur Abdominalinhalt nach außen, der von einem Bruchsack, bestehend aus Nabelschnurhäuten, umgeben ist. Omphalozelen sind oft mit weiteren Fehlbildungen und/oder Chromosomenanomalien assoziiert, sodass es sich um eine potenziell letale Fehlbildung handelt.

Im Falle einer Gastroschisis besteht eine Bauchwandlücke ohne Bruchsack lateral des Nabels. Die prolabierten Darmschlingen sind häufig stranguliert und torquiert und demzufolge ödematös verändert und fibrinbelegt.

Bei diesem Krankheitsbild können Darm und ebenfalls Anteile des Magens austreten; die Leber bleibt meistens intraperitoneal. Assoziierte Fehlbildungen oder Chromosomenanomalien sind selten, jedoch führt eine gestörte Blutversorgung bei 5–10 % der Kinder zu einer Darmatresie im Bereich der betroffenen Segmente.

Therapie

▶ **Erstversorgung.** Im Rahmen der Erstversorgung müssen bei beiden Fehlbildungen v. a. 3 Punkte beachtet werden:

1. Luftansammlungen im Darm müssen vermieden werden (Maßnahme: frühzeitige Anlage einer offenen, dicken Magensonde, möglichst keine Maskenbeatmung).
2. Die Blutversorgung der ausgetretenen Organe durch die manchmal sehr enge Bauchwandlücke muss gesichert werden (Maßnahmen: vorsichtige Lagerung auf der betroffenen Seite – meistens rechts – ohne Zug oder Torquierung, klinische Kontrolle der Durchblutung).
3. Die ausgetretenen Organe müssen vor mechanischer Beschädigung und Infektion geschützt werden, gleichzeitig muss dem hohen Flüssigkeits- und Wärmeverlust durch die freiliegenden serösen Häute vorgebeugt werden.

Abb. 32.9 Neugeborenes mit Hepatoomphalozele. (Universitätsklinikum Münster, Fotozentrale [M. Thomas])

Bei Bauchwanddefekten ist steriles Vorgehen angezeigt: Lagerung des Kindes bis zu den Achseln in einem sterilen Plastiksack oder Abdecken der ausgetretenen Organe mit warmen NaCl 0,9 %-Kompressen, um eine Auskühlung durch Verdunstung zu vermeiden.

▶ **Operative Therapie.** Es wird eine Zurückverlagerung der ausgetretenen Organe mit Bauchwandverschluss in den ersten Lebenstagen angestrebt. Abhängig von der Größe des Defektes gelingt dies primär oder die ausgetretenen Darmanteile werden vorübergehend in einem über dem Kind aufgehängten Plastiksack (Silobag) geschützt, von wo sie durch langsame Weitung der Bauchhöhle meist innerhalb einiger Tage in die Bauchhöhle reponiert werden können. Eine plastische Bauchdeckenerweiterung ist selten erforderlich. Die Prognose ist bei einer Gastroschisis gut, bei einer Omphalozele hängt sie oft von den Begleitfehlbildungen oder einer zugrunde liegenden Chromosomenanomalie ab.

Zwerchfellhernie

Definition

Eine Zwerchfellhernie ist eine angeborene Lücke im Zwerchfell mit Übertritt von Darm und anderen Bauchorganen in den Thorax (▶ Abb. 32.10).

Abb. 32.10 Zwerchfellhernie. Darmschlingen im rechten Hemithorax. (Universitätsklinikum Münster, Institut für klinische Radiologie)

Die Inzidenz liegt bei 1:2000–5 000, etwa 50 % der Kinder weisen zusätzliche Fehlbildungen auf, die Mortalität beträgt ca. 40 %.

Symptome

Die Kinder fallen durch einen eingefallenen Bauch, da sich ein Teil des normalen Bauchinhaltes im Thorax befindet, und eine Atemfunktionsstörung auf.

Therapie

▶ **Erstversorgung.** Kinder mit einer Zwerchfellhernie werden primär intubiert und anschließend mit hohen Beatmungsfrequenzen und möglichst niedrigem Beatmungsdruck beatmet. Zur Entlastung des Magens wird eine dicke Magensonde gelegt und als Ablaufsonde offen gelassen.

Merke

Da jede Luftansammlung im thorakal gelegenen Darm die benachbarte Lunge komprimiert und die Atmung zusätzlich erschwert, ist eine Maskenbeatmung bei der Erstversorgung unbedingt zu vermeiden.

Die Prognose des Krankheitsbildes hängt wesentlich vom Ausmaß der begleitenden Lungenhypoplasie ab. Häufig ist eine intensive konventionelle oder Hochfrequenzbeatmung erforderlich. Es besteht ein erhöhtes Risiko für die Entwicklung eines Pneumothorax. Eine typische Komplikation ist die Ausbildung einer persistierenden pulmonalen Hypertonie des Neugeborenen (PPHN). Durch hohen Gefäßwiderstand im Lungenkreislauf kann es bei noch bestehendem Ductus arteriosus Botalli zu einem Rückfall in die fetalen Kreislaufverhältnisse kommen (Blutfluss von der Pulmonalarterie durch den Ductus arteriosus Botalli an der Lunge vorbei in die Aorta). Durch Optimierung der Sauerstoffsättigung, leichte Hyperventilation, frühzeitigen Ausgleich einer Azidose und gute Analgesie und Sedierung sowie medikamentöse Therapie kann versucht werden, den Lungengefäßwiderstand zu senken.

Pflegerisch ist neben einer engmaschigen Herz-Kreislauf-Überwachung die Kontrolle der Sauerstoffsättigung an rechter oberer und einer der unteren Extremitäten (prä- und postduktal) wichtig, um im Falle einer Differenz von mehr als 10 % eine PPHN frühzeitig zu erkennen.

▶ **Weitere Therapie.** Die Therapie dieses Krankheitsbildes besteht in einer initialen Stabilisierung des Kindes, der sich nach einigen Tagen der operative Verschluss des Zwerchfelldefektes anschließt. Schwere Formen des Krankheitsbildes können von einer passageren ECMO-Therapie, d. h. einer extrakorporalen Membranoxygenierung (S. 469) profitieren.

Neuralrohrdefekte (Myelomeningozele)

Definition

Neuralrohrdefekte sind die häufigsten Fehlbildungen des Nervensystems. Sie bezeichnen eine Schlussstörung des Neuralrohres.

Neuralrohrdefekte umfassen ein weites Spektrum von verschiedenen Ausprägungsformen, die von einer asymptomatischen Schlussstörung des knöchernen Wirbelbogens bis zum offenliegenden Rückenmark reicht (▶ Abb. 32.11). Die Inzidenz beträgt ca. 1:1000. Durch die prophylaktische Einnahme von Folsäure 4 Wochen vor bis 8 Wochen nach Konzeption kann die Häufigkeit des Auftretens von Neuralrohrdefekten um etwa 70 % reduziert werden.

Pathophysiologie

Bei einer Myelomeningozele (auch „Spina bifida“ genannt) besteht eine zystische, liquorgefüllte Vorwölbung, in der die vorgewölbte Rückenmarkshaut (Meningen) und das darunterliegende Rückenmark (Myelon) verlagert sind. Meist ist der Defekt am thorakolumbalen Übergang oder lumbal lokalisiert und es bestehen abhängig von der Lokalisation neurologische Ausfälle der Motorik sowie der Blasen- und Mastdarmfunktion. Bei 90 % der betroffenen Kinder besteht gleichzeitig eine sog. Arnold-Chiari-Malformation mit Verlagerung von Kleinhirnanteilen und unterem Hirnstamm aus dem knöchernen Schädel in den Spinalkanal. Dieses geht oft mit einem shuntpflichtigen Hydrozephalus einher. Seltener treten bei ca. 20 % der Kinder zerebrale Symptome oder Zeichen der Hirnstammkompression auf.

Therapie

▶ **Erstversorgung.** Im Rahmen der Erstversorgung müssen v. a. 3 Punkte beachtet werden:

1. Beschädigung des Defektes zum Schutz von Meningen und Rückenmark unbedingt vermeiden. Maßnahmen: Lagerung auf dem Bauch oder in Seitlage, sodass die Zele vor Druck geschützt ist und die Atmung nicht beeinträchtigt wird.

Abb. 32.11 Große, offene Meningomyelozele bei einem Neugeborenen. (G. Rellensmann)

2. Meningen und Rückenmark vor Infektionen schützen. Maßnahmen: Steril vorgehen, Zele mit sterilen, in warmem NaCl 0,9 % getränkten Kompressen oder nicht haftendem Schaumverband vorsichtig abdecken, darüber sterile Plastikfolie oder Folienverband anbringen.
3. Kind vor Sensibilisierung gegen Latex schützen. Aufgrund der relativ hohen OP-Rate von Patienten mit Meningomyelozele (Neurochirurgie, Orthopädie, Urologie) muss jeder Kontakt mit Latex vermieden werden.

Merke

Fast alle gebräuchlichen Materialien (periphere Venenkatheter, Magensonden, Endotrachealtuben) sind in Deutschland latexfrei.

▶ **Weitere Therapie.** Eine Myelomeningozele wird in den ersten Lebenstagen operativ verschlossen. Bei Entwicklung eines Hydozephalus wird dieser mit einem Shunt versorgt. Mittelfristig steht die krankengymnastische und ggf. orthopädische Therapie (z. B. bei Klumpfußfehlstellung) neben Maßnahmen zur Therapie der gestörten Blasen- und Mastdarmfunktion im Vordergrund. Die Hospitalisierungsrate v. a. in den ersten beiden Lebensjahren ist hoch. Viele Kinder haben trotz ihrer Handicaps eine sehr gute Lebensqualität.

32.3 Erkrankungen der Atemwege

32.3.1 Laryngotracheitis (Krupp-Syndrom)

Infektionen der oberen Atemwege sind die häufigsten akuten Erkrankungen des Kleinkindesalters. Beim Krupp-Syndrom besteht eine Obstruktion der oberen

Atemwege durch subglottische Schleimhautschwellung. Diese wird meist durch virale Infektionen (viraler Krupp) oder unspezifische Faktoren (spasmodischer Krupp) hervorgerufen. Viraler Krupp tritt bevorzugt im Herbst/Winter und in den Abendstunden bei Kleinkindern im Vorschulalter auf.

Symptome

Typisch ist zu Beginn eine Atemwegsinfektion und mildes Fieber. Nach einem Tag treten eine heisere Stimme (Laryngitis) und ein ausgeprägter inspiratorischer Stridor mit bellendem Husten (Tracheitis) auf.

Diagnostik

Die Diagnose wird meist klinisch gestellt; die wichtigsten Differentialdiagnosen sind
- die supraglottisch lokalisierte bakterielle Epiglottitis und
- die bakterielle Tracheitis.

Therapie

Die Mehrheit der von viralem oder spasmodischem Krupp betroffenen Kinder bedarf keiner Intensivtherapie (▶ Tab. 32.5). Wichtig ist eine Beruhigung des Kindes, da der Stridor bei Unruhe und Tachypnoe stark zunehmen kann. Alle unnötigen Belastungen müssen vermieden werden. Die Eltern sollten zur Beruhigung bei ihrem Kind bleiben können.

Die Prognose ist sehr gut, die Rezidivhäufigkeit jedoch hoch.

32.3.2 Epiglottitis

Definition

Die Epiglottitis ist eine bakterielle Entzündung des Larynxeingangs, die meist durch Haemophilus influenzae Typ B verursacht wird und überwiegend im Vorschulalter auftritt.

Es gibt keine jahres- oder tageszeitliche Häufung. Seit Einführung der Haemophilus-Impfung werden nur noch sporadische Fälle beobachtet, die jedoch auch geimpfte Kinder betreffen und lebensbedrohlich verlaufen können.

Symptome

Erkrankte Kinder entwickeln meist aus voller Gesundheit hohes Fieber (39–40 °C) und zeigen nach wenigen Stunden einen eher milden in- und exspiratorischen Stridor. Der Allgemeinzustand ist durch das septische Krankheitsbild deutlich reduziert. Wegen der äußerst schmerzhaften Entzündung der Epiglottis wird das Sprechen und Schlucken vermieden und die Kinder lassen den Speichel oft in sitzender Position aus dem Mund laufen. Die Verdachtsdiagnose wird klinisch gestellt.

Regeln für das Management

Wegen der Gefahr eines akuten Verschlusses der Atemwege und eines reflektorischen Atem- und Herzstillstandes gelten folgende Regeln für das Management:
- Tue nichts, was das Kind beunruhigen oder aufregen könnte (z. B. Eltern aus dem Raum schicken, Blutentnahme).
- Nicht den Mund oder Rachen untersuchen, nicht versuchen, das Kind hinzulegen.
- Die Untersuchung der Epiglottis und ggf. Intubation erfolgt durch einen erfahrenen Intensivmediziner/Anästhesisten unter intensivmedizinischer Überwachung in Reanimationsbereitschaft, möglichst in Narkose mit Inhalationsanästhetikum.
- Erst dann intravenösen Zugang legen, Blut zur Diagnostik entnehmen und antibiotische Therapie mit Cefotaxim beginnen.

Therapie

Die Mortalität ist hoch, nach Sicherung der Atemwege und antibiotischer Therapie tritt meist eine rasche Erholung ein. Invasive Erkrankungen durch Haemophilus influenzae sind meldepflichtig. In Familien mit Geschwisterkindern unter 5 Jahren wird eine antibiotische Umgebungsprophylaxe mit Rifampicin durchgeführt (Schwangere erhalten Ceftriaxon).

Tab. 32.5 Stadieneinteilung, Symptomatik und Therapie bei viralem Krupp.

	Symptome	Therapie
Grad I	• bellender Husten • Heiserkeit • leichter inspiratorischer Stridor bei Erregung	• frische, kalte Luft • Steroid per os, rektal oder i. v. • ambulante Betreuung
Grad II	• Ruhestridor • beginnende Dyspnoe • leichte juguläre Einziehungen	• zusätzlich: • Inhalation mit Mikronephrin • unter kardiorespiratorischem • Monitoring • ambulante Betreuung bei • anhhaltender Besserung
Grad III	• Dyspnoe in Ruhe • ausgeprägte thorakale Einziehungen • Unruhe • Blässe • Tachykardie > 160/min	• zusätzlich: • Beruhigung • stationare Betreuung
Grad IV	• hochgradige Dyspnoe mit zunehmender Ateminsuffizienz • Zyanose • Stridor nimmt ab • Erstickungsgefahr • Bradykardie und Somnolenz	• zusätzlich: • intensivmedizinische Überwachung • Sauerstoff bei SaO_2 > 92 % • Intubation und Beatmung

32.4 Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems

32.4.1 Angeborene Herzfehler

In Deutschland werden jedes Jahr etwa 7 000 Kinder mit einem angeborenen Herzfehler geboren und jährlich ca. 4 000 Kinderherzoperationen mit Einsatz der Herz-Lungen-Maschine durchgeführt. Die Versorgung erfolgt in spezialisierten Kinderherzzentren. Durch die Fortschritte der operativen, perioperativen und interventionellen Therapie erreichen inzwischen 80 % das Erwachsenenalter.

▶ **Arten.** Hämodynamisch können angeborene Herzfehler in 3 Gruppen unterteilt werden:
- Herzfehler mit Links-Rechts-Shunt (nicht zyanotische Herzfehler): z. B. Vorhofseptumdefekt (ASD), Ventrikelseptumdefekt (VSD), persistierender Ductus arteriosus Botalli (PDA).
- Herzfehler mit Rechts-Links-Shunt (zyanotische Herzfehler): z. B. Fallot-Tetralogie. Meist werden auch Kinder mit parallelen Kreisläufen bei Transposition der großen Arterien (TGA) hier subsummiert.
- Herzfehler mit Obstruktion des Blutflusses, z. B. Aortenstenose, Pulmonalstenose.

Komplexe Herzfehler weisen eine Mischform aus den verschiedenen Gruppen auf.

Diagnostik

Die Diagnose angeborener Herzfehler beruht v. a. auf Anamnese, Untersuchung, transthorakaler Echokardiografie, EKG und Rö-Thorax. Weiterhin können spezielle Untersuchungen wie Langzeit-EKG, Herzkatheteruntersuchungen, elektrophysiologische Katheteruntersuchungen, transösophageale Echokardiografie, Kernspintomografie, Angio-CT und Myokardszintigrafie zum Einsatz kommen.

Therapie

Therapeutisch wird, wenn möglich, eine Korrektur des Herzfehlers angestrebt. Dies geschieht häufig bereits im Säuglingsalter und kann operativ (z. B. Patchverschluss eines Kammerscheidewanddefektes) oder interventionell (z. B. Aufdehnung einer verengten Pulmonalklappe, Schirmchenverschluss eines Vorhofscheidewanddefektes durch Herzkatheter) erfolgen. In jedem Fall wird eine ambulante kinderkardiologische Weiterbetreuung erfolgen.

Duktusabhängige, strukturelle Herzfehler

Einige strukturelle Herzfehler führen dazu, dass eine Kammer keine ausreichende Pumpfunktion leisten kann. Betrifft dies das rechte Herz (z. B. Pulmonalklappenatresie), so resultiert eine schwere zentrale Zyanose, da nicht genug Blut in die Lunge gelangt. Ist das linke Herz betroffen (z. B. hypoplastisches Linksherz), so resultiert ein Schock mit stark eingeschränkter Systemperfusion. In dieser Situation kann der Kreislauf nur aufrechterhalten werden, wenn Blut über den Ductus arteriosus Botalli (zwischen Lungenarterie und Aorta) von der gesunden Kammer in das unterversorgte Gefäßsystem gepumpt werden kann. Siehe Persistierender Ductus arteriosus Botalli (S. 603). Die gesunde Kammer versorgt dann parallel den System- und Lungenkreislauf. Die arterielle Sauerstoffsättigung sollte i. d. R. 70–85 % betragen.

Diagnostik

Die Diagnose wird durch Untersuchung und Echokardiografie gestellt.

Therapie

Um den lebensbedrohlichen Spontanverschluss des Ductus arteriosus Botalli zu verhindern und die Zeit bis zu einer Palliativoperation zu überbrücken, wird Prostaglandin E1 (PGE1, Minprog) eingesetzt. PGE1 hat eine sehr kurze Halbwertszeit und muss als Dauertropfinfusion verabreicht werden.

Zu Beginn der Therapie sind die wichtigsten Nebenwirkungen Apnoe und Hypoventilation, sodass die Therapie in Intubationsbereitschaft begonnen werden muss. Daneben kann PGE1 eine arterielle Hypotension, Fieber, zähes Trachealsekret, Knochenschmerzen sowie selten Arrhythmien und Krampfanfälle verursachen.

Anästhesiologische Besonderheiten

Bei der Anästhesie von Kindern mit Herzfehlern muss Folgendes beachtet werden:
- Blutdruck
- Sauerstoffsättigung
- Endokarditisprophylaxe

► **Blutdruck.** Kinder mit Obstruktion der linksventrikulären Ausflussbahn (z. B. Aortenklappenstenose) reagieren sehr empfindlich auf eine Senkung des arteriellen Blutdrucks, da der myokardiale Perfusionsdruck dadurch zusätzlich gesenkt wird. Dies gilt auch für Kinder mit einem funktionell singulären Ventrikel und parallelen Kreisläufen, bei denen der diastolische Blutdruck ebenfalls erniedrigt ist. Bei der Narkoseeinleitung werden kreislaufwirksame Medikamente sehr vorsichtig eingesetzt und einem Blutdruckabfall durch Volumengabe vorgebeugt.

► **Sauerstoffsättigung.** Bei Kindern mit parallelen Kreisläufen beträgt die optimale Sauerstoffsättigung 70–85 %, höhere Werte sind Ausdruck einer hämodynamisch ungünstigen gesteigerten Lungendurchblutung und sollten nur kurzfristig toleriert werden. Der Hämoglobingehalt sollte für eine optimale Sauerstoffverfügbarkeit 14–16 g/dl betragen.

► **Endokarditisprophylaxe.** Bestimmte Kinder vor und nach Korrektur angeborener Herzfehler haben ein erhöhtes Endokarditisrisiko durch implantierte Plastikmaterialien (z. B. VSD-patch) oder pathologische Strömungsverhältnisse (z. B. aortenpulmonaler Shunt). In Situationen mit einer zu erwartenden Bakteriämie (Operationen, Zahnextraktion) wird daher eine antibiotische Endokarditisprophylaxe bereits vor dem Eingriff durchgeführt. Betroffene Patienten erhalten einen Ausweis, der über den Herzfehler und die notwendige Endokarditisprophylaxe informiert.

Merke

Bei Kindern mit shuntabhängigem Kreislauf oder Aortenstenose muss unbedingt eine arterielle Hypotonie und Hypovolämie vermieden werden.

32.4.2 Herzinsuffizienz

Ursachen

Eine Herzinsuffizienz kann durch vermehrte Herzarbeit z. B. durch verengte Klappen (Druckbelastung) oder durch eine vermehrte Lungendurchblutung bei Herzfehlern mit einem Shunt (Volumenbelastung) hervorgerufen werden. Auch Rhythmusstörungen, Herzmuskelerkrankungen oder koronare Durchblutungsstörungen können in eine Herzinsuffizienz münden.

Symptome

Dies sind bei Säuglingen und Kleinkindern v. a. Gedeihstörungen, vermehrtes Schwitzen und verminderte Belastbarkeit im Vergleich zu Gleichaltrigen, bei vermehrter Lungendurchblutung auch Kurzatmigkeit und gehäufte pulmonale Infektionen.

Therapie

Neben der kausalen Therapie erfolgt eine symptomatische Behandlung mit Flüssigkeitsrestriktion (ggf. Bilanzierung, tgl. Gewicht), Diuretika, Digitalis, ACE-Hemmer und β-Blocker. Eine schwere Herzinsuffizienz kann eine intravenöse Therapie mit Katecholaminen (Dopamin, Dobutamin, Suprarenin) und Phosphodiesteraseinhibitoren (Milrinon) nötig machen. Bei einer schweren Herzinsuffizienz muss die Sauerstoffverfügbarkeit hoch (Hb im oberen Normbereich) und der Sauerstoffverbrauch niedrig gehalten werden (Aufregung vermeiden, Fieber unterdrücken, Belastungen minimieren, Lagerung mit erhöhtem Oberkörper, ggf. Sauerstoffgabe, ggf. Sedierung, ggf. Beatmung).

Mithilfe eines invasiven hämodynamischen Monitorings mit arterieller und zentralvenöser Druckmessung wird die Balance zwischen Vorlast und Nachlast optimiert. Durch klinische Untersuchung (Allgemeinzustand, Diurese, Bewusstseinslage), Echokardiografie mit Dopplerflussmessungen und Bestimmung der arteriellen und zentralvenösen Sättigung sowie des Laktats kann auf das erreichte Herzzeitvolumen geschlossen werden. Eine direkte Messung des Herzzeitvolumens durch Indikatorverdünnungsmethoden ist nur bei Kindern ohne Klappenin-

suffizienzen und ohne intrakardiale Shunts möglich.

32.5 Erkrankungen des zentralen Nervensystems

32.5.1 Fieberkrampf

Fieber senkt die Krampfschwelle des Gehirns. 3–4 % aller Kinder bekommen einen Fieberkrampf, davon haben 20–30 % mehr als diesen einen.

Beim „einfachen Fieberkrampf" handelt es sich um einen primär generalisierten, tonisch-klonischen oder tonischen Krampfanfall bei Fieber im Alter von 6 Monaten bis 6 Jahren ohne andere Ursache.

Ein „komplizierter Fieberkrampf" liegt vor, wenn

- der Anfall länger als 15 min andauert,
- eine Gehirnschädigung bereits besteht,
- während oder nach dem Anfall Hinweise auf eine fokale Ursache bestehen,
- das EEG pathologisch ist,
- mehr als 1 Anfall innerhalb von 24 h auftritt oder
- der Anfall außerhalb des typischen Alters auftritt.

Diagnostik

Die Diagnose wird durch das klinische Bild und den Ausschluss spezifischer Ursachen gestellt, insbesondere muss klinisch oder bei dem geringsten Verdacht durch Lumbalpunktion eine Meningitis ausgeschlossen werden. Die Ursache des Fiebers muss geklärt werden, meist sind dies Virusinfektionen (z. B. Dreitagefieber, Atemwegsinfektion) oder Harnwegsinfektionen. Bei fokalen Anfallszeichen wird sofort, andernfalls nach 14 Tagen ein EEG abgeleitet.

Therapie

Diese besteht in der Gabe von Diazepam 0,5–0,7 mg/kg rektal oder Clonazepam 0,1 mg/kg intravenös. Das Fieber wird durch Gabe von Ibuprofen 4–10 mg/kg oder Paracetamol 10–20 mg/kg rektal sowie Wadenwickel gesenkt.

Nach einem ersten Fieberkrampf wird zur Rezidivprophylaxe bei Fieber > 38,5 °C eine Antipyrese mit Ibuprofen oder Paracetamol und in Einzelfällen eine prophylaktische Therapie mit Diazepam 0,3–0,5 mg/kg rektal alle 8 h für max. 48 h durchgeführt. Die Prognose des einfachen Fieberkrampfes ist gut, das Risiko für eine Epilepsie ist nach einem ersten Fieberkrampf gegenüber der Allgemeinbevölkerung (1 % Epilepsie) auf 2–4 % erhöht.

32.5.2 Status epilepticus

Definition

Ein mehr als 30 Minuten andauernder zerebraler Krampfanfall oder eine Anfallsserie ohne vollständige Erholung wird als Status epilepticus bezeichnet.

Der Status epilepticus führt zu einer Erschöpfung der zerebralen Energiereserven mit Gehirnödem und bleibenden strukturellen Schäden. Unbehandelt können hohes Fieber, arterielle Hypotension, Atemdepression und schließlich der Tod eintreten. Der Status kann konvulsiv mit einem tonisch-klonischen Krampfanfall oder nicht konvulsiv mit einem hirnelektrischen Status, aber nur unspezifischen klinischen Zeichen (z. B. Stupor) verlaufen.

Ursachen und Diagnostik

Ursache ist bei Kindern meist eine Infektion oder Stoffwechselstörung, bei etwa der Hälfte ist keine Ursache erkennbar, auch wenn häufig Fieber aus anderen Gründen besteht.

Die Diagnose wird klinisch gestellt, beim nicht konvulsiven Status epilepticus durch ein EEG.

Therapie

Die Akuttherapie besteht aus:

- Vitalfunktionen sichern (Atemwege freihalten, Sauerstoffgabe, ggf. Beatmung, Kreislauftherapie).
- Monitoring der Vitalfunktionen durchführen.
- Venösen Zugang legen, Blut für Diagnostik entnehmen (BZ, Blutgase, Blutbild, CRP, Elektrolyte, Harnstoff, ggf. Medikamentenspiegel). Bei Hypoglykämie sofort korrigieren, dann glukosehaltige Infusion beginnen.
- Anfall medikamentös unterbrechen (Stufentherapie, Medikament der 1. Wahl: Lorazepam).
- Danach erfolgt eine weitere Abklärung und Therapie der Ursache: strukturelle Erkrankungen und Trauma (ggf. CCT), Infektion (LP, Blutkultur), Stoffwechselerkrankung (Laktat, Ammoniak, Vergiftungen, Urämie).

32.5.3 Bakterielle Meningitis

Definition

Bei einer bakteriellen Meningitis besteht eine durch Bakterien hervorgerufene Entzündung der Gehirnhäute (Meningen) und der angrenzenden Strukturen wie Blutgefäße und Hirnparenchym.

Typischerweise kommt es zu einer Kolonisierung der oberen Atemwege mit hämatogener Aussaat in den Subarachnoidalraum. Dort rufen die Bakterien eine starke Entzündungsreaktion des Organismus hervor, die zu Symptomen, Verlauf und Folgeschäden wesentlich beiträgt. Die Inzidenz liegt bei 5–7/100 000.

Symptome

Eine Meningitis kann hochakut innerhalb weniger Stunden beginnen. Häufiger ist ein subakuter Verlauf mit einer vorangehenden unspezifischen fieberhaften Infektion. Nach einigen Tagen treten Reizbarkeit, Erbrechen, Appetitlosigkeit und Lethargie hinzu. Schließlich kommt es zu den typischen Zeichen einer Meningitis mit Nackensteifigkeit, vorgewölbter Fontanelle, Lichtscheu, Bewusstseinstrübung, Krampfanfällen und fokalen neurologischen Ausfällen. Bei Säuglingen und Kleinkindern ist die Diagnose oft durch sehr unspezifische klinische Zeichen erschwert.

Diagnostik

Die Verdachtsdiagnose wird durch das klinische Bild mit Schmerzen bei Dehnung der Hirnhäute, neurologische Symptome und Zeichen einer bakteriellen Infektion gestellt. Für die Diagnose ist eine Lumbalpunktion zur Untersuchung von Liquor (Zellzahl, Eiweißgehalt, Glukosegehalt, Gramfärbung auf Bakterien, Kultur) notwendig. Bei Zeichen eines erhöhten Hirndrucks, kardiorespiratorischer Instabilität, Blutungsneigung oder einer lokalen Infektion am Ort der Lumbalpunktion wird diese später durchgeführt und sofort eine empirische Therapie begonnen. Der Erregernachweis kann auch in Blutkultur, Urin, Rachenabstrich und im Abstrich von Hautläsionen gelingen.

Therapie

Bei dringendem Verdacht auf eine Meningitis wird sofort, vor Eingang von Laborergebnissen und vor einer notwendigen Verlegung, eine empirische antibiotische Therapie begonnen, die nach Erreger-

Abb. 32.12 Meningokokkensepsis. Typische Hauteinblutungen. (G. Rellensmann)

nachweis modifiziert werden kann. Das Outcome von Meningitiden durch Hämophilus influenzae Typ B (HIB) kann durch die Gabe von Dexamethason über 4 Tage günstig beeinflusst werden. In den ersten 48 h nach Diagnose muss mit Komplikationen wie Gehirnödem, Schock, Elektrolytstörungen, Syndrom der inadäquaten ADH-Ausschüttung, disseminierte intravasale Koagulation (DIC) und zerebralen Krampfanfällen gerechnet und eine entsprechend intensive Überwachung und ggf. Therapie durchgeführt werden. Bei Infektionen mit HIB und Meningokokken wird eine antibiotische Umgebungsprophylaxe durchgeführt. Die Mortalität liegt um 5–10 %. Etwa 30 % der Patienten zeigen bleibende neurologische Folgeschäden unterschiedlichen Ausmaßes.

Die septische Verlaufsform einer Meningokokkeninfektion ist mit einer hohen Sterblichkeit verbunden und zeigt oft typische Hautblutungen (▶ Abb. 32.12). Die Prognose kann durch eine frühe Diagnose mit sofortigem Therapiebeginn gebessert werden.

32.5.4 Koma

Definition

Es gibt ein Kontinuum von Wachheit bis zu völliger Reaktionslosigkeit selbst auf Schmerzreize. Unter Somnolenz versteht man Schläfrigkeit, die Patienten sind jederzeit erweckbar. Beim Stupor erfolgt eine Reaktion nur noch auf starke Schmerzreize. Im Koma erfolgt keine Reaktion auf externe Reize.

Die Glasgow-Koma-Skala wurde für die Beurteilung von Kindern unter 5 Jahren und beatmeten Kindern angepasst und erlaubt eine Beschreibung solcher Bewusstseinsstörungen (▶ Tab. 32.6).

Tab. 32.6 Glasgow-Koma-Skala (angepasst für Kinder unter 5 Jahren).

Punkte	Erwachsener und Kind > 5 Jahre	Kind < 5 Jahre
Augen öffnen		
4	spontan	
3	auf Ansprache	
2	auf Schmerzreiz	
1	kein Augenöffnen	
verbale Antwort		
5	orientiert	wach, plappert altersentsprechende Sprache
4	verwirrt	eingeschränkte Sprache oder ängstliches Schreien
3	inadäquate Worte	schreit auf Schmerzreiz
2	unverständliche Laute	jammert auf Schmerzreiz
1	keine Reaktion auf Schmerzreiz	keine Reaktion auf Schmerzreiz
motorische Antwort		
6	befolgt Anforderung	normale Motorik
5	lokalisiert Schmerzreiz	lokalisiert Schmerzreiz oder zieht bei Berührung weg
4	Wegziehen bei Schmerzreiz	
3	abnorme Beugung bei Schmerzreiz	
2	abnorme Streckung bei Schmerzreiz	
1	keine Reaktion auf Schmerzreiz	

Bei mehr als 11 Punkten besteht mehrheitlich eine gute Prognose, unter 8 Punkten sind Intubation und Beatmung indiziert.

Ursachen

Die möglichen Ursachen sind sehr heterogen und je nach Lebensalter unterschiedlich häufig:

- Neugeborene: intrazerebrale Blutung, Hypoxie, perinatale Infektionen, Stoffwechseldefekte
- Säuglingsalter: infektiös-toxische Ursachen, Elektrolytentgleisungen bei Durchfall und Erbrechen, adrenogenitales Syndrom, Stoffwechseldefekte
- Vorschulalter: Vergiftungen, Infektionen, Unfälle
- Schulalter: diabetisches Koma, Hypoglykämie, Urämie, Leberausfall, Vergiftungen

Therapie

Die Akuttherapie setzt sich zusammen aus:

- Sicherung der Vitalfunktionen (Atemwege, ggf. Beatmung, Kreislauftherapie)
- Monitoring der Vitalfunktionen (EKG-Monitor, Blutdruck, pulsoxymetrische Sauerstoffsättigung)
- Anlage eines venösen Zugangs mit diagnostischen Blutentnahmen

Danach erfolgt eine weitere Abklärung und Therapie der Ursache: strukturelle Erkrankungen und Trauma (ggf. CCT), Infektion (LP, Blutkultur), Leber- oder Stoffwechselerkrankung (Blutzucker bereits bei Aufnahme, Laktat, Ammoniak) Vergiftungen, Urämie.

32.6 Metabolische Krisen bei angeborenen Stoffwechselstörungen

Die meisten angeborenen Stoffwechseldefekte sind selten. Wegen der großen Anzahl verschiedener genetischer Defekte mit Krankheitswert machen sie in ihrer Gesamtheit einen relevanten Anteil neonatologischer und pädiatrischer Intensivpatienten aus. Es können alle Stoffwechselwege und alle Organsysteme betroffen sein, z. B. hyperammonämisches Koma, schwere Laktatazidose.

32.6.1 Symptome

Die Symptomatik wird meist verursacht durch

- Ansammlung von Stoffwechselprodukten vor dem defekten Stoffwechselschritt, bzw. die Entstehung pathologischer Stoffwechselprodukte oder/und
- Fehlen der Produkte nach diesem Stoffwechselschritt.

32.6.2 Diagnostik

Die Diagnose erfolgt durch umfangreiche Laboruntersuchungen, die oft einen Hinweis auf die ursächliche Störung geben können. Weiterhin werden alle Organsysteme hinsichtlich typischer Veränderungen untersucht. Bei einem bestimmten

Verdacht kann versucht werden, den vermuteten Enzymdefekt oder/und den ursächlichen Gendefekt direkt nachzuweisen. Die Familie wird hinsichtlich des Wiederholungsrisikos beraten.

Praxistipp

Bei Verdacht auf eine Stoffwechselkrankheit Serum und Urin zur späteren Analyse asservieren.

32.6.3 Therapie

Die Therapie zielt auf
- Vermeidung von Substanzen, die den defekten Stoffwechselschritt benötigen,
- Förderung des defekten Stoffwechselschrittes durch Gabe von Koenzymen,
- Ausscheidung oder Abbau schädlicher Stoffwechselprodukte,
- Zufuhr fehlender Stoffwechselprodukte,
- Substitution des fehlenden Enzyms (an der Möglichkeit einer Gentherapie wird intensiv gearbeitet).

Das intensivmedizinische Management folgt den Prinzipien der jeweiligen Symptomatik, siehe Koma (S. 609). Einige Stoffwechselerkrankungen sind bei adäquater Therapie mit einem normalen Leben vereinbar, häufiger ist eine lebenslange Therapie mit chronischer Krankheit und/oder Entwicklungsstörung oder ein unaufhaltsamer Krankheitsverlauf, der zum Tode führt.

32.7 Erkrankungen von Niere und Flüssigkeitshaushalt

32.7.1 Dehydratation

Je jünger ein Kind ist, desto höher ist der Flüssigkeitsumsatz bezogen auf das Körpergewicht und desto empfindlicher reagiert es auf Störungen des Flüssigkeitshaushaltes (S. 597). So kann eine schwere Gastroenteritis durchaus zu einer bedeutsamen Dehydratation mit klinischen Zeichen des Volumenmangelschocks führen.

Ursachen

Die Ursachen einer Dehydratation sind vielfältig und umfassen eine verminderte Flüssigkeitszufuhr (z. B. Erbrechen, hypertrophe Pylorusstenose) und einen gesteigerten Flüssigkeitsverlust (z. B. virale Gastroenteritis).

Diagnostik

Die Diagnose wird durch die Anamnese, klinische Untersuchung (Gewichtsverlust, kühle, blasse Haut, erniedrigter Hautturgor, trockene Schleimhäute, eingesunkene Fontanelle, geringe Urinausscheidung, Tachykardie, evtl. Bewusstseinstrübung) und initiale Laboruntersuchungen (Blutgasanalyse, BB, Diff, CRP, Kreatinin, Harnstoff, Na, K, Ca, BZ) gestellt.

Je nach vermuteter Grunderkrankung folgen weitere Untersuchungen, z. B. virologische und bakteriologische Untersuchung des Stuhls bei schwerer Enteritis, Sonografie des Abdomens bei Erbrechen mit vermuteter intestinaler Obstruktion.

Für die Einschätzung des Schweregrades hat sich eine Einteilung bewährt in:
- leichte Exsikkose (bis 5 % Gewichtsverlust)
- mittelschwere Exsikkose (bis 10 % Gewichtsverlust)
- schwere Exsikkose (über 10 % Gewichtsverlust) Exsikkose

Therapie

Für die Therapieplanung ist es wichtig, die Natriumkonzentration im Serum zu berücksichtigen. Bei überwiegendem Verlust von freiem Wasser resultiert eine hypertone Dehydratation (Na > 145 mmol/l), bei der das Serumnatrium nur langsam gesenkt werden darf, um einem Hirnödem durch rasche Zufuhr freien Wassers vorzubeugen.

Die Therapie hat bei einer schweren Dehydratation zunächst das Ziel, das intravaskuläre Volumen und damit die Kreislaufsituation durch intravenöse Zufuhr von isotoner Flüssigkeit (NaCl 0,9 %) zu normalisieren. Das nötige Volumen ergibt sich aus dem normalen Grundbedarf und dem bestehenden Defizit zzgl. fortbestehender Verluste. Bei einem pH-Wert < 7,15 kann die Gabe von Natriumbikarbonat sinnvoll sein. Der Ausgleich von Elektrolytstörungen und die Therapie der Grunderkrankung erfolgen nach der initialen Stabilisierung.

Merke

Vor Einsetzen der Urinproduktion wird kein Kalium zugeführt.

Die Überwachung umfasst Herzfrequenz, Blutdruck, evtl. SaO_2, Körpergewicht, Bilanzierung von Ein- und Ausfuhr sowie Elektrolytkontrollen. Bei angemessener Therapie ist eine rasche und vollständige Erholung die Regel.

32.7.2 Hämolytisch-urämisches Syndrom (HUS)

Das HUS ist die häufigste Ursache des akuten Nierenversagens im Kindesalter. Meist besteht eine vorangehende Infektion mit einem Verotoxin bildenden Keim (bestimmte Serotypen von E. coli, Shigella). Dies führt zu einer fieberhaften Durchfallerkrankung mit blutigen Stühlen. Zirkulierendes Verotoxin führt zu einer Schädigung des Gefäßendothels mit thrombotischen Kapillarverschlüssen, Thrombozytopenie und mechanischer Hämolyse. Schließlich kommt es durch die Mikroangiopathie zum Nierenversagen. In wechselndem Ausmaß sind auch andere Organe wie Darm, Pankreas und ZNS betroffen.

Diagnostik

Die Diagnose wird durch folgende Trias gestellt:
- hämolytische Anämie
- Thrombozytopenie
- Nierenversagen

Im Stuhl wird der Nachweis eines Verotoxin bildenden Keims geführt.

Therapie

Die Therapie hat v. a. das Ziel, das akute Nierenversagen durch eine Peritoneal- oder Hämodialyse zu überbrücken. Dabei muss sorgfältig auf die Flüssigkeits- und Elektrolytbilanzierung geachtet werden, um eine Flüssigkeitsüberladung mit der Gefahr des Hirnödems zu verhüten. Meist sind Erythrozytentransfusionen erforderlich, Thrombozytenkonzentrate werden vermieden, da sie den Krankheitsprozess unterhalten können.

Eine arterielle Hypertension bei Nierenversagen wird mit Kalziumantagonisten und Beta-Blockern therapiert. Es wird auf eine adäquate Ernährung mit anaboler Stoffwechsellage geachtet. Eine antibiotische Therapie ist nur bei einem septischen Krankheitsbild indiziert. Bei Nachweis eines Verotoxin bildenden Keims im Stuhl müssen strikte Hygienemaßnahmen getroffen werden, um eine Ansteckung anderer Kinder zu verhindern.

Die Mehrheit der betroffenen Kinder erholt sich innerhalb von 2–3 Wochen vollständig, 30 % zeigen eine anhaltende Nierenfunktionsstörung und/oder arterielle Hypertonie, 15 % entwickeln langfristig ein Nierenversagen mit der Notwendigkeit einer Nierenersatztherapie. Die Erkrankung an verotoxinbildenden Darmkeimen ist meldepflichtig.

32.8 Unfälle

Typische Unfälle beruhen oft auf der natürlichen Neugier und dem mangelnden Risikobewusstsein kleiner Kinder. Dies sind z. B. Unfälle durch Ingestion giftiger oder toxischer Substanzen (Reinigungsmittel, Medikamente, Giftpflanzen), Aspiration (Erdnüsse, Spielzeug, Lampenöl), Ertrinkungsunfälle und Verkehrsunfälle. Schließlich muss bei ungewöhnlichen Verletzungen oder unplausiblem Unfallhergang an die Möglichkeit einer Kindesmisshandlung gedacht und diese Frage mit Unterstützung von Experten behutsam geklärt werden.

32.8.1 Vergiftung

Bei Ingestionsunfällen (s. Kap. 29) ist eine genaue Dokumentation wichtig:

- Wer (wie alt, wie schwer) hat wann, was und wie viel eingenommen?
- Welche Symptome bestehen?
- Was wurde bisher unternommen?

Eltern bzw. Betreuer sollen Pflanzenteile (Stengel, Blätter, Blüte), Medikamentenschachteln oder z. B. Reinigungsmittelpackungen mitbringen. Alle Ausscheidungen (Urin, Stuhl, Erbrochenes) werden für die toxikologische Analyse asserviert. Diagnostik und Therapie richten sich nach der aufgenommenen Substanz und ihrer Menge, bei Unklarheiten können Giftnotrufzentralen wertvolle Unterstützung leisten (Telefonnummern im Internet unter: www.giftnotruf.de). Bedrohliche Vergiftungen sind selten.

Abhängig von der eingenommenen Substanz treten Vergiftungserscheinungen mit unterschiedlicher Latenz auf. Für manche Substanzen gibt es spezifische Antidote (S. 568).

Therapie

Medikamente und giftige organische Substanzen können sehr wirksam an Aktivkohle gebunden werden. Dazu wird so schnell wie möglich etwa 1 g/kgKG (max. 50–60 g) Aktivkohle in einem wohlschmeckenden Saft gelöst und oral verabreicht. Falls dies nicht innerhalb von 20 min gelingt, erfolgt die Gabe über eine Magensonde. Eine primäre Giftentfernung durch induziertes Erbrechen oder Magenspülung bietet wahrscheinlich keinen Vorteil gegenüber ausschließlicher Aktivkohlegabe. Sie sollte nur innerhalb der ersten 30 min nach Ingestion erwogen werden und ist bei Säuglingen unter 9 Monaten, bei bewusstseinsgestörten Patienten sowie bei Ingestion von Säuren, Laugen, Seifen, Benzin oder organischen Lösungsmitteln wegen der Aspirationsgefahr kontraindiziert. Die Gabe eines Laxans erfolgt i. d. R. nicht, bei einigen schwer resorbierbaren Substanzen kann die Darmpassage durch Gabe von Glaubersalz beschleunigt werden.

Merke

Nach Ingestion von Säuren und Laugen wird zur Verdünnung sofort Wasser zu trinken gegeben (ca. 15 ml/kg). Erbrechen muss unbedingt vermieden werden.

Verätzungsspuren im Mund, retrosternale Schmerzen und Schluckstörungen weisen auf eine mögliche Schleimhautschädigung im Ösophagus hin, die zur Perforation und Mediastinitis sowie zur Abheilung mit Narbenbildung und Strikturen führen kann. Das Vorhandensein und die Ausdehnung von Verätzungen werden durch eine Frühösophaguskopie geklärt, die Gabe von Steroiden ist umstritten.

32.8.2 Fremdkörperaspiration und -ingestion

Fremdkörperaspiration und -ingestion betreffen überwiegend Kleinkinder im Vorschulalter. Kleinkinder aspirieren meist Nahrungsbestandteile wie Erdnüsse, Karottenstückchen oder Körner, während ältere Kinder Gegenstände wie Münzen, Zähne oder Spielzeugteile aspirieren können. Der aspirierte Gegenstand kann sich im Bereich des Larynx (Dysphonie, Dysphagie), der Trachea (in- und expiratorischer Stridor) oder der Bronchien (einseitiges Giemen, Abschwächung des Atemgeräusches) festsetzen. Fremdkörper im Ösophagus können eine Schluckstörung und Speichelfluss aus dem Mund verursachen.

Diagnostik

Die Diagnose wird durch die Anamnese mit plötzlichem Husten beim Essen oder Spiel mit kleinen Gegenständen, durch die klinische Untersuchung und bei strahlendichten Gegenständen durch eine Röntgenuntersuchung gestellt.

Therapie

Therapeutisch werden bei Aspirationen sichtbare Fremdkörper manuell entfernt (keine blinde Palpation). Andernfalls muss eine Laryngoskopie, Bronchoskopie bzw. Endoskopie durchgeführt werden. In seltenen Notfallsituationen mit drohender Ateminsuffizienz kann eine ruckartige Thoraxkompression (Heimlich-Manöver) versucht werden. Durch Maskenbeatmung mit 100 % Sauerstoff und hohem Druck kann die Zeit bis zur invasiven Fremdkörperentfernung überbrückt werden. Als ultima ratio kann in Ausnahmefällen versucht werden, einen trachealen Fremdkörper durch Intubation in einen Hauptbronchus vorzuschieben, sodass die kontralaterale Lunge wieder beatmet werden kann.

32.8.3 Ertrinkungsunfall

Tod durch Ertrinken ist, neben Verkehrsunfällen, die am häufigsten auftretende, unfallbedingte Todesursache bei Kleinkindern. Entscheidend für die Prognose des Ertrinkungsunfalls sind:

- Dauer des Untertauchens
- Wassertemperatur
- Einsatz und Effizienz der Reanimationsmaßnahmen am Unfallort

Häufig werden große Wassermengen aspiriert und verschluckt. Es entwickeln sich ein sekundärer Surfactantmangel mit Lungenödem und eine systemische Hypovolämie unterschiedlichen Ausmaßes. Beim Süßwasserertrinken kann eine initiale Hypervolämie und Hämolyse durch Resorption hypotonen Wassers hinzukommen. Das ZNS wird durch Hypoxie und Azidose geschädigt.

Therapie

Protektive Faktoren im Kindesalter sind der „Diving-Reflex“ mit vagusvermittelter Bradykardie und Kreislaufzentralisation beim Untertauchen in Wasser und die rasche Abkühlung des kleinen Körpers. Die üblichen Reanimationsmaßnahmen sollten schnellstmöglich beginnen und müssen konsequent durchgeführt werden, so lange die Hypothermie fortbesteht.

Praxistipp

Um eine Hypothermie festzustellen, ist ein Thermometer mit Messbereich < 30 °C erforderlich.

Unter stationären Bedingungen wird der Patient erwärmt, bei tiefer Hypothermie (< 28 °C) und Herzstillstand kann eine Erwärmung, Oxygenierung und Kreislauftherapie mit extrakorporalem Kreislauf die Prognose verbessern.

Praxistipp

Bei unklarem Unfallhergang muss im Rahmen der Erstversorgung die Halswirbelsäule immobilisiert werden.

Sekundäre Aspirationen durch verschlucktes Wasser sind eine typische Komplikation, daher wird der Magen wiederholt gründlich abgesaugt.

Nach erfolgter Reanimation eines beinahe ertrunkenen Kindes steht neben der Kreislaufstabilisierung und der Behandlung pulmonaler Komplikationen, wie z. B. ARDS (S. 468), die Überwachung und ggf. die Behandlung sekundärer neurologischer Komplikationen im Vordergrund.

32.9 Reanimation von Kindern

Reanimationssituationen werden im Kindesalter meist durch ein respiratorisches Versagen hervorgerufen, dem sekundär ein durch die Hypoxie verursachtes Kreislaufversagen folgt. Es gilt, so schnell wie möglich sauerstoffhaltiges Blut in Koronararterien und Systemkreislauf zu transportieren, um die Kreislauf- und Atemfunktion wiederherzustellen. Daher müssen zuerst Maßnahmen zur Wiederherstellung der Atemfunktion begonnen werden: Absaugen, Lagerung, Beatmung (mit 100 % O_2).

Entsprechend dem European Resuscitation Council (ERC) ist die Alterseinteilung von Kindern seit 2005 wie folgt:

- Neugeborene: bis zum Alter von 4 Wochen
- Säuglinge: 4 Wochen bis 1 Jahr
- Kinder: 1 Jahr bis zur Pubertät
- Jugendliche: ab der Pubertät

Die Empfehlungen zum Kompressions-Ventilations-Verhältnis sind für Kinder jeden Alters angeglichen, die untere Altersgrenze für automatisch externe Defibrillatoren liegt bei einem Jahr.

Nach dem Auffinden eines bewusstlosen Kindes werden sofort die Basismaßnahmen der Reanimation eingeleitet: Bewusstsein prüfen, Atemwege freimachen, Atmung prüfen. Ist keine Atmung vorhanden, wird bei Kindern immer mit 5 initialen Atemspenden begonnen. Die Pulskontrolle wird ausschließlich qualifiziertem Personal empfohlen und sollte nicht länger als 10 Sekunden dauern. Bei ungeübten Personen kann sie ersatzlos entfallen. Falls keine Lebenszeichen feststellbar sind (Hautfarbe, Abwehrreaktionen, Motorik), müssen unverzüglich Thoraxkompressionen durchgeführt werden. Das Verhältnis Herzdruckmassage zu Beatmung erfolgt dabei in einem Rhythmus von 15:2. Ist nur ein Einzelhelfer vor Ort, kann das Verhältnis wie bei Erwachsenen von 30:2 übernommen werden. Erst nach einminütiger kardiopulmonaler Reanimation wird Hilfe gerufen.

Für Kinder ab der Pubertät gelten die gleichen Reanimationsrichtlinien wie bei Erwachsenen. ▸ Tab. 32.7 zeigt Anhaltszahlen für die Zuordnung der Tubusgröße zum Alter oder Gewicht, ▸ Tab. 32.2 altersabhängige Vitalparameter.

Tab. 32.7 Anhaltszeichen für Alter, Körpergewicht und Tubusgröße in Notfallsituationen.

Alter	Kennzeichen	Gewicht (kg)	Tubusgröße (ID)
Neugeborenes	Nabelrest	3,5	3
6 Monate	erster Zahn	7	3,5
1 Jahr	alle 8 Schneidezähne	10	4
1,5 Jahre	Fontanelle geschlossen	11	
2 Jahre	20 Zähne	12	4,5
bis 3 Jahre	Windeln	15	5
um 6 Jahre	Zahnlücken	20	5,5
um 9 Jahre	Schulranzen, Fahrrad	30	6,5 (mit Cuff)
ab 12 Jahre	Pubertät	40	7 (mit Cuff)

▸ **Intraossärer Zugang.** Jenseits des Neugeborenenalters sollte bei erfolgloser Punktion peripherer Venen (Punktionsversuche max. 2 min) ein intraossärer Zugang gewählt werden. Hierfür eignen sich alle markhaltigen Knochen, vorzugsweise die proximale mediale Tibia (▸ Abb. 32.13).

Über einen solchen Zugang können alle Reanimationsmedikamente einschließlich Volumen- und Blutprodukte infundiert werden. Es ist wichtig zu wissen, dass hierfür auch bei gut liegendem intraossärem Zugang ein gewisser Druck notwendig ist, da Volumengaben alleine durch freies Tropfen nicht möglich sind.

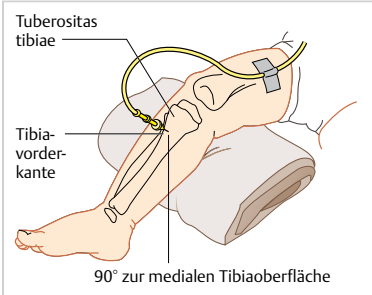


Abb. 32.13 Intraossärer Zugang durch Punktion der proximalen medialen Tibia. (Kerbl et al. 2011)

32.10 Leseservice

32.10.1 Literatur

Bittmann S. Checklisten Pädiatrie und Neonatologie: Krankheitslehre für Pflege- und medizinische Fachberufe. München: Elsevier; 2010

Hansmann G. Neugeborenen-Notfälle. Stuttgart: Thieme; 2003

Haas NA, Kleideiter U. Kinderkardiologie. Stuttgart: Thieme; 2011

Hicks CL et al. The Faces Pain Scale-Revised: Toward a common metric in pediatric pain measurement. PAIN 2001; 93: 173–183

Hoehl M, Kullick P. Gesundheits- und Kinderkrankenpflege, 4. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2012

Jorch G, Hübler A. Neonatologie Stuttgart: Thieme; 2010

Kerbl R, Kurz R, Roos R, Wessel R. Checkliste Pädiatrie. 4. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2011

Messall A, Löscher D, Rohrbach C. Fachpflege neonatologische und pädiatrische Intensivpflege. 2. Aufl. München: Elsevier; 2013

Mühlendahl KE et al., Hrsg. Vergiftungen im Kindesalter, 4. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2007

Nicolai T. Pädiatrische Notfall- und Intensivmedizin:. 4. Aufl. Berlin: Springer; 2012

Rakow H, Finke W, Mutze K, A. Reich A, Reinhold P, Strauß JM. Handlungsempfehlung zur perioperativen Schmerztherapie bei Kindern. Vom Wissenschaftlichen Arbeitskreis Kinderanästhesie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI). Anästh Intensivmed 2007; 48: S 99–S 103

Sparshott M. Früh- und Neugeborene pflegen. 2. Aufl. Bern: Huber; 2009

Teising D, Jipp H. Neonatologische und pädiatrische Intensiv- und Anästhesiepflege. 5. Aufl. Berlin: Springer; 2012

32.10.2 Internetadressen

http://www.awmf-online.de (Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften, AWMF, Leitlinien deutscher Fachgesellschaften)

http://www.rki.de (Robert Koch Institut, Berlin, aktuelle Empfehlungen zu Infektionskrankheiten, Impfungen, zur antibiotischen Umgebungsprophylaxe und Meldepflicht)

http://www.cpem.org (Center for Pediatric Emergency Medicine, englischsprachige Seite mit vielen Texten und Grafiken zur pädiatrischen Notfallmedizin)

http://pedsccm.org (Pediatric Critical Care Medicine, umfangreiche englischsprachige Seite zu Themen der pädiatrischen Intensivmedizin einschließlich Pflege)
http://www.kumc.edu/kumcpeds/cardiology/pedcardiodiagrams.html (pädiatrische Kardiologie der Universität Kansas, USA, Schemazeichnungen der häufigsten angeborenen Herzfehler)
http://www.card-ag.de
http://www.kinderkrankenpflege-netz.de (private Internetseite, umfangreiche Linksammlung)
http://www.giftnotruf.de (Homepage der Vergiftungszentrale Berlin mit aktuellen Links und Telefonnummern deutschsprachiger Vergiftungszentralen)
http://www.gnpi.de (Homepage der Gesellschaft für Neonatologie und Pädiatrische Intensivmedizin, mit Links zu weiteren relaventen Internetseiten)

32.10.3 Kontaktadressen

Deutsche Gesellschaft für Kinderheilkunde und Jugendmedizin e. V.
Eichendorffstraße 13
10 115 Berlin
Tel. (030) 30 87 77 90
Fax: (030) 30 87 77 99–9
Internet: http://www.dgkj.de

Deutscher Kinderschutzbund Bundesverband e. V.
Bundesgeschäftsstelle
Hinüberstr. 8
30 175 Hannover
Tel.: (0511) 304 85–0
Fax: (0511) 304 85–49
E-Mail: info@dksb.de
Internet:
http://www.kinderschutzbund.de

TEIL V Grundlagen der Anästhesie

Kapitel 33

Pharmakologie

33.1 Wirkmechanismen der Anästhetika *618*

33.2 Einführung in die Pharmakokinetik *619*

33.3 Intravenöse Anästhetika *624*

33.4 Opioide *629*

33.5 Inhalationsanästhetika *633*

33.6 Muskelrelaxanzien *634*

33.7 Lokalanästhetika *639*

33.8 Leseservice *642*

33 Pharmakologie

Eduard Mathejka

33.1 Wirkmechanismen der Anästhetika

Das grundlegende Ziel der Anästhesie ist es, operative Maßnahmen ohne eine dauerhafte Beeinträchtigung des Patienten zu ermöglichen. In der Allgemeinanästhesie wird dies durch folgende Komponenten erreicht (▶ Abb. 33.1):

- Ausschaltung des Bewusstseins und Amnesie (intravenöse und Inhalationsanästhetika)
- Analgesie (Opioide)
- Ausschaltung oder Abschwächung somatischer, viszerosomatischer und autonomer Reaktionen auf schädliche Stimuli (intravenöse und Inhalationsanästhetika)
- Muskelrelaxierung (Muskelrelaxanzien)

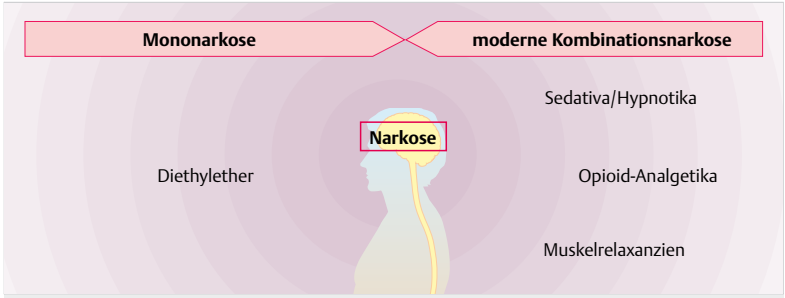


Abb. 33.1 Kombinationsnarkose. Im Gegensatz zur Äthernarkose setzt sich die moderne Kombinationsnarkose aus verschiedenen Komponenten zusammen. (Roewer u. Thiel 2004)

33.1.1 Wirkort der Anästhetika

Es gibt keinen spezifisch anatomisch umschriebenen Wirkort der Anästhetika im zentralen Nervensystem. Es lassen sich Wirkungen in verschiedenen Regionen (z. B. Kortex, retikuläres Aktivierungssystem und Rückenmark) nachweisen (▶ Abb. 33.2). Der Zustand der Anästhesie ist als Ergebnis der hemmenden und exzitatorischen Wirkungen auf mehreren Ebenen des zentralen Nervensystems zu verstehen.

▶ **Kortex.** Anästhetika beeinflussen mit steigender Konzentration die Aktivität der Großhirnrinde, wie die zunehmenden Veränderungen des EEGs zeigen. Nicht alle Anästhetika führen jedoch zu gleichen EEG-Veränderungen. Dies lässt vermuten, dass die einzelnen Anästhetika unterschiedliche Wirkmechanismen aufweisen.

▶ **Thalamus.** Hier wird die Zunahme der Latenz und die Abnahme der Amplitude in den sensorischen Bahnen des Hinterhorns sowie der retikulären Kerne des Thalamus unter dem Einfluss von volatilen (gasförmigen) Anästhetika, Lachgas und verschiedenen intravenösen Anästhetika beobachtet.

▶ **Retikuläres Aktivierungssystem.** Dies ist der Ort des Hirnstamms, der nach derzeitiger Vorstellung am Bewusstseinsprozess beteiligt ist. Somit könnte sich hier der anatomische Ort befinden, an dem die Anästhetika die Bewusstlosigkeit hervorrufen. Man findet hier auch eine hem-

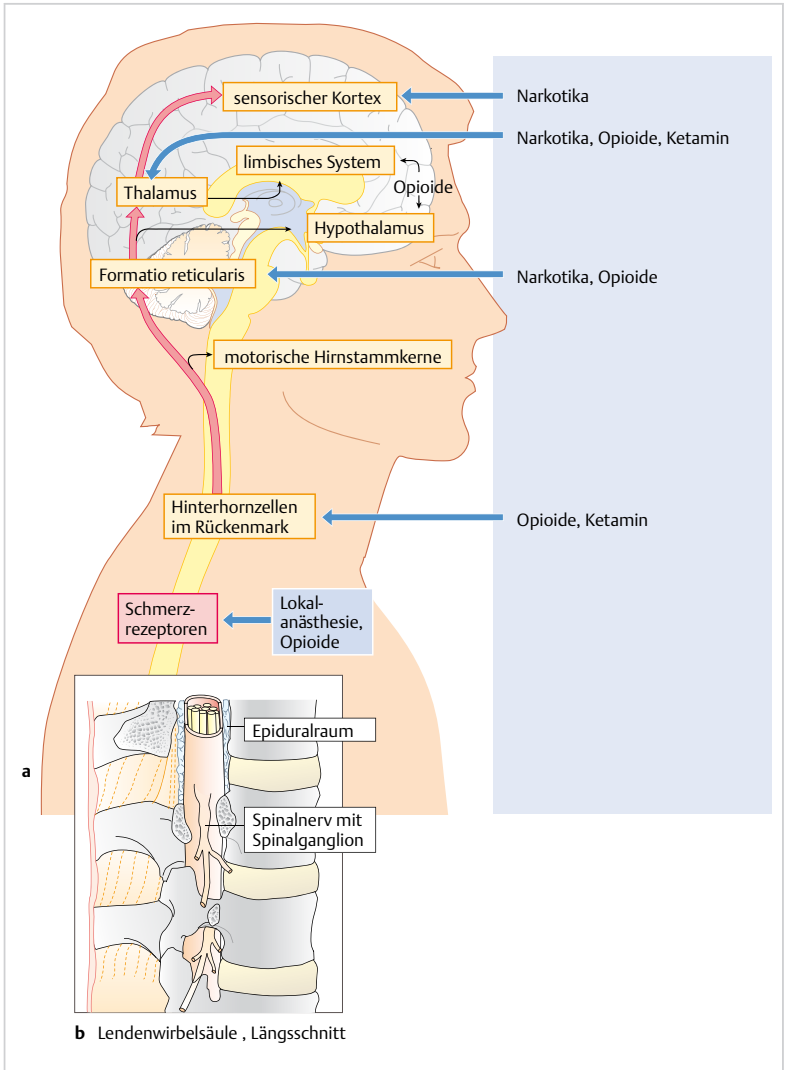
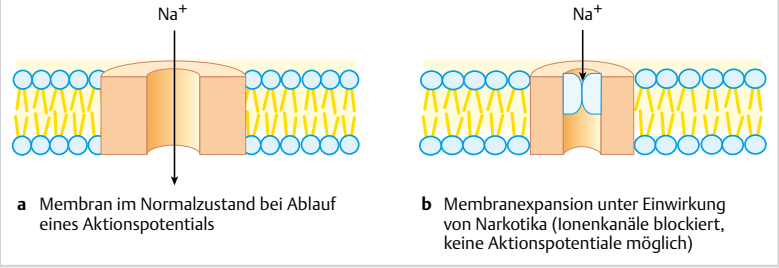


Abb. 33.2 Wirkorte von Anästhetika. (Roewer u. Thiel 2013)



a Membran im Normalzustand bei Ablauf eines Aktionspotentials

b Membranexpansion unter Einwirkung von Narkotika (Ionenkanäle blockiert, keine Aktionspotentiale möglich)

Abb. 33.3 Ionenkanäle. (Roewer u. Thiel 2013)
a Normalzustand der Membran bei Ablauf eines Aktionspotenzials.
b Narkotika blockieren den Natriumdurchfluss, weshalb keine Aktionspotenziale mehr möglich sind.

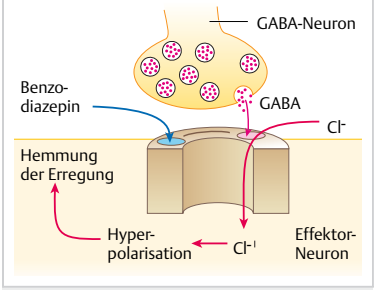


Abb. 33.4 Benzodiazepine beeinflussen den GABA-Rezeptorkomplex. (Roewer u. Thiel 2013)

mende Wirkung der Substanzen auf die Signalübertragung im Hirnstamm.

► **Rückenmark.** Einige Anästhetika hemmen dosisabhängig die spontane und evozierte Aktivität in den Hinterhornzellen.

33.1.2 Wirkung der Anästhetika auf elektrophysiologische Prozesse

Das Ruhemembranpotenzial spinaler Motoneurone und kortikaler Neurone soll durch Anästhetika verstärkt werden (Hyperpolarisation). Dadurch wird die Auslösung eines Aktionspotenzials im postsynaptischen Bereich erschwert oder unterdrückt. Die Schwelle für die Auslösung des Aktionspotenzials soll nicht beeinflusst werden.

Der Einfluss auf die Synapsenfunktion ist größer als auf die Erregungsweiterleitung. In vitro wird nämlich schon bei erheblich geringeren Anästhetikakonzentrationen die Wirkung auf hemmende oder exzitatorische Aktivität der Synapsen gemessen als bei der Beeinträchtigung der Erregungsweiterleitung.

Aus bisherigen Untersuchungen leitet man ab, dass volatile Anästhetika die Spontanaktivität der Schrittmacherneurone im Hirnstamm (Atmung, Herzfrequenz) beeinträchtigen oder vollständig aufheben können.

33.1.3 Wirkung auf Ionenkanäle

In experimentellen Untersuchungen zeigt sich, dass spannungsabhängige Natrium- und Kaliumkanäle nur wenig empfindlich für die Wirkung volatiler Anästhetika sind. Wirkungen zeigen sich erst bei Konzentrationen, die um ein Vielfaches höher sind als sie üblicherweise in der Anästhesie angewendet werden.

Durch die ligandenabhängigen Ionenkanäle wird eine rasche inhibitorische und exzitatorische Aktivität vermittelt (► Abb. 33.3). Die Öffnung der Ionenkanäle bei diesen Synapsen erfolgt durch die Bindung des Neurotransmitters an Kanalproteine. Für die 3 Glutamat-Rezeptorgruppen, die eine Vielzahl unterschiedlicher Funktionen erfüllen, hat man bestimmte Affinitäten der Anästhetika gefunden. So wirkt Ketamin am NMDA-Rezeptor und andererseits weisen die Kainat- und AMPA-Rezeptoren eine große Empfindlichkeit für Barbiturate auf.

Merke

GABA (Gamma-Aminobuttersäure) ist der wichtigste inhibitorische Transmitter im ZNS.

Volatile Anästhetika, Barbiturate, Propofol, Etomidat und Benzodiazepine beeinflussen die Funktion des GABA-Rezeptors (► Abb. 33.4). Anästhetika können die Wirkung von GABA verstärken und auch in Abwesenheit von GABA die GABA-Kanäle aktivieren oder hemmen.

Merke

Glycin ist der wichtigste postsynaptisch hemmende Transmitter im Hirnstamm und Rückenmark.

Volatile Anästhetika und Propofol sollen die Wirkung von Glycin verstärken.

Nikotinerge Acetylcholinrezeptoren in der Muskulatur spielen für die Anästhetikawirkung keine Rolle. Die neuronalen nikotinergen Acetylcholinrezeptoren werden in vitro durch volatile Anästhetika in klinischen Konzentrationen gehemmt.

33.2 Einführung in die Pharmakokinetik

Definition

Die Pharmakokinetik beschreibt Absorption, Verteilung und Elimination eines Wirkstoffs im Organismus.

Es wird also die Auseinandersetzung des Organismus mit dem Pharmakon umschrieben. Im Gegensatz dazu beschreibt die Pharmakodynamik die Wirkung, die ein Arzneimittel auf den Organismus ausübt.

33.2.1 Pharmakokinetik der intravenösen Anästhetika

Verteilung

Nach der Injektion des Arzneimittels in die Blutbahn wird dieses in die verschiedenen Körperregionen transportiert. Es entsteht ein Konzentrationsgefälle zwischen Blutbahn und Gewebe. Der Übertritt ins Gewebe wird durch verschiedene pharmakon- und organismusabhängige Faktoren beeinflusst, wie

- Eigenschaften des Pharmakons,
- Molekülgröße (je kleiner das Molekül, desto leichter ist die Diffusion durch die Kapillarmembran),
- Lipidlöslichkeit (je lipidlöslicher ein Molekül, desto leichter ist die Passage durch die Lipidmembran; ins Gehirn können so z. B. nur sehr kleine oder lipidlösliche Moleküle eindringen),
- Ionisierung und Polarisierung (elektrisch geladene Moleküle können eine Lipidmembran nicht ungehindert passieren),
- Proteinbindung,
- Bindung im Gewebe (Pharmaka mit einer hohen Proteinbindung haben

auch eine stärkere Bindung an die Proteine im Gewebe).

► **Proteinbindung.** Viele Substanzen binden sich im Blutplasma reversibel an Albumin, Globuline, Lipidproteine und Glykoproteine. Durch die Lipidmembran kann allerdings nur der freie, nicht proteingebundene Anteil des Pharmakons passieren. Hat der nicht proteingebundene Teil des Pharmakons die Membran passiert, so dissoziieren weitere Pharmakonmoleküle aus der Proteinbindung und stehen zur Membranpassage zur Verfügung. Wird der Proteinhaushalt im Blut verändert, so kann das für die Pharmaka mit einer hohen Proteinbindung eine Veränderung des freien Anteils zur Folge haben.

Verteilungsvolumen und Umverteilung

Verteilungsvolumen

Nach einer i. v.-Injektion befindet sich zuerst das gesamte Pharmakon im Blutplasma (initiales Verteilungsvolumen). Während dieser Initialphase findet noch keine Diffusion der Substanz in die peripheren Verteilungsräume (Kompartimente) statt. Erst in einem weiteren zeitlichen Verlauf diffundiert das Pharmakon ins Gewebe (weitere Kompartimente). Nach einer gewissen Zeit stellt sich ein konstantes Verhältnis zwischen der Gesamtmenge des Pharmakons und der Plasmakonzentration ein. Im Plasma befindet sich jetzt nur ein gewisser Teil der Substanz und das Gesamtverteilungsvolumen ist größer.

Definition

Das Verhältnis zwischen der Gesamtmenge und der Plasmakonzentration des Pharmakons im Gleichgewichtszustand wird als Verteilungsvolumen in steady state bezeichnet.

Umverteilung

Eine wichtige Rolle für die Wirkung der lipophilen Pharmaka spielt die Umverteilung. Lipophile Pharmaka werden in gut durchbluteten Geweben (z. B. Gehirn und Herz) schnell aufgenommen. Genauso schnell können sie diese auch wieder verlassen.

► **Beispiel Propofol.** Nach der i. v.-Injektion wird das Propofol mit dem Blut zu den stark durchbluteten Organen Gehirn und Herz transportiert, wo es über Diffusion aufgenommen wird. Nach einer kurzen Zeit erreicht es im Gehirn seine maximale Konzentration und entfaltet seine Wirkung. Durch die Aufnahme des Propofols aus dem Blutplasma in die schlechter durchbluteten Gewebe (Fettgewebe) sinkt die Plasmakonzentration. Deshalb diffundiert Propofol entlang des so entstandenen Konzentrationsgradienten aus dem Gehirngewebe zurück ins Blutplasma. Seine Auswirkung auf das Gehirn schwindet. Solche Umverteilungsphänomene bestimmen also die Wirkdauer lipophiler Pharmaka.

Elimination

Die Elimination beinhaltet alle Vorgänge, die zu der Entfernung einer Substanz aus dem Organismus führen. Dazu gehören

- Spontanzerfall der Substanz im Plasma,
- unveränderte Ausscheidung über die Lunge und Nieren,
- enzymatische Umwandlung in Leber, Nieren und Plasma.

Die enzymatischen Prozesse führen zum Abbau einer Substanz oder zur Umwandlung in wasserlösliche Derivate, die dann ausgeschieden werden. Die Geschwindigkeit (V) der enzymatischen Umwandlung hängt von der Substanz, der Enzymmenge und den intrinsischen Eigenschaften der Enzyme ab. Letztere werden durch die Michaelis-Konstante (K_m) beschrieben. Diese Konstante gibt die Substratkonzentration (C), bei der die enzymatische Reaktion mit halber maximaler Geschwindigkeit (V_{max}) abläuft, wieder.

Merke

$$V = \frac{C \times V_{max}}{C + K_m}$$

Aus der Formel ist ersichtlich, dass bei niedriger Pharmakonkonzentration die Eliminationsrate proportional zur Plasmakonzentration verläuft. Bei hohen Konzentrationen bleibt die Eliminationsgeschwindigkeit unabhängig von der Konzentrationssteigerung des Pharmakons konstant.

► **Kinetik-0-Ordnung.** Als Reaktion der Kinetik-0-Ordnung bezeichnet man Reaktionen, bei denen die enzymatische Kapazität schon bei sehr niedriger Substanzkonzentration gesättigt ist. Die eliminierte Menge pro Zeiteinheit bleibt unabhängig der Substratkonzentration gleich. Dies entspricht weitgehend einem linearen Verlauf (► Abb. 33.5).

► **Kinetik-I-Ordnung.** Die meisten Pharmaka werden jedoch nach der Kinetik-I-Ordnung eliminiert. Die Eliminationsgeschwindigkeit ist hierbei über einen weiten Konzentrationsbereich proportional zu der Plasmasubstratkonzentration. Der zeitliche Verlauf entspricht am ehesten einer Exponentialfunktion (► Abb. 33.6). Bei einem Eliminationsverlauf nach der Kinetik-I-Ordnung wird die Substanz durch ihre Halbwertszeit beschrieben. Dies ist die Zeit, in der die Konzentration eines Pharmakons in einem Kompartiment auf die Hälfte des Ausgangswertes sinkt.

Abb. 33.5 Kinetik-0-Ordnung. Die Kinetik-0-Ordnung entspricht weitgehend einem linearen Verlauf.

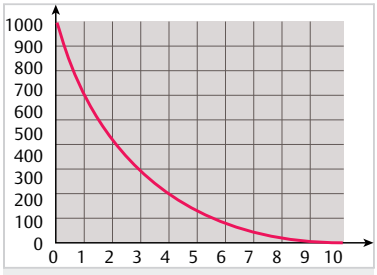


Abb. 33.6 Kinetik-I-Ordnung. Der zeitliche Verlauf der Kinetik-I-Ordnung entspricht am ehesten einer Linearfunktion.

Clearance

Definition

Die Clearance beschreibt die Fähigkeit des Organismus, eine Substanz aus dem Blut zu eliminieren. Sie bezeichnet das Plasmavolumen, das in einer bestimmten Zeiteinheit von der Substanz befreit wird.

Man unterscheidet die hepatische und die renale Clearance.

Hepatische Clearance

Die hepatische Clearance hängt ab von:

- Leberdurchblutung
- intrinsischer Fähigkeit der Leber, die Substanz zu eliminieren
- Plasmaproteinbindung des Pharmakons

Nur der an die Proteine nicht gebundene Substanzanteil kann enzymatisch in der Leber abgebaut werden. Lebererkrankungen, die entweder die hepatozelluläre Funktion oder die Leberdurchblutung beeinflussen, können die hepatische Clearance vermindern.

Renale Clearance

Die renale Clearance hängt ab von:
- glomerulärer Filtrationsrate
- tubulärer Sekretion
- tubulärer Reabsorption der Substanzen

Glomerulär können nur die nicht proteingebundenen Substanzen eliminiert werden. Nur 20 % der renalen Elimination beruhen auf der glomerulären Filtration. Wird ein großer Anteil der glomulär filtrierten oder tubulär sezernierten Substanz tubulär reabsorbiert, so ist der Anteil der renalen Elimination an der Gesamtelimination der Substanz nur gering.

Im Alter nimmt die Kreatinin-Clearance auf 50 % ab. Das Serumkreatinin bleibt jedoch unverändert, da die Muskelmasse parallel abnimmt. Dies bedeutet, dass die renale Clearance für Pharmaka im Alter ebenfalls geringer und somit die Elimination verzögert sein kann. Bei Niereninsuffizienz oder bei Minderdurchblutung der Nieren (z. B. im Schock) wird die renale Elimination ebenfalls verringert.

Kompartiment-Modelle

Definition

Kompartiment-Modelle sind angenommene Räume im Organismus, mit deren Hilfe man den zeitlichen Verlauf der Konzentration der Substanzen im Blutplasma und Geweben zu beschreiben versucht.

Man unterscheidet dabei:
- Ein-Kompartiment-Modell
- Zwei-Kompartiment-Modell
- Drei- oder Mehr-Kompartiment-Modell

Ein-Kompartiment-Modell

Im Ein-Kompartiment-Modell wird als Verteilungsvolumen ein homologer Raum angenommen. Es soll kein Konzentrationsgradient für das Pharmakon bestehen. Nach der Injektion erfolgt sofort eine gleichmäßige Verteilung. Somit entspricht direkt nach der Injektion die in dem Raum vorhandene Pharmakonmenge der injizierten Menge. Die Elimination dieser Substanz aus diesem Raum verläuft nach der Kinetik-I-Ordnung (exponentieller Abfall der Konzentration). Die Eliminationshalbwertszeit hängt von der Clearance der Substanz und der Größe des Verteilungsvolumens ab.

Ist also der Raum groß (Verteilungsvolumen groß), wird die Substanz in vielen Organen aufgenommen und entsprechend wenig davon ausgeschieden. Führt man in diesen Raum die Substanz kontinuierlich zu, so steigt die Konzentration exponentiell an, bis ein Gleichgewicht mit der Ausscheidung (Clearance) erreicht wird. Diese Zeit beträgt meistens 5 Halbwertszeiten. Man kann sie durch die Vorabgabe einer „Loading dose“ abkürzen. Danach wird die Zufuhr so eingestellt, dass sie der Zufuhr der Eliminationsrate entspricht.

Zwei-Kompartiment-Modell

Für die meisten Anästhetika ist das Ein-Kompartiment-Modell für die Beschreibung der Plasmakonzentration nicht ausreichend. Nach der i. v.-Applikation erfolgt zuerst eine Verteilungsphase (S. 619) und danach die Elimination. Man bedient sich deshalb des Zwei-Kompartiment-Modells.

Das zentrale Kompartiment umfasst die stark durchbluteten Organe (Herz, Gehirn, Leber, Nieren). Die schlechter durchbluteten Organe (z. B. Haut, Eingeweide und Fettgewebe) bilden das periphere Kompartiment. Man geht davon aus, dass nur im zentralen Raum das Pharmakon injiziert und eliminiert wird. Unmittelbar nach der Injektion befindet sich das gesamte Medikament im zentralen Kompartiment. Danach beginnt die Verteilung in das periphere Kompartiment gemäß der Kinetik-I-Ordnung. Nimmt die Konzentration der Substanz im peripheren Kompartiment zu, so wird ein gewisser Teil in den zentralen Raum rediffundieren. Im Gleichgewichtszustand ist das Pharmakon gleichmäßig über beide Räume verteilt.

Die Abnahme der Konzentration durch die Elimination erfolgt durch das zentrale Kompartiment. Die Elimination beginnt schon nach der i. v.-Injektion. Die Abnahme der Konzentration einer Substanz in beiden Räumen hängt von dem Volumen des Kompartiments der Verteilungsclearance und der Eliminationsclearance ab.

Drei- oder Mehr-Kompartiment-Modell

Bei einigen Substanzen folgt auf die erste schnelle Umverteilung eine zweite, langsamere Umverteilung. Erst nach diesen beiden Verteilungen erfolgt die Eliminationsphase. Das Zwei-Kompartiment-Modell reicht nicht aus, um diese Vorgänge zu beschreiben. Man geht hier von 2 oder mehreren peripheren Räumen aus. Das erste periphere Kompartiment nimmt die Substanz schneller und das Zweite langsamer auf. So gibt es also auch 3 Clearances und 3 Halbwertszeiten. Für die jeweilige Umverteilung eine Halbwertszeit und die Eliminationshalbwertszeit (2 rasche und 1 terminale Halbwertszeit).

▶ **Kontext-sensitive-Halbwertszeit.** Erfolgt eine wiederholte oder sogar eine kontinuierliche Infusion, so trifft die Eliminationshalbwertszeit nicht mehr zu. Das Verhalten des Pharmakons nach der Unterbrechung der Infusion wird als Kontext-sensitive Halbwertszeit beschrieben. Sie gibt an, in welcher Zeit nach der Unterbrechung der kontinuierlichen Infusion die Plasmakonzentration des Pharmakons auf 50 % sinkt. Diese Zeit beruht auf der Verteilung und dem Metabolismus des Pharmakons. Bemerkenswert ist, dass die Kontext-sensitive-Halbwertszeit nahezu aller Pharmaka mit der zunehmenden Infusionsdauer auch zunimmt (Ausnahme: Remifentanil).

33.2.2 Pharmakokinetik der Inhalationsanästhetika

Dampfdruck und Partialdruck

Bei Raumtemperatur liegen die volatilen Inhalationsanästhetika (Äther, Isofluran, Sevofluran, Desfluran) in flüssigem Zustand vor. Sie verdampfen jedoch nicht erst ab dem Siedepunkt, sondern auch schon bei Raumtemperatur.

Definition

Der Siedepunkt ist die Temperatur, bei der eine Flüssigkeit vollständig in den gasförmigen Zustand übergeht.

Befindet sich eine Flüssigkeit in einem geschlossenen Behälter, so verdampft sie zu einem gewissen Teil, bis sich ein Gleichgewicht zwischen der flüssigen und der gasförmigen Phase eingestellt hat. In diesem Zustand ist der Raum über der Flüssigkeit mit dem Gas gesättigt. Dieses Gas übt einen Dampfdruck auf die Flüssigkeit aus.

Merke

Jedes Inhalationsanästhetikum hat einen eigenen, nur ihm zugehörigen Dampfdruck.

Dampfdruck

Zu jedem Dampfdruck gehört eine bestimmte Sättigungskonzentration:
- Je höher der Dampfdruck, desto höher ist die Sättigungskonzentration.

- Je höher die Temperatur, desto mehr Anästhetikum verdampft und umso höher ist die Sättigungskonzentration.

In einem Gasgemisch (Luft, Lachgas) übt jedes Gas einen Dampfdruck aus. Dieser Dampfdruck ist unabhängig von den anderen Gasen. Jedes Gas übt seinen Dampfdruck so aus, als ob es allein vorhanden wäre. Diese Drücke werden als Partialdrücke des Gesamtdrucks bezeichnet.

Merke

Der Gesamtdruck eines Gasgemisches ist die Summe aller Partialdrücke aller im Gemisch vorhandenen Gase.

Partialdruck

Die Löslichkeit eines Gases im Blut und im Gewebe bestimmt die Geschwindigkeit, mit der eine Narkosetiefe erreicht wird. Nach dem Henry-Gesetz ist die im Blut physikalisch gelöste Gasmenge proportional zum Partialdruck des Anästhetikums. Die Löslichkeit steigt also mit dem steigenden Partialdruck. Die Löslichkeit der einzelnen Inhalationsanästhetika in den Geweben ist unterschiedlich.

Die Anästhetika sind nach dem Henry-Gesetz bestrebt, in allen Geweben (Gehirn, Muskel usw.) ein Gleichgewicht mit dem Partialdruck im Blut und in den Alveolen zu erreichen. Der alveoläre Partialdruck bestimmt somit den Partialdruck in allen Geweben. Dieser wiederum hängt vom Partialdruck in der Inspirationsluft und von der Ventilation ab. Durch die Aufnahme des Anästhetikums aus der Alveole in das Blut wird der Partialdruck hier erniedrigt. Wann sich ein Gleichgewicht zwischen alveolären und Inspirationsluftpartialdruck einstellt, ist abhängig von der Ventilation, vom Partialdruck in der Inspirationsluft und von der Aufnahme ins Blut.

Aufnahme des Anästhetikums

Die Aufnahme des Anästhetikums aus der Lunge in den Körper hängt im Wesentlichem von 3 Faktoren ab (▶ Abb. 33.7):

- Blutlöslichkeit
- Veränderung des Herzzeitvolumens
- alveolopulmonalvenöser Partialdruckgradient

Blutlöslichkeit

Der Blut/Gas-Verteilungskoeffizient beschreibt, wie sich das Anästhetikum zwischen den beiden Phasen (Blut/alveoläre Luft) im Gleichgewicht verteilt hat.

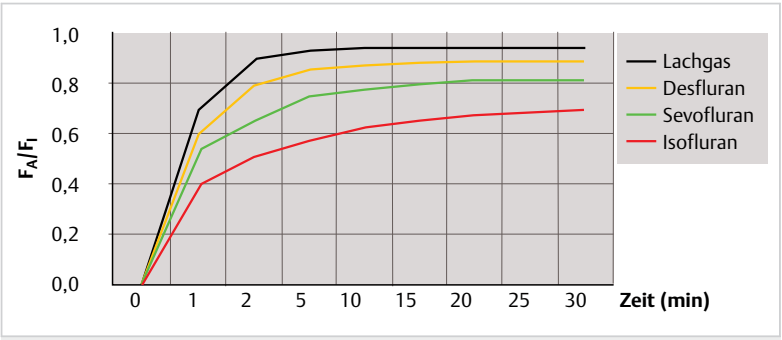


Abb. 33.7 Anflutung der Inhalationsanästhetika.

Merke

Je höher die Löslichkeit, desto größer ist der Verteilungskoeffizient.

Ist die Löslichkeit hoch, so kann vermehrt Anästhetikum aus der einzelnen Alveole ins Blut aufgenommen werden. Aus der andauernden Aufnahme der Substanz ins Blut resultiert eine dauernde Erniedrigung der alveolären Konzentration und somit ein sinkender alveolärer Partialdruck. Dadurch stellt sich die Partialdruckgleichheit zwischen Alveolen und Blut nur langsam ein. Es wird also mehr Substanz benötigt, um den Partialdruck im Blut zu erhöhen.

Die Inhalationsanästhetika besitzen unterschiedlich hohe Blut/Gas-Verteilungskoeffizienten (▶ Abb. 33.8). Für die Narkoseeinleitung ist das von Bedeutung, weil bei hoher Blutlöslichkeit (Isofluran) diese langsamer verläuft als bei Substanzen mit geringer Blutlöslichkeit (Desfluran, Sevofluran). Man muss also anfangs bei gut löslichen Substanzen wesentlich höhere Konzentrationen wählen als es für die endgültige alveoläre Konzentration zur Unterhaltung der Narkose nötig wäre.

Veränderung des Herzzeitvolumens

Diese Veränderung ergibt sich aus einer Erhöhung oder Senkung des Blutdurchflusses in der Lungenstrombahn. Ist der Durchfluss größer, so wird mehr Anästhetikum ins Blut aufgenommen. Dadurch sinkt wieder der alveoläre Partialdruck. Andererseits steigt der Partialdruck des Anästhetikums im Gewebe an, da eine größere Menge der Substanz in das Gewebe transportiert wird. Insgesamt wird also die Zeit bis zur Einstellung des Gleichgewichts durch die Veränderung des Herzzeitvolumens nur wenig beeinflusst.

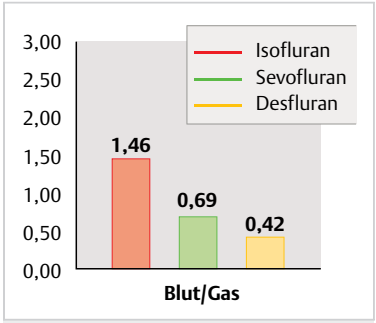


Abb. 33.8 Blut/Gas-Verteilungskoeffizient der Inhalationsanästhetika.

Alveolopulmonalvenöser Partialdruckgradient

Dieser Gradient wird durch die Aufnahme des Anästhetikums im Gewebe bestimmt. Durch die Aufnahme im Gewebe wird der Partialdruck im Blut gesenkt. Dadurch entsteht ein erhöhter Gradient zwischen dem Partialdruck in der Alveole und dem Blut. Es wird vermehrt Substanz im Blut aufgenommen. Erst, wenn der Partialdruck im Gewebe und in der Alveole im Gleichgewicht steht, wird kein weiteres Gas im Blut aufgenommen.

Verteilung des Anästhetikums

▶ **Gewebelöslichkeit.** Die Gewebelöslichkeit eines Anästhetikums wird durch den Gewebe/Blut-Verteilungskoeffizienten charakterisiert (▶ Abb. 33.9). In den meisten fettfreien Geweben beträgt dieser nahezu 1. Dies bedeutet, dass das Pharmakon nahezu gleichermaßen im Blut wie auch in solchen Geweben gelöst ist. Die Konzentration in diesem Gewebe nähert sich der im Blut.

Im Fettgewebe ist der Gewebe/Blut-Verteilungskoeffizient wesentlich höher (Lachgas: 2,3). Es wird also der größere Teil aus dem das Gewebe durchströmenden Blut ins Gewebe aufgenommen. Wegen der hohen Löslichkeit in diesen Gewe-

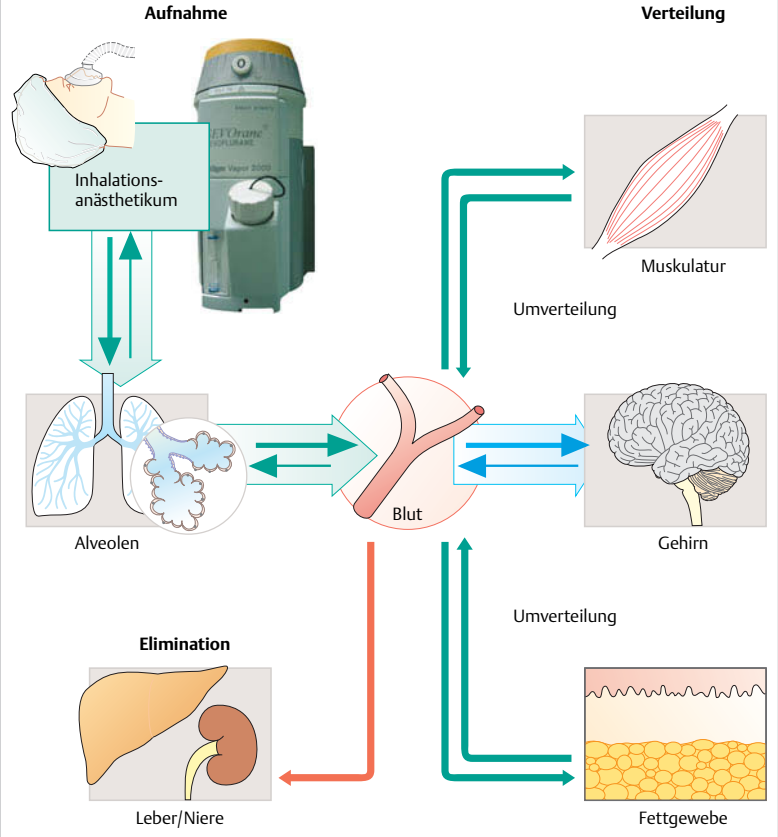


Abb. 33.9 Verteilung des Inhalationsanästhetikums im Organismus. (Roewer u. Thiel 2013)

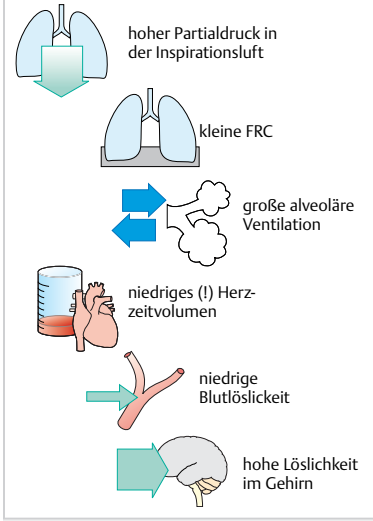


Abb. 33.10 Anflutungsbeschleunigung bei Inhalationsanästhetika. (Roewer u. Thiel 2013)

ben steigt der Partialdruck nur langsam an, sodass sich das Gleichgewicht nur langsam einstellt.

▸ **Durchblutung.** Je höher die Durchblutung des Gewebes, desto schneller wird das Pharmakon dorthin transportiert und umso schneller steigt der Partialdruck und die Konzentration an. Bei stark durchbluteten Organen (Herz, Gehirn, Nieren, Leber) ist das Gleichgewicht mit dem Partialdruck schon nach 10–12 Minuten erreicht, in der Haut und Muskulatur erst nach ca. 90 Minuten und im Fettgewebe erst nach Stunden.

Beeinflussende Faktoren

▸ **Konzentration.** Je höher die Konzentration des Anästhetikums in der Inspirationsluft ist, desto höher ist die alveoläre Konzentration (▸ Abb. 33.10). Die Konzentration des Anästhetikums steigt hierbei überproportional an (Konzentrationseffekt). Der Anstieg der alveolären Konzentration wird jetzt durch die Ventilation und nicht durch die Löslichkeit, wie bei niedrigeren Konzentrationen, bestimmt.

▸ **Second-Gas-Effekt.** Dieser Effekt tritt dann auf, wenn ein volatiles Anästhetikum z. B. zusammen mit Lachgas eingeatmet wird. Wird das Lachgas aufgenommen, so verkleinert sich das noch verbleibende Volumen, in dem jetzt das volatile Anästhetikum eine größere Konzentration hat. Durch diesen Effekt steigt die alveoläre Anästhetikumkonzentration rascher, als wenn es ohne Lachgas eingeatmet würde.

▸ **Herzzeitvolumen.** Bei bleibenden Herzzeitvolumen führt die Erhöhung der Ventilation zum vermehrten Transport des volatilen Anästhetikums in die Lunge. Dadurch nähert sich die alveoläre der inspiratorischen Konzentration schneller an. Hierbei ist jedoch die Löslichkeit der Inhalationsanästhetika von großer Bedeutung. Schlecht lösliche Inhalationsanästhetika (z. B. Lachgas) werden durch die Ventilation wenig, gut lösliche (z. B. Äther) stark beeinflusst. Die Veränderung des Herzzeitvolumens wirkt wie die Veränderung der Ventilation auf die alveoläre Konzentration. Bei Steigerung des Herzzeitvolumens wird jedoch die Aufnahme der gut löslichen Anästhetika ins Blut beschleunigt. Somit steigt die alveoläre Konzentration langsamer an.

Merke

Im Schock kommt es durch die anfangs gesteigerte Atmung und ein gesenktes Herzzeitvolumen schnell zu einer hohen alveolären Anästhetikakonzentration.

▸ **Störungen des Belüftungs-Durchblutungs-Verhältnisses.** Atelektasen, Emphysem, Ein-Lungen-Beatmung usw. bewirken die Entstehung von alveoloarteriellen Partialdruckdifferenzen. Das Ausmaß hängt von der Größe der Störung ab. Bei gut löslichen Inhalationsanästhetika steigt die alveoläre Konzentration schnell an und der Partialdruck wird nur wenig beeinflusst. Bei schlecht löslichen Anästhetika (z. B. Lachgas) wird die alveoläre Konzentration nur wenig gesteigert, während der arterielle Partialdruck erheblich abnimmt.

Merke

Die Narkoseeinleitung mit gut löslichen Anästhetika wird durch die Störung des Belüftungs-Durchblutungs-Verhältnisses nur unwesentlich verzögert.

Elimination der Inhalationsanästhetika

Die Inhalationsanästhetika werden zum größten Teil pulmonal eliminiert (▶ Abb. 33.11). Dabei spielen Ventilation, Herzzeitvolumen und Löslichkeit, wie auch bei der Aufnahme, eine wichtige Rolle:

- Je größer die Ventilation ist, desto schneller wird das Anästhetikum eliminiert.
- Je höher die Löslichkeit ist, desto langsamer ist die Elimination.

▶ **Partialdruckdifferenz.** Die Partialdruckdifferenz zwischen dem venösen Blut der Lungen und den Alveolen ist die treibende Kraft für den Ausstrom des Anästhetikums aus dem Blut in die Alveolen und damit für die pulmonale Elimination. Wird dem Patienten anästhetikafreie Luft zugeführt, so strömt das Anästhetikum entlang dem Gradienten aus dem Blut in die Alveolen. Dies hat wiederum zur Folge, dass der Partialdruck des Anästhetikums im Blut fällt. Es entsteht ein Partialdruckgradient zwischen Blut und Gewebe, welches wiederum den Anästhetikaausstrom aus dem Gewebe bewirkt.

▶ **Narkosedauer.** Bei kürzeren Narkosen ist das weniger durchblutete Gewebe wie Muskulatur und Fettgewebe noch nicht mit dem Anästhetikum aufgesättigt. So nehmen diese im Zuge der pulmonalen Elimination aus dem gut durchbluteten Gewebe in die Blutbahn mobilisiertes Anästhetikum auf, weil der Partialdruck im Blut höher ist als in diesem Gewebe. Dauert die Narkose jedoch sehr lang und existiert somit schon eine Aufsättigung der Fett- und Muskelgewebe, so ist die Elimination verzögert. Diese Gewebe haben große Mengen des Anästhetikums aufgenommen und geben dieses ständig an das Blut ab.

▶ **Lachgaszufuhr.** Unterbricht man die Zufuhr von Lachgas, so strömt in den ersten Minuten eine große Menge an Lachgas in die Alveolen. Es verdünnt den dort vorhandenen Sauerstoff. Wenn der Patient nur die Raumluft atmet, kann es durch die Herabsetzung des alveolären Sauerstoffanteils zu einer Hypoxie (Diffusionshypoxie) kommen. Diese Gefahr besteht nur in den ersten 10–15 min. Dann wird wesentlich weniger Lachgas abgeatmet. Für andere Inhalationsanästhetika trifft diese Gefahr nicht zu, weil sie in wesentlich geringeren Konzentrationen zugeführt und ausgeschieden werden.

▶ **Metabolisierungsrate.** Die dampfförmigen Inhalationsanästhetika werden nur in geringem Maße in der Leber, ansonsten auch in anderen Organen metabolisiert. Die Metabolisierungsrate beträgt für:

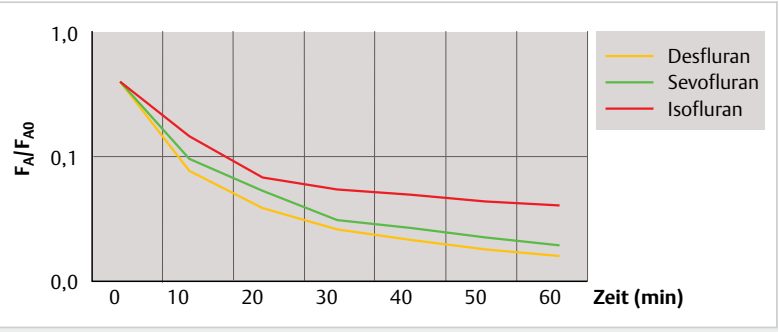


Abb. 33.11 Elimination der Inhalationsanästhetika.

- Sevofluran 3–5 %
- Isofluran 0,2 %
- Desfluran 0,02 %

MAC-Wert

Es gibt keine Möglichkeit, die für die Narkosetiefe verantwortliche Anästhetikakonzentration im Gehirn des Menschen zu messen. Zur Steuerung der Narkose ist jedoch eine Konzentrationsangabe der verschiedenen volatilen Anästhetika als indirektes Maß für die Wirkungsstärke nötig. Die MAC (minimale alveoläre Konzentration) eines Inhalationsanästhetikums beruht auf der direkten Beziehung zwischen dem Partialdruck in den Alveolen und im Gehirn. Im Gleichgewichtszustand der Narkose sind nämlich beide Drücke identisch. Um eine bestimmte Narkosetiefe zu erreichen, muss also eine Mindestkonzentration in den Alveolen erzeugt werden.

Definition

Die MAC 50 ist die alveoläre Konzentration eines Inhalationsanästhetikums, bei der 50 % der Patienten auf den Hautschnitt nicht mit Abwehrbewegungen reagieren.

Je niedriger der MAC-Wert, desto größer ist die Wirkungsstärke des Anästhetikums. Werden verschiedene Inhalationsanästhetika miteinander kombiniert, kommt es zu einer additiven Wirkung. Die MAC der einzelnen Anästhetika wird erniedrigt, sodass für eine bestimmte Narkosetiefe eine geringere Konzentration erforderlich ist. So senkt z. B. 70 % Lachgas die MAC von Isofluran von 1,28 auf 0,56 % atm.

Modifizierte MAC-Definitionen

MAC EI50/MAC EI95 ist die alveoläre Anästhetikakonzentration, die bei 50 bzw. 95 % der Patienten eine Relaxation der Stimmbänder bewirkt, sodass Laryngoskopie und Intubation ohne Husten, Pressen, Extremitätenbewegung ermöglicht wird.

MAC BAR50/MAC BAR95 (BAR: Blocking adrenergic-cardiovascular Responses) ist die alveoläre Konzentration, bei der 50 bzw. 95 % der Patienten auf den Hautschnitt nicht mit adrenergen Reaktionen reagieren.

Die MAC beeinflussende Faktoren

Den MAC beeinflussende Faktoren sind

- Alter (mit zunehmendem Alter nimmt der Bedarf an Anästhetika ab),
- Körpertemperatur (Senkung vermindert die MAC der Inhalationsanästhetika),
- Schwangerschaft (vermindert im Tierexperiment ebenfalls den MAC-Wert),
- Opiate, Sedativa und Hypnotika (senken als Prämedikation oder während der Narkose auch den MAC-Wert teilweise um mehr als 50 %),
- chronischer Alkoholabusus (erhöht die MAC),
- Fieber und Hyperthyreose (sollen ebenfalls die MAC erhöhen).

Keinen Einfluss auf die MAC haben: Dauer der Narkose, Geschlecht, Säure-Basen-Status, Hypertonie sowie Hyper- oder Hypokaliämie.

33.3 Intravenöse Anästhetika

Die meisten intravenösen Anästhetika werden benutzt, um die Anästhesie einzuleiten. Sie haben keine oder nur sehr geringe analgetische Potenz, sodass sie mit anderen Substanzen (v. a. mit Opioiden) kombiniert werden. Vorteile dieser Substanzen liegen bei der Narkoseeinleitung im raschen angenehmen Einschlafen und Fehlen eines deutlichen Exzitationsstadiums. Nachteile liegen in der Steuerbarkeit. Auf die einmal injizierte Substanz hat man kaum Einfluss mehr.

Tab. 33.1 Intravenöse Anästhetika.

Thiopental	Methohexital	Propofol	Etomidat	Ketamin	S-Ketamin
Dosierung					
2–5 mg/kgKG	1–3 mg/kgKG	1,2–2,5 mg/kgKG zur Einleitung Bei der TIVA 4–12 mg/kgKG/h (große Variationsbreite)	0,15–0,3 mg/kgKG	1–2 mg/kgKG i. v.zur Einleitung 0,2–0,5 mg/kgKG als Schmerztherapie	0,5–1 mg/kgKG zur Einleitung
Wirkungseintritt					
< 30 s	< 30 s	30–45 s	15–20 s	45–60 s	45–60 s
Wirkungsdauer					
5–15 min	5–10 min	5 min	2–3 min	10–20 min	10–15 min
Kontraindikationen					
• Porphyrie • Barbituratallergie • dekompensierte Herzinsuffizienz • akuter Myokardinfarkt • schwere Leberschäden • Schock	wie bei Thiopental	dekompensierte kardiopulmonale Erkrankungen	seltene Allergien gegen Etomidat	absolut: • KHK • Hypertonie • manifeste Herzinsuffizienz • Phäochromozytom • Hyperthyreose • perforierende Augenverletzung • Uterusruptur und Nabelschnurvorfall • Eklampsie	wie bei Ketamin
Nebenwirkungen					
• s. o. • Injektionsschmerz • Histaminfreisetzung	• stärkere exzitatorische Unruhe • ansonsten wie bei Thiopental	• dosisabhängige Atemdepression • deutlich negative Kreislaufeffekte • epileptiforme Anfälle • Injektionsschmerz	• Injektionsschmerz • Myoklonien und Dyskinesien • dosisabhängige Atemdepression • bei Langzeitsedierung Hemmung der Kortisolbiosynthese	• Katecholaminfreisetzung • Hypersalivation • intrakranieller und intraokulärer Druckanstieg • Halluzinationen in der Aufwachphase	• siehe Ketamin • psychomimetische Wirkung geringer
Besonderheiten					
versehentliche intraarterielle Injektion verursacht durch Gefäßspasmus die Gefahr einer Gangrän der betroffenen Region	Vorteil gegenüber Thiopental ist die schnellere Aufwachphase			es sollte ein Vagolytikum (Atropin) wegen der Salivation und Midazolam zum Dämpfen der psychischen Nebenwirkungen verabreicht werden	

Eine Übersicht über Dosierung, Wirkung und Nebenwirkungen der einzelnen intravenösen Anästhetika gibt ▸ Tab. 33.1.

33.3.1 Barbiturate

Die Barbiturate gehören zu den ältesten intravenösen Anästhetika. Zur Narkoseeinleitung werden die ultrakurzwirksamen Medikamente Thiopental und Methohexital genutzt. Zur Narkoseaufrechterhaltung sind diese Substanzen wegen der zu großen benötigten Dosen nicht geeignet.

Thiopental-Natrium wird für den klinischen Gebrauch als wasserlösliches Natriumsalz geliefert. Es wird in Aqua dest. gelöst und ergibt dann wegen des enthaltenen Natriumkarbonats eine stark alkalische Lösung.

Methohexital wird als fertige Lösung geliefert, die jedoch durch Natriumkarbonat ebenfalls stark alkalisch ist.

Pharmakologische Wirkungen

Zentrales Nervensystem

Die anästhetische Wirkung basiert auf einer Hemmung der Formatio reticularis. Etwa 10–20 s nach der Injektion tritt der Schlaf ein und nach ungefähr 20–30 min kehrt das Bewusstsein zurück. Bei subanästhetischen Dosen tritt eine Hyperalgesie ein. Tiefe Barbituratanästhesie ist wegen starker Beeinträchtigung der Herz-Kreislauf- und Atem-Funktion nicht sinnvoll. Deshalb sind Barbiturate als Monoanästhetika nicht geeignet.

Barbiturate erniedrigen dosisabhängig die Hirndurchblutung und den zerebralen Sauerstoff- und Glukoseverbrauch. Durch die durchblutungssenkende Eigenschaft wird der intrakranielle Druck ebenfalls gesenkt, was bei der Behandlung eines erhöhten Hirndrucks ausgenutzt wird.

Merke

Da es nach der Injektion von Barbituraten zur Hyperakusis (gesteigerte Empfindlichkeit gegenüber Geräuschen) kommen kann, sollte bei der Narkoseeinleitung unbedingt Ruhe herrschen.

Kardiovaskuläres System

Thiopental und Methohexital bewirken vorübergehend einen Blutdruckabfall. Werden sie langsam injiziert, scheint der Blutdruckabfall weniger stark ausgeprägt zu sein. Die schnelle Injektion hoher Dosen ruft eine rasche Abnahme des peripheren Widerstandes hervor. Es kommt reflektorisch zum Anstieg der Herzfrequenz. Auch die Venen erweitern sich unter dem Einfluss der Barbiturate.

Das Herzzeitvolumen kann durch mäßige Dosen der Barbiturate um bis zu 25 % gesenkt werden. Ursache hierfür ist die negative inotrope Wirkung der Barbiturate, die Abnahme des ventrikulären Füllungsdrucks durch Erweiterung der Venen, sowie die zentrale Dämpfung des Sympatikotonus.

Zusätzlich steigern Barbiturate durch die Zunahme der Herzfrequenz den myokardialen Sauerstoffverbrauch. Herzrhythmusstörungen können durch die Atemdepression bedingte Hyperkapnie auftreten.

Respiratorisches System

Alle Barbiturate dämpfen dosisabhängig das Atemzentrum. Die Reaktion auf Hypoxie und CO_2 werden vermindert. Apnoe tritt in anästhetischen Dosen auf. Bei zu flacher Anästhesie können hingegen Husten, Laryngospasmus und Bronchospasmus auftreten.

Leber- und Nierenfunktion

Die Durchblutung der Nieren nimmt nach der Injektion von Barbituraten ab. Der genaue Funktionsmechanismus der Nierenfunktionsminderung ist noch nicht bekannt.

Die Leberdurchblutung und die Leberfunktion nehmen nur in geringem Maße ab. Die Barbiturate führen jedoch zur Induktion mikrosomaler Enzyme, womit der Metabolismus zahlreicher Pharmaka und endogener Substanzen beschleunigt wird.

Pharmakokinetik

Nach der Injektion wirken die ultrakurzwirksamen Barbiturate schon nach einer Kreislaufzeit. Aufgrund des geringen Ionisationsgrades (Mengenverhältnis der mehrfach positiv geladenen Ionen zur Gesamtzahl der Partikel) kommt es schon nach einer Minute zum Gleichgewicht zwischen Gehirn und Plasma. Genauso schnell diffundieren sie in die anderen stark durchbluteten Gewebe (z. B. Herz, Leber, Nieren). Die kurze Wirkungsdauer ist auf die rasche Umverteilung aus dem Gehirn in die anderen Gewebe (Muskel, Fett, Knochen, Haut usw.) zurückzuführen. Diese Umverteilung aus dem Gehirn erfolgt schneller als aus den übrigen Geweben.

Merke

Bei adipösen Patienten dauert die Elimination, bedingt durch die Speicherung im Fettgewebe, länger.

Abgebaut wird das Methohexital nur in der Leber. Thiopental wird außerdem in geringem Maße in der Niere, im Gehirn und auch in anderen Geweben metabolisiert.

Merke

Bei Lebererkrankungen ist der Metabolismus erheblich beeinträchtigt. Dies ist v. a. bei höheren und längerfristigen Applikationen von Bedeutung.

33.3.2 Propofol

Propofol wurde erstmals in den 80er Jahren klinisch erprobt. Es ist ein rasch und kurz wirksames Hypnotikum, das sich auch zur kontinuierlichen Infusion (TIVA) eignet.

Pharmakologische Wirkungen

Zentrales Nervensystem

Nach Injektion einer Einleitungsdosis kommt es nach 30–45 s zum Bewusstseinsverlust, der ca. 5 min andauert. Die zerebrovaskulären Effekte von Propofol sind ähnlich denen der Barbiturate (S. 625) und des Etomidats (S. 627). Der zerebrale O_2-Bedarf wird bis zu 35 % reduziert. Allerdings ist das Abfallen des zerebralen Perfusionsdrucks von Dosis und Injektionsgeschwindigkeit abhängig (▶ Abb. 33.12).

Merke

Prokonvulsive Eigenschaften sind nicht sicher, obwohl in der Medikamenteninformation vermerkt, sodass es auch bei Patienten mit Krampfneigung eingesetzt werden kann.

Kardiovaskuläres System

Die Herzfrequenz steigt meistens etwas an. Bei Patienten, die mit β-Blocker therapiert werden, und bei geriatrischen Patienten, wird allerdings gelegentlich eine ausgeprägte Bradykardie beobachtet.

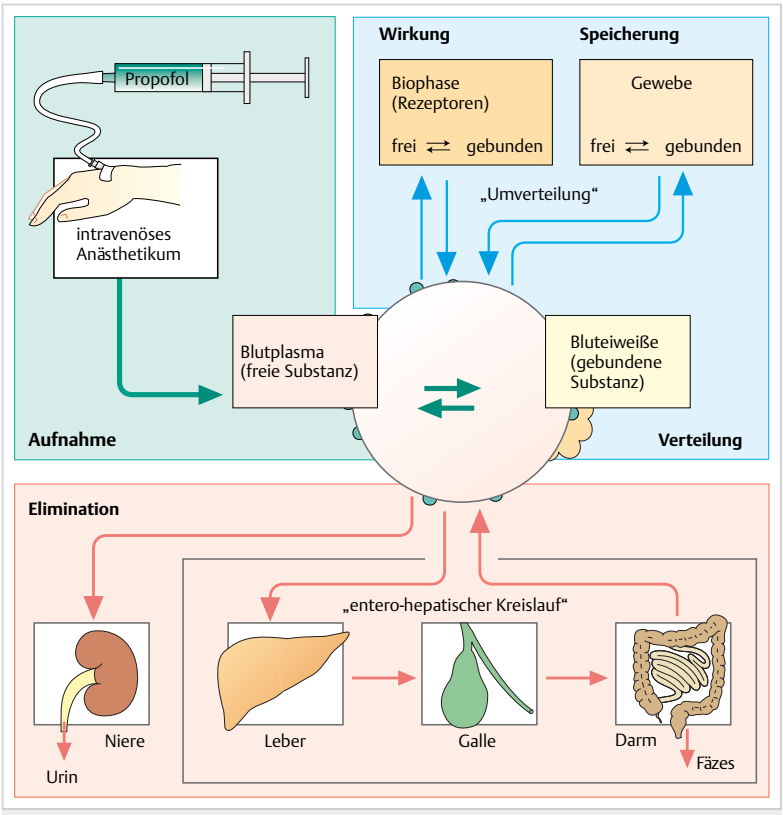


Abb. 33.12 Propofol. Pharmakokinetisches Schema. (Roewer u. Thiel 2013)

Sowohl Herzzeitvolumen als auch systolischer und diastolischer Blutdruck fallen. Dieses Absinken ist besonders bei koronarkranken und geriatrischen Patienten ausgeprägt. Es wird angenommen, dass die Ursache hierfür in der negativen Inotropie (Hemmung der Kontraktionsfähigkeit des Herzens) der Substanz liegt.

Respiratorisches System

Nach Injektion der Einleitungsdosis kommt es zu einer Apnoe von ca. 1 Minute Dauer.

Andere Organsysteme

Leber, Nieren und Kortisolsynthese sollen durch Propofol nicht beeinflusst werden. Eine antiemetische Wirkung wird beobachtet. Eine Histaminfreisetzung wird durch Propofol nicht bewirkt. Der intraokulare Druck wird um 30–40 % gesenkt.

Pharmakokinetik

Propofol ist im Plasma zu 98 % an Proteine gebunden. Es wird zum großen Teil in der Leber konjugiert und seine Metabolite werden vorwiegend über die Nieren ausgeschieden (▶ Abb. 33.12).

Unerwünschte Effekte

Bei der Injektion verursacht Propofol bei ca 80 % der Patienten einen brennenden Schmerz. Um den Injektionsschmerz zu vermindern, kann man vor der Gabe des Propofols ein Opioid oder sogar 20 mg Lidocain über eine große Vene (z. B. V. cubitalis) injizieren.

Da Propofol wasserunlöslich ist, muss beachtet werden, dass durch die fetthaltige Präparation des Propofols in mittelkettigen Triglyzeriden, die Arznei einen idealen Nährboden für Bakterien und Pilze darstellt.

Merke

Die strenge aseptische Vorgehensweise beim Aufziehen von Propofol ist daher zu beachten, da es schon mehrfach zu Propofol-assoziierten Infektionen gekommen ist.

Aufrechterhaltung der Narkose (TIVA)

Propofol eignet sich sehr gut mittels kontinuierlicher Infusion zur Aufrechterhaltung der Narkose.

Gute Schlafeigenschaften und angenehmes Aufwachen sowie eine kurze Aufwachraumzeit ließen das Profol zum beliebten Medikament bei ambulanten Eingriffen und auch zur Sedierung bei medizinischen Interventionen wie Koloskopie und Gastroskopie werden. Die Besonderheit ist die recht hohe individuelle Breite des Bedarfes bei den Patienten (3–10 mg/kgKG/h i. v.). Eine optimale Einstellung der benötigten Dosis kann man an einem modernen Anästhesiearbeitsplatz mit der Narkosetiefemessung erreichen.

Langzeitsedierung

Die Sedierung der beatmeten Patienten mit Propofol auf der Intensivstation hat sich in vielen Kliniken durchgesetzt. Die gute Steuerbarkeit und kurze Aufwachzeit, auch nach Langzeitsedierung, sind von erheblichem Vorteil. Wegen des beschriebenen „Propofol-Infusions-Syndroms“ sollte man jedoch eine dauerhafte Sedierungsdosierung über 5 mg/kgKG/h i. v. nicht überschreiten.

33.3.3 Etomidat

Etomidat ist ein erstmals 1965 synthetisiertes und in den 70er Jahren klinisch erprobtes Hypnotikum.

Pharmakologische Wirkungen

Zentrales Nervensystem

Etomidat dämpft durch einen wahrscheinlich GABA-mimetischen Effekt die Formatio reticularis des Hirnstamms. Durch GABA-Antagonisten kann man deshalb die Wirkung aufheben. Etwa 1 min nach Injektion der Einleitungsdosis schlafen die Patienten. Nach ca. 2–3 min (dosisabhängig) werden sie wieder ansprechbar.

Nach einer Injektion treten bei einigen Patienten Myoklonien (Schüttelkrämpfe) und Dyskinesien (schmerzhafte Muskelkrämpfe) auf. Krampfpotenziale sind jedoch im EEG nicht nachweisbar.

Praxistipp

Durch eine Vorinjektion von Opioiden oder Benzodiazepinen können Myoklonien und Dyskinesien vermindert werden.

Sowohl Hirndurchblutung als auch intrakranieller Druck und zerebraler Sauerstoffverbrauch werden gesenkt. Die Wirkung ist jedoch weniger ausgeprägt als bei Barbituraten.

Merke

Etomidat besitzt keinerlei analgetische Wirkung. Es ist ein reines Hypnotikum.

Kardiovaskuläres System

Etomidat ist das intravenöse Anästhetikum mit den geringsten kardiovaskulären Wirkungen. Der periphere Widerstand nimmt etwas ab, sodass das Herzzeitvolumen etwas zunimmt. Durch die Abnahme des Koronargefäßwiderstandes wird allerdings auch die Koronardurchblutung gesteigert.

Respiratorisches System

Nach Injektion der Einleitungsmenge nimmt das Atemminutenvolumen nur ca. 20 % ab (besonderes bei älteren Patienten). Die Atemfrequenz steigt dabei geringfügig an (10 %). Bei älteren Patienten kann ein kurzer, 15–40 s dauernder Atemstillstand auftreten.

Andere Organsysteme

Die Funktion von Leber und Nieren wird durch Etomidat nicht beeinflusst. In der Nebennierenrinde kommt es schon nach einer Einleitungsdosis zur Herabsetzung der Funktion mit Verringerung des Plasmakortisol- und Aldosteronspiegels.

Durch das Emulgieren der Substanz im Fett sind auch Venenreizung und Injektionsschmerz verringert. Etomidat bewirkt keine Histaminfreisetzung.

Inzwischen ist allerdings auch bekannt, dass nach der Gabe von Etomidat als Single dose die adrenale Cortisolsynthese bis zu 24 h inhibiert wird. In einer retrospektiven Studie (Mohammed et al.) konnte nachgewiesen werden, dass die Mortalität höher war, wenn auch nicht signifikant. In einer weiteren Studie zeigte sich, dass Patienten, die bei einer Sepsis Etomidat erhalten haben, eine erhöhte 28-Tage-Mortalität aufwiesen. Das lässt insgesamt vermuten, dass auch die Single-dose-Applikation von Etomidat durchaus Auswirkungen auf den postoperativen Verlauf haben kann, womit die Nutzung zur Narkoseeinleitung grundsätzlich überdacht werden muss.

Pharmakokinetik

Etwa 75 % der Substanz wird nach der Injektion an Plasmaprotein gebunden. Etomidat wird schnell in der Leber durch hydrolytische Spaltung (Molekülaufspaltung bei gleichzeitiger Wasseraufnahme) metabolisiert und als Metabolit zu ca. 75 % mit der Niere ausgeschieden.

33.3.4 Ketamin

Chemisch betrachtet, steht Ketamin den Halluzinogenen nahe. Es wird häufig als Monoanästhetikum für kleinere chirurgische Eingriffe verwendet. Selten wird es als Einleitungsmittel für die Narkose gebraucht.

Es gibt 2 Enantiomere (Stereoisomere), S- und R-Ketamine, die zuerst als racemisches Gemisch in den Handel kamen. Darunter versteht man ein Gemisch optisch aktiver Verbindungen, die selbst inaktiv sind und aus gleichen Teilen rechts- und linksdrehender Substanzen besteht. Inzwischen steht aber das S-Ketamin, welches stärker und wirksamer ist, als Reinsubstanz zur Verfügung.

Pharmakologische Wirkungen

Zentrales Nervensystem

Ketamin wirkt an einem Subtyprezeptor des Glutamatrezeptors, wo es eine nicht kompetitive Hemmung des exitatorischen Neurotransmitters Glutamat bewirkt (▶ Abb. 33.13). Es wirkt auch agonistisch am Opiatkomplexrezeptor.

Die Substanz bewirkt eine Art kataleptischen Zustand des Patienten. Es wird eine Analgesie und Amnesie hervorgerufen. Nach ca. 20–60 s verliert der Patient das Bewusstsein. Es treten bizzare, z. T. furchterregende Träume und Halluzinationen auf. Diese werden häufig bedrohlich erlebt und können in Erregung übergehen. Doppelbilder und andere Sehstörungen sind besonders häufig in der Aufwachphase.

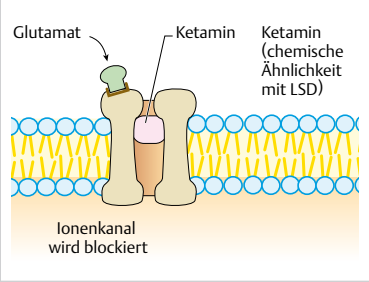


Abb. 33.13 NMDA-Rezeptorantagonismus. Ketamin blockiert den Ionenkanal. (Roewer u. Thiel 2004)

Praxistipp

Vor der Gabe von Ketamin ist es sinnvoll, Benzodiazepine zu verabreichen, um Träume und Halluzinationen zu mindern.

Kardiovaskuläres System

Die Herzfrequenz und der mittlere arterielle Druck steigen nach Injektion des Ketamins für ca. 10–20 min an. Der periphere Widerstand nimmt zu, das Herzzeitvolumen steigt leicht oder bleibt. Der Sauerstoffverbrauch nimmt um bis zu 70 % zu, weshalb Ketamin bei Patienten mit koronarer Herzerkrankung nicht eingesetzt werden soll. Die Ursachen für die kardiovaskulären Wirkungen werden in der zentralen Sympatikusaktivierung vermutet.

Respiratorisches System

Die Atemfrequenz nimmt unter Ketamin diskret zu. Es kann jedoch je nach Dosis und Ausmaß der Prämedikation zum Atemstillstand kommen. Die bronchiale Sekretion wird gesteigert. Es wirkt bronchospasmolytisch.

Andere Organsysteme

Leber- und Nierenfunktion werden durch Ketamin nicht beeinträchtigt. Der Tonus der Skelettmuskulatur wird durch zentrale Mechanismen erhöht. Eine Histaminfreisetzung wird nicht provoziert. Es kommt allerdings zu vermehrter Speichelproduktion und Sekretion der Drüsen des Tracheobronchialsystems.

Pharmakokinetik

Durch die hohe Lipidlöslichkeit dringt Ketamin schnell ins Gehirn ein. Durch Umverteilung in andere stark durchblutete Gewebe schwindet nach ca. 10 min die Wirkung des Ketamins. Abgebaut wird Ketamin in der Leber, seine Metabolite werden im Stuhl und über die Nieren ausgeschieden.

▶ **S-Ketamin.** Das S-Enantiomer des Ketamins ist stärker analgetisch und anästhetisch als das R-Ketamin. Es ist besser steuerbar und die Aufwachzeit ist kürzer. Die kardiovaskulären, zentralnervösen und endokrinen Effekte gleichen im Wesentlichen dem des Racemat. Die Leber metabolisiert das S-Ketamin schneller, sodass die Eliminationshalbwertszeit kürzer ist. Die Steuerbarkeit ist hierdurch besser.

33.3.5 Benzodiazepine

Benzodiazepine wirken sedierend, antikonvulsiv, anxiolytisch und hypnotisch. In der Anästhesie werden sie zur Sedierung, bei Regionalanästhesie zur Potenzierung der Anästhetika und als Prämedikationssubstanz eingesetzt.

Pharmakologische Wirkungen

Grundsätzlich weisen die Pharmaka die gleichen Wirkungen und Wirkungsmechanismen auf. Es gibt jedoch pharmakodynamische Unterschiede zwischen den einzelnen Substanzen. Dosierung, Wirkung und Nebenwirkungen der einzelnen Benzodiazepine sind in ▶ Tab. 33.2 zusammengefasst.

Tab. 33.2 Vergleich der Benzodiazepine.

Diazepam	Fluintrazepam	Midazolam	Flumazenil
Dosierung			
0,2–1 mg/kgKG i. v. oder 5–15 mg p. o.	0,015–0,03 mg/kgKG zur Einleitung zur Prämedikation p. o. 0,5–1 mg am Vorabend	langsam und individuell 0,1–0,3 mg/kgKG i. v.zur Prämedikation: Kinder 0,3–0,5 mg/kgKG oral oder rektal Erwachsene 7,5–15 mg p. o.	therapeutische Antagonisierung: 0,1–0,2 mg i. v., ggf. wiederholt bis 3 mg Gesamtdosis differenzialdiagnostisch: bei Koma 0,5–1 mg i. v.
Wirkeintritt			
1–2 min		30–60 s	1–2 min
Wirkdauer			
	20–30 min	15–30 min	3 mg – 45 – 90 min – damit ist sie kürzer als bei manchen Benzodiazepinen – es kann somit zur erneuten Sedierung kommen
Kontraindikationen			
• Myasthenia gravis • akute intermittierende Porphyrie • Benzodiazepinunverträglichkeit	• wie bei Diazepam • Schwangerschaft und Stillzeit (plazentagängig) • chronische schwere Hyperkapnie	• wie bei Diazepam	• Epileptiker • Schwangerschaft • Stillzeit • Kinder

Zentrales Nervensystem

Wirkort im ZNS ist eine spezifische Bindungsstelle, der Benzodiazepinrezeptor. Er ist ein Bestandteil des GABA-Rezeptors der subsynaptischen Membran. Die Wirkung von GABA auf die neuronale Übertragung wird gehemmt. Bei Rezeptorbesetzung von 20 % kommt es zur Anxiolyse, bei 30–50 % zur Sedierung, darüber zur Hypnose und zum Bewusstseinsverlust.

Alle Sedativ-Hypnotika wirken unspezifisch angstlösend. Gelegentlich tritt jedoch ein paradoxer Erregungszustand auf.

Benzodiazepine wirken minimal muskelrelaxierend. Wirkort scheint nicht die motorische Endplatte zu sein. Die Übertragung wird auf Rückenmarksebene beeinflusst.

Die antikonvulsive Wirkung der Benzodiazepine ist auf die Verhinderung der subkortikalen Ausbreitung der Krampfaktivität zurückzuführen. Die durch die Benzodiazepine hervorgerufene Amnesie kann je nach Substanz unterschiedlich lang sein.

Hirndurchblutung und Hirndruck können unter dem Einfluss der Benzodiazepine leicht vermindert werden.

Kardiovaskuläres System

Die kardiovaskulären Wirkungen der Benzodiazepine sind gering. Herzfrequenz, Kontraktilität des Myokards und mittlerer Aortendruck können geringfügig abnehmen. Der myokardiale Sauerstoffverbrauch und die Koronardurchblutung bleiben meist unverändert.

Respiratorisches System

Vorübergehend kann eine leichte Atemdepression auftreten, besonders bei geriatrischen Patienten, z. B. nach Prämedikation. Das Atemzugvolumen nimmt ab, die Atemfrequenz zu. Besonders die Kombination mit Opiaten kann bis zum Atemstillstand führen.

Andere Organsysteme

Leber- und Nierenfunktionen werden durch Benzodiazepine nicht beeinträchtigt.

Pharmakokinetik

Die Metabolisierung der Benzodiazepine erfolgt in der Leber. Dabei ist es wichtig zu wissen, dass beide Metaboliten des Diazepams (Diemethyldiazepam und Hydroxydiazepam) pharmakologisch aktiv sind. Dadurch kann nach einer Erholung erneut eine Schläfrigkeitsphase eintreten. Die Ausscheidung der Metabolite erfolgt über Nieren und Darm.

► **Diazepam.** Diazepam ist ein langwirksames Benzodiazepin zur Prämedikation oder Supplementierung von Opiaten.

► **Flunitrazepam.** Flunitrazepam unterliegt dem Betäubungsmittelgesetz (BtMVV). Es wird wie Diazepam verwendet, wirkt jedoch kürzer (Schlafdauer 20–30 min).

► **Midazolam.** Die Anwendungsgebiete entsprechen denen der anderen Benzodiazepine. Midazolam kann abhängig von der Dosis und der Injektionsgeschwindigkeit zur Atemdepression führen. Besonders ausgeprägt sind diese Effekte bei COPD-Patienten.

► **Flumazenil.** Dieses Pharmakon ist ein spezifischer Benzodiazepinantagonist mit hoher Affinität zum Benzodiazepinrezeptor, wo es die Benzodiazepine kompetitiv verdrängt. Die agonistische Wirkung ist sehr gering.

Kardiovaskuläre oder respiratorische Effekte sind nicht zu erwarten. Das Medikament wird in der Leber metabolisiert und der Hauptmetabolit über die Nieren ausgeschieden.

33.4 Opioide

Opioide gehören zu den am häufigsten in der Anästhesie und Schmerztherapie angewendeten Substanzen. Sie kommen zum Einsatz bei Supplementierung von Inhalationsanästhetika, sind die analgetische Komponente der TIVA (totale intravenöse Anästhesie) und eine häufig verwendete Substanz in der postoperativen Schmerztherapie. Grundsätzlich unterscheidet man:

- endogene Opioide (Enkephaline, Endorphine und Dynorphine)
- natürlich vorkommende Opioide (Bestandteile des Opiums – 25 Alkaloide aus dem Milchsaft der unreifen Fruchtkapsel des Schlafmohns)
- synthetische Opioide (z. B. Alfentanyl)

Die endogenen Opiode sind an der Steuerung unterschiedlicher Körperfunktionen beteiligt. Diese Opioidpeptide binden an Opioidrezeptoren, die in 3 Klassen eingeteilt werden (► Abb. 33.14):

- **μ-Rezeptoren:** Ihre Aktivierung führt zu Analgesie (besonders supraspinal-μ_1-Typ), Euphorie, Miosis, Atemdepression, Hustendämpfung und Obstipation (μ_2-Typ).
- **K-Rezeptoren:** K_1-Rezeptoren vermitteln Analgesie auf spinaler Ebene; die Wirkungen der K_2-Rezeptoren sind unbekannt; K_3-Rezeptoren sollen analgetisch auf supraspinaler Ebene wirken.
- **δ-Rezeptoren:** Sie vermitteln Analgesie auf supraspinaler und spinaler Ebene.

Alle 3 Rezeptortypen befinden sich nicht nur im ZNS, sondern auch in den peripheren Endigungen dünner oder nicht myelinisierter Hautnerven und in den Gelenken.

Die Wirkung der Opioide erfolgt durch die Anlagerung der Substanz an einen oder mehrere Rezeptortypen. Dabei kön-

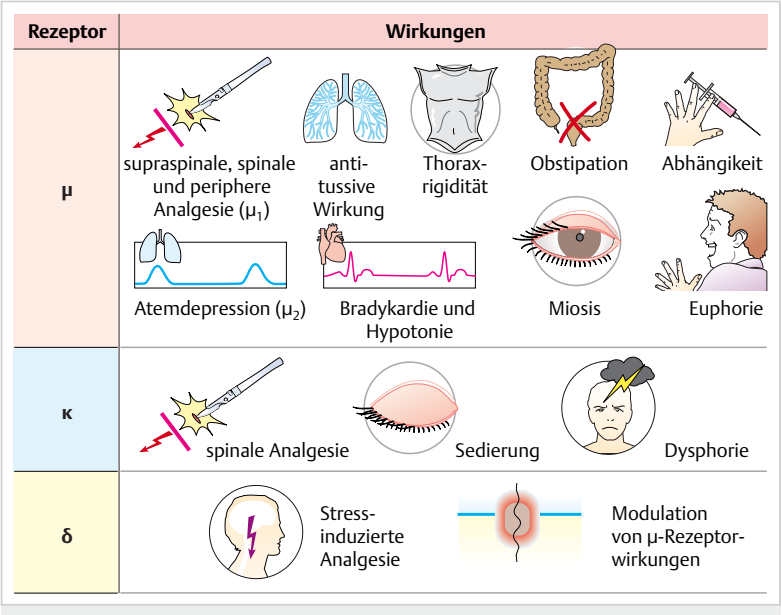


Abb. 33.14 Opioide zeigen beim jeweiligen Rezeptor eine spezifische Wirkung. (Roewer u. Thiel 2013)

Tab. 33.3 Vergleich der Opiate.

Fentanyl	Sufentanil	Alfentanil	Remifentanil	Morphin	Piritramid	Naloxon
Wirkungseintritt						
5–8 min	2–4 min	30 s	1–1,5 min	10 s nach i. v.-Gabe	i. v. nach ca. 5 min, i. m. nach 15 min	i. v. nach ca. 1–2 min
Wirkungsdauer						
20–30 min minimal	30 min minimal	15–20 min	effektive HWZ 3–10 min	ca. 90 min nach i. v.-Gabe	4–6 h	45–60 min
Dosierung						
Initialdosis (Narkoseeinleitung): 1,5–4,5 µg/kgKG Repetitionsdosis: 1–3 µg/kgKG (bei balancierter Anästhesie ca. alle 30 min)	Initialdosis (Narkoseeinleitung): 0,3–1 µg/kgKG Repetitionsdosis: 0,3–0,7 µg/kgKG alle 30–40 min	Initialdosis (Narkoseeinleitung): 15 µg/kgKG Repetitionsdosis: 7–15 µg/kgKG	s. Text	Intervall bei parenteralen Gaben: ca. 4 h s. c. 10–30 mg, i. v. 5–10 mg auch kontinuierliche Gabe z. B. via Spritzenpumpe: z. B. 100 mg auf 50 ml 1–4 mg/h es gibt keine Tageshöchstdosis für Morphin	i. m. 15–30 mg i v. 7,5–22,5 mg (0,1–0,3 mg/kgKG)	i. v. 0,1–0,4 mg postoperativ bei Opioidüberdosierung 0,2–2 mg alle 2–3 min bis max. 10 mg
Nebenwirkungen						
• Bradykardie • Übelkeit • Erbrechen • Harnverhalt • Atemdepression • Miosis	• Bradykardie • Übelkeit • Erbrechen • Harnverhalt • Atemdepression • Thoraxrigidität • Vasodilatation	• Thoraxrigidität • Bradykardie • RR-Abfall • Übelkeit • Erbrechen • Harnverhalt • Atemdepression • Miosis	• Rigidität der Skelettmuskulatur • Vasodilatation und Bradykardie • Übelkeit • Erbrechen • Harnverhalt • Atemdepression	• Somnolenz • Erregungszustände • Atemdepression • Miosis • Bradykardie • Übelkeit • Erbrechen • Tonuserhöhung der glatten Muskulatur (Sphinkter odi, spastische Obstipation, Harnverhalt)	• Atemdepression • Obstipation • Harnverhalt • Bronchospasmus • Bradykardie (gering)	• Schwindel • Erbrechen • Tachykardie • Hypertonus • evtl. sogar Lungenödem bei opiatabhängigem Entzugssyndrom
Kontraindikationen						
• Schwangerschaft und Stillzeit, da plazentagängig	• Schwangerschaft und Stillzeit, da plazentagängig • akute hepatisch Porphyrie	• Schwangerschaft und Stillzeit, da plazentagängig	• Schwangerschaft und Stillzeit, da plazentagängig	• akute hepatische Porphyrie • Schwangerschaft und Stillzeit • Gallenkolliken	• akute hepatische Porphyrie • Schwangerschaft und Stillzeit	

nen sie als Agonisten (z. B. Fentanyl, Remifentanil, Morphin), partielle Agonisten mit geringer intrinsischer Wirkung (Buprenorphin) oder Antagonisten ohne intrinsische Wirkung (Naloxon) fungieren. Es gibt allerdings auch Substanzen, die gemischte Agonisten-Antagonisten sind (z. B. Pentazozin: Antagonist am κ-Rezeptor und partieller Agonist am µ-Rezeptor).

33.4.1 Pharmakologische Eigenschaften

Die in der Anästhesie verwendeten Substanzen haben eine hohe Affinität zu den µ-Rezeptoren des ZNS. Die Wirkung der Substanzen ist von ihrer Konzentration am Rezeptor abhängig. Es besteht allerdings eine große inter- und sogar intraindividuelle Variabilität, was die notwendige Plasmakonzentration der Substanz betrifft, um die Analgesie auf die chirurgischen Reize hervorzurufen. Im Verlaufe einer Operation muss somit der erforderliche Plasmaspiegel und die Substanzdosis immer wieder den operativen Bedingungen neu angepasst werden.

Dosierung, Wirkung und Nebenwirkungen der einzelnen Opiate sind in ▶ Tab. 33.3 zusammengefasst.

Zentrales Nervensystem

Die Wirkung der Opioide ist dosisabhängig.

► **Analgesie.** Mit einer entsprechenden Dosis ist praktisch jeglicher Schmerz vollständig ausgeschaltet. Auch die affektive Reaktion auf Schmerzen wird moduliert. Die Toleranz gegenüber Schmerzen wird größer. Die Wirkorte der analgetischen Komponente der Opioide liegen sowohl spinal als auch supraspinal. Die gleichzeitige spinale und supraspinale Applikation der Opioide führt zu einem synergistischen Effekt. Eine ausgeprägte Analgesie ist schon mit niedrigeren Dosen möglich.

► **Sedierung.** Der genaue Ort der Schlaf und Euphorie auslösenden Wirkung der Opioide ist noch nicht genau bekannt. Wichtig ist jedoch, dass viele Patienten unter Opioidwirkung trotzdem erweckbar bleiben. Während der Narkose muss man also zusätzliche Sedativ-Hypnotika verabreichen.

► **Atemdepression.** Bereits in analgetischen Dosen führen Opioide zur Atemdepression. Die Reaktion auf die ansteigenden CO_2-Werte in der Medulla oblongata sowie die Reaktion auf den Abfall des arteriellen pO_2 wird herabgesetzt. Die Atemfrequenz nimmt ab, das Atemzugvolumen wird größer. Dosisabhängig folgt der Bradypnoe dann die Apnoe. Auch der Hustenreflex und der Seufzer werden gedämpft. Das Risiko einer Bronchialobstruktion, von Atelektasen und Aspiration durch den herabgesetzten Hustenmechanismus steigt.

► **Muskelrigidität.** Nach Injektion der Opioide kann es nach 60–90 s zur Erhöhung des Muskeltonus kommen. Besonders die Muskulatur von Thorax, Abdomen und Kehlkopf sind betroffen. Bei maximaler Muskelrigidität kann es bis zur Apnoe kommen und eine Beatmung notwendig machen. Manchmal ist sogar eine Maskenbeatmung unmöglich, sodass eine Relaxierung und Intubation notwendig sein kann. Der Mechanismus der opiatinduzierten Muskelrigidität ist noch nicht bekannt. Da er aber mit Naloxon antagonisierbar ist, scheint er zentral bedingt zu sein. Durch Opioide können abnorme Muskelbewegungen hervorgerufen werden, die den tonisch-klonischen Krämpfen ähneln können. Auch exzitatorische Phänomene (z. B. Nystagmus, Beugung der einzelnen Extremitäten) werden beobachtet. Es wurden sogar bei einzelnen Patienten im EEG fokale exzitatorische Aktivitäten gefunden. Diese verschwinden nach einigen Minuten oder nach Injektion eines Benzodiazepins. Durch Stimulation des autonomen Anteils vom Kern des N. oculomotorius kommt es zur Pupillenkonstriktion (Miosis).

► **Übelkeit und Erbrechen.** Diese typischen Nebenwirkungen der Opioide entstehen durch Stimulation der Chemorezeptoren in der Triggerzone der Area postrema der Medulla oblongata. Auch eine vestibuläre Stimulation scheint eine gewisse Rolle zu spielen.

► **Gewöhnung.** Eine längere kontinuierliche Gabe von Opioiden führt zur Gewöhnung. Die Wirkdauer wird verkürzt. Die analgesierende, euphorisierende, sedierende und atemdepressorische Wirkung wird vermindert. Nach Absetzen der Opioide für einen längeren Zeitraum wird sie wieder beseitigt. Die ständige Zufuhr von Opiaten führt zur Abhängigkeit und auch zur Sucht. Ein rechtzeitiges Absetzen ist deshalb notwendig.

Merke

Ein plötzliches Absetzen nach längerer Einnahmephase kann zu einem Entzugssyndrom führen, weshalb ausschleichend vorgegangen werden sollte.

Kardiovaskuläres System

Im Allgemeinen sind die kardiovaskulären Wirkungen der Opioide minimal.

► **Blutdrucksenkung.** Durch die Dämpfung der Vasomotorenzentren in der Medulla oblongata kommt es zur arteriolären Vasodilatation und damit zur Blutdrucksenkung. Es kann auch durch höhere Dosen zur starken Abnahme des venösen Rückstroms kommen. Auch die opiatinduzierte Histaminfreisetzung kann den Blutdruckabfall verstärken. Die chirurgischen Reize wirken dem Blutdruckabfall entgegen.

► **Bradykardie.** Nach Zufuhr v. a. von Alfentanil und Remifentanil kann es zu einer ausgeprägten Bradykardie kommen. Diese Wirkung entsteht durch Aktivierung von kardioinhibitorischer vagaler und Hemmung sympathischer Efferenzen. Durch Atropingabe kann diese Wirkung aufgehoben werden.

► **Myokardfunktion.** Diese wird kaum beeinträchtigt. Der myokardiale Sauerstoffverbrauch und die Koronardurchblutung werden geringfügig gemindert. Die Opioide sind deshalb für koronarkranke Patienten besonders geeignet.

Andere Organsysteme

► **Magen-Darm-Trakt.** Säureproduktion und Motilität des Magens werden vermindert. Der Tonus des Antrums steigt, womit die Magen-Darm-Passage verlängert wird. Gallen- und Pankreassaftsekretion werden verzögert, gleichzeitig nimmt die Peristaltik des Dünn- und Dickdarms ab. Es kommt zur Tonuserhöhung des Darmes und des analen Sphinkters. Die Opioide begünstigen hiermit eine Obstipation. Durch die Tonuserhöhung des Sphinkter Odi wird die Gallenentleerung verzögert.

► **Harnwegstrakt.** Die Ureterkontraktion wird durch Opioide gesteigert. Der Tonus des M. detrusors wird ebenfalls gesteigert, sodass sich ein Harndrang einstellt. Da auch der Tonus des Harnblasensphinkters zunimmt, kann es zum Harnverhalt kommen, der eine Katheterisierung nötig macht. Auf der anderen Seite sollen Opioide antidiuretisch wirken, vermutlich durch eine erhöhte Freisetzung von ADH.

► **Haut und Lunge.** Opioide können aus Basophilen und Mastzellen in der Haut und Lunge Histamin freisetzen, wodurch es zur Vasodilatation (gerötete Haut) und zu Blutdruckabfall kommen kann. Durch H1- und H2-Blocker kann man diese Reaktion verhindern. Der vom Entstehungsmechanismus noch ungeklärte Juckreiz ist eine typische Nebenwirkung, der nach Stunden auftreten kann und durch Gabe von Naloxon reduzierbar ist. Allergische Reaktionen auf Opioide sind sehr selten. Gelegentlich treten lokale Reaktionen auf Konservierungsmittel, die den Substanzen beigegeben werden, auf.

33.4.2 Einzelne Substanzen

Fentanyl

Fentanyl ist ein μ-Agonist mit 50- bis 100-fach stärkerer analgetischer Wirkung als Morphin. Durch die starke Lipophilie dringt es sehr rasch durch die Blut-Hirn-Schranke. In kurzer Zeit verteilt es sich in den Körpergeweben, sodass der Plasmaspiegel sinkt. Dadurch strömt es wieder aus dem Gehirn ab, woraus eine relativ kurze Wirkungsdauer resultiert. Es wird anschließend zu 90 % in der Leber zu inaktiven Metaboliten umgewandelt.

Die Wirkung von 0,1–0,2 mg Fentanyl klingt meist nach weniger als 1 h ab. Wird jedoch höher dosiert oder kommt es zu Repetitionsdosen, ist die Umverteilung nicht ausreichend, um die Wirkung in kurzer Zeit zu beenden. Fentanyl wird dann zum langwirksamen Opiat.

Fentanyl kann parenteral, intranasal, transmukosal (oral) und transdermal appliziert werden.

Sufentanil

Sufentanil ist derzeit das stärkste in der Klinik eingesetzte Opioid. Es ist ca. 7–10-fach stärker als Fentanyl. Durch eine noch stärkere Lipophilie als bei Fentanyl werden kleinere Dosen rasch ins periphere Gewebe umverteilt. Die Wirkung wird dadurch beendet, weil der Ionisationsgrad (S. 626) höher ist, das Verteilungsvolumen kleiner und die Eliminationshalbwertszeit kürzer. Nur ein geringer Anteil wird unverändert über die Nieren ausgeschieden. Der Großteil wird in der Leber metabolisiert.

Das Aufwachen nach Gabe von Sufentanil ist zügiger, die hämodynamische Stabilität ist größer als bei Fentanyl. Sufentanil hat eine sehr große therapeutische Breite. Es wirkt neben seiner analgetischen Potenz ebenfalls ausgeprägt sedierend. Deshalb wird es häufig zur Sedierung beatmeter Patienten auf der Intensivstation verwendet. Sufentanil ist parenteral und epidural verabreichbar. Da es für die epi-

durale Applikation zugelassen ist, wird es häufig in der Geburtshilfe und zur perioperativen Schmerztherapie via Peridualkatheter angewendet.

Alfentanil

Die Wirkstärke dieses Fentanyl-Derivats liegt ca. bei ¼ von Fentanyl. Es ist weniger lipophil und hat somit ein kleineres Verteilungsvolumen, da es sich weniger an Fettgewebe und Muskel bindet. Durch schnellere Umverteilung ist die Wirkdauer verkürzt. Ein geringer Teil des Alfentanils wird unverändert durch die Nieren ausgeschieden, der größere Anteil schnell in der Leber metabolisiert.

Wie bei Fentanyl kann es zu ausgeprägten Bradykardien kommen, besonders in Verbindung mit Propofol. Die postoperative Atemdepression ist bei Alfentanil kürzer als nach Fentanyl, wobei allerdings die Narkosedauer von Bedeutung ist. Die Thoraxrigidität ist ausgeprägter.

Remifentanil

Remifentanil ist ein Opioid wie Fentanyl, Alfentanil und Sufentanil mit rein agonistischer Wirkung am μ-Rezeptor und geringer Bindung an δ- und κ-Rezeptoren. Die Besonderheit seines Moleküls liegt darin, dass es durch unspezifische Esterasen im Blut zu inaktiven Metaboliten gespalten werden kann. Etwa 70 % werden an Plasmaproteine gebunden. Für die Wirkung sind die nicht gebundenen Anteile entscheidend. Die Lipophilie ist ebenfalls geringer als bei Fentanyl und Sufentanil. Der Abbau von Remifentanil erfolgt kontinuierlich im Blut und Gewebe durch unspezifische Esterasen.

Die Elimination von Remifentanil ist im Gegensatz zu Sufentanil und Fentanyl unabhängig von der Infusionsdauer. Auch nach sehr langer Infusionsdauer werden die μ-Rezeptoren so schnell frei wie nach einer kurzen Infusionsdauer. Diese ultrakurze kontexsensitive Halbwertszeit ist für die sehr gute Steuerbarkeit des Wirkungendes des Remifentanil verantwortlich (▶ Abb. 33.14).

Merke

Inzwischen macht man sich diese Tatsache auch bei der Sedierung der beatmeten Patienten auf der Intensivstation zunutze. In neuen Sedierungskonzepten gewinnen Remifentanil und Propofol eine entscheidende Bedeutung.

Remifentanil führt nicht zu einer klinisch relevanten Kumulation. Da im Alter jedoch das Verteilungsvolumen und die Clearance abnehmen, sollte man bei älteren Patienten die Dosis reduzieren. Das Geschlecht hingegen spielt bei der Pharmakokinetik und bei der Pharmakodynamik keine Rolle. Bei einem über 30 % zum Idealgewicht übergewichtigen Patienten besteht eine geringere Clearance und ein geringeres Verteilungsvolumen. Man sollte also das Remifentanil nach dem Idealgewicht dosieren, damit sich die Wirkung nicht verlängert.

Die Funktionsstörung der Leber ist für die Wirkdauer nicht von Bedeutung, da das Remifentanil unabhängig von der Leber von unspezifischen Esterasen inaktiviert wird. Sind die Nieren geschädigt, kann es zur Verlängerung der Ausscheidung der Metaboliten kommen. Für die Wirkdauer ist dies jedoch nicht von Bedeutung.

Pharmakodynamik von Remifentanil

▶ **Analgesie und Sedierung.** Remifentanil ist ein selektiver μ-Rezeptoragonist. Seine analgetische Potenz entspricht in etwa der des Fentanyls. Um den Hautschnitt zu tolerieren, ist eine Dosierung von durchschnittlich 0,5 μg/kgKG/min erforderlich. Das Ausschalten des Bewusstseins ist auch in hohen Dosen nicht sicher gewährleistet, sodass es mit einem i. v.-Anästhetikum oder Inhalationsanästhetikum kombiniert werden muss.

▶ **Atemdepression.** Dosisabhängig führt Remifentanil zur Atemdepression bis hin zu Apnoe. Wird die kontinuierliche Remifentanilinfusion ausgestellt, kommt es durchschnittlich nach 5–15 min unter Eigenatmung zur Normalisierung der Blutgase. Das Risiko der postoperativen Apnoe ist hiermit im Gegensatz zu den anderen Opiaten minimal. Remifentanil ist ebenfalls durch Naloxon antagonisierbar. Die Halbwertszeit des Naloxon ist hierbei länger als von Remifentanil.

▶ **Muskelrigidität.** Durch Remifentanil kann eine Muskelrigidität bis hin zur Muskelsteife hervorgerufen werden. Die Thoraxrigidität kann sogar dazu führen, dass eine Maskenbeatmung unmöglich wird. Dosisreduktion, Verzicht auf Bolusinjektion und langsame Injektion vermindern die Muskelrigidität.

▶ **Bradykardie und Blutdrucksenkung.** Remifentanil verursacht wie die anderen μ-Rezeptoragonisten eine Bradykardie und Blutdrucksenkung. Bei älteren Patienten ist sie ausgeprägter und kann bis zur Asystolie führen. Dosisreduktion, Verzicht auf Bolusinjektion und langsame Injektion vermindern diese kardiovaskulären Effekte. Atropin als Vorinjektion kann die Bradykardie vermindern.

Narkose mit Remifentanil

▶ **Narkoseeinleitung.** Diese erfolgt als kontinuierliche Infusion mit 0,1–0,5 μg/kgKG/min. Sobald der Patient eine Änderung des Befindens angibt (z. B. Schwindel), werden ein Hypnotikum und ein Relaxans injiziert und die Intubation durchgeführt.

▶ **Narkoseunterhaltung.** Remifentanil wird in Abhängigkeit vom Alter und Stärke der chirurgischen Stimuli als kontinuierliche Infusion 0,1–0,5 μg/kgKG/min verabreicht. Zusätzlich sollte man ein Hypnotikum (z. B. Propofol) als kontinuierliche Infusion oder ein Inhalationsanästhetikum (z. B. Isofluran 0,4–0,6 Vol% oder Desfluran 3 Vol%) verabreichen.

▶ **Narkoseausleitung.** Am oder wenige Minuten vor dem Operationsende wird sowohl das Remifentanil als auch z. B. das Inhalationsanästhetikum ausgestellt. Der Patient wacht zügig auf. Muskelzittern, Übelkeit und Erbrechen können, wie nach anderen Opiaten, postoperativ auftreten. Durch die rasche Beendigung der Remifentanilwirkung tritt auch der postoperative Schmerz auf. Dieser sollte frühzeitig, am besten schon direkt vor der Extubation, behandelt werden.

Morphin

Morphin ist indiziert zur Schmerztherapie, sowie bei Lungenstauung bei akuter Linksherzinsuffizienz.

Piritramid

Piritramid ist ein sehr häufig eingesetztes postoperatives Analgetikum mit wenig euphorisierender Wirkung. Die Wirkstärke entspricht etwa dem 0,7-Fachen des Morphins.

Naloxon

Naloxon ist ein reiner Opioidantagonist ohne agonistische Wirkung. Es verdrängt kompetitiv an allen Opioid-Rezeptoren, hat aber die höchste Affinität zum μ-Rezeptor. Durch rasche Umverteilung fällt die Konzentration im Gehirn und Plasma schnell ab. Es wird schließlich in der Leber metabolisiert. Die Wirkdauer beträgt nicht mehr als 45–60 min. Dadurch kann es bei vorheriger Zufuhr hoher Dosen an Opiaten zur rezidivierenden Atemdepression kommen.

Merke

Naloxon ist indiziert bei opioidinduzierter Atemdepression.

33.5 Inhalationsanästhetika

33.5.1 Halothan

Halothan wurde 1965 in die klinische Praxis eingeführt. Heute ist Halothan in der Anwendung wegen der hohen Nebenwirkungen durch neuere Inhalationsanästhetika weitgehend verdrängt und wird nur aus historischen Gründen genannt.

33.5.2 Enfluran

Auch Enfluran wird in der Klinik nicht mehr eingesetzt und daher hier nicht weiter erläutert.

33.5.3 Isofluran

Isofluran ist klar, farblos, nicht brennbar und von ätherartigem Geruch.

Pharmakologische Eigenschaften

Zentrales Nervensystem

Krampfaktivitäten werden unter Isofluran nicht beobachtet.

Uterus und Muskulatur werden dosisabhängig relaxiert.

Kardiovaskuläres System

Die Herzfrequenz nimmt bei gesunden Patienten nicht wesentlich ab. Bei älteren Patienten kann sie sowohl ansteigen als auch abnehmen. Der mittlere arterielle Druck nimmt wegen der Abnahme des peripheren Widerstandes dosisabhängig ab. Die inotrope Wirkung des Isoflurans soll weniger ausgeprägt sein und ist im Wesentlichen nicht verantwortlich für die Blutdruckabnahme.

Das Herzzeitvolumen nimmt bei Gesunden nicht ab und bei älteren Patienten ist das Abfallen des HZV nicht sehr ausgeprägt. Bei Patienten mit koronarer Herzerkrankung wird unter Isofluran-Lachgas-Narkose die Abnahme des myokardialen Sauerstoffverbrauchs und der Koronardurchblutung beobachtet.

Isofluran scheint eine stärkere koronardilatierende Wirkung zu haben. Es gibt jedoch auch Untersuchungen, die ein „Coronary Steal Syndrom“ unter Isofluran beschreiben (Larsen 2002).

Hierbei kann es durch Umverteilung des koronaren Blutflusses zu regionalen Myokardischämien kommen. Nach heutigem Kenntnisstand hat dieses Phänomen keine klinisch relevante Bedeutung. Trotzdem sollte man bei schwer koronarkranken Patienten das Isofluran nur vorsichtig einsetzen.

Merke

Isofluran wirkt sehr unterschiedlich auf das kardiovaskuläre System bei gesunden und bei älteren koronarkranken Patienten.

Respiratorisches System

Isofluran hat einerseits eine bronchodilatatorische Wirkung, jedoch wird auch das Auslösen von Bronchospasmen bei Asthmatikern beschrieben, wenn bei der Narkoseeinleitung Husten auftritt.

Andere Organsysteme

Nierendurchblutung, glomeruläre Filtrationsrate und Urinausscheidung nehmen vorübergehend ab. Eine leberschädigende Wirkung wird nicht beschrieben.

Pharmakokinetik

Da nur 0,2 % des Isofluran metabolisiert werden, stellen Lebererkrankungen keine Kontraindikation für den Isofluraneinsatz dar.

Der MAC (S. 624)-Wert beträgt bei 100 % O_2 1,3 Vol%, bei 70 % Lachgas 0,5 Vol%.

33.5.4 Desfluran

Desfluran ist das Inhalationsanästhetikum mit dem niedrigsten Siedepunkt. Deshalb werden spezielle Vaporen benötigt. Der Geruch von Desfluran ist stechend und unangenehm.

Pharmakologische Eigenschaften

Zentrales Nervensystem

Desfluran relaxiert dosisabhängig die Skelettmuskulatur und den Uterus. Die Hirngefäße werden dosisabhängig dilatiert. Die Hirndurchblutung nimmt zu, der zerebrale Sauerstoffverbrauch nimmt ab. Durch die Zunahme der Hirndurchblutung kann der intrakranielle Druck ansteigen. Krampfaktivitäten werden im EEG unter Desfluran nicht beobachtet.

Kardiovaskuläres System

Die kardiovaskulären Effekte sind denen des Isofluran vergleichbar. Die Herzfrequenz steigt jedoch dosisabhängig an. Der arterielle Blutdruck fällt aufgrund der Vasodilatation. Die Myokardkontraktilität nimmt dosisabhängig ab. Ergebnisse zur Koronardurchblutung bei Menschen liegen derzeit noch nicht vor.

Bei koronarkranken Patienten können nach Desfluraneinleitung Myokardischämie, Tachykardie und ein Anstieg des pulmonalarteriellen Drucks beobachtet werden. Deshalb sollte es nicht als Monoanästhetikum bei dieser Patientengruppe eingesetzt werden, sondern eher als Supplement.

Respiratorisches System

Auch die respiratorischen Wirkungen des Desflurans sind denen des Isoflurans ähnlich. Ab einer Volumenkonzentration von 6 % kann es zur Reizung oder Stimulation der oberen Atemwege mit den Symptomen Husten, Laryngospasmus und gesteigerter Salivation kommen.

Andere Organsysteme

Im Tierexperiment werden bisher keine lebertoxischen Wirkungen des Desflurans beschrieben (Larsen 2002). Die Gesamtdurchblutung der Leber soll jedoch im Gegensatz zum Isofluran abnehmen. Im Gegensatz dazu wird die Nierendurchblutung nicht vermindert. Auch die Serumfluoridkonzentration ändert sich nur minimal, sodass eine Nierenschädigung nicht zu erwarten ist.

Pharmakokinetik

Desfluran hat den kleinsten Blut/Gas- und Gewebe/Blut-Verteilungskoeffzienten. Dadurch ergibt sich ein schneller Anstieg der Desflurankonzentration in Alveolen, Blut, Gewebe und Gehirn. Narkoseeinleitung, Verflachung und Vertiefung sowie Ausleitung verlaufen deshalb besonders schnell. Auch die Metabolisierungsrate ist extrem niedrig (0,02 %). Das Desfluran ist aber das wirkschwächste volatile Anästhetikum. Sein Einsatz erfordert wesentlich höhere Konzentrationen.

Die MAC beträgt bei 100 % O_2 6–9 Vol%, bei 70 % Lachgas 2,5–3,5 Vol%.

Die großen Vorteile von Desfluran sind die schnelle An- und Abflutung, v. a. nutzbar in der Low- und Minimal-Flow-Anästhesie sowie die damit verbundene gute Steuerbarkeit (schnelle Narkosevertiefung und -abflachung). Bei Low-Flow-Anästhesie kann die Verdampfereinstellung gleich der High-Flow-Anästhesie belassen werden. Bei Minimal-Flow sollte die Verdampferkonzentration um 1–2 Vol% erhöht werden. Der hohe Dampfdruck von Desfluran erfordert jedoch eine spezielle Verdampfertechnologie.

33.5.5 Sevoflurane

Sevoflurane ist eine farblose, nicht brennbare Flüssigkeit von mildem ätherartigem Geruch. Es ist anästhetisch schwächer als Isofluran, aber stärker als Desfluran.

Pharmakologische Eigenschaften

Zentrales Nervensystem

Wie auch die anderen volatilen Anästhetika relaxiert Sevoflurane die Skelettmuskulatur. Eine maligne Hyperthermie (S. 726) kann ebenfalls ausgelöst werden. Die zerebrale Durchblutung wird gesenkt und die Hirngefäße dilatieren. Dadurch kann es bei Patienten mit erhöhtem Hirndruck zum weiteren Anstieg des Hirndrucks kommen.

Kardiovaskuläres System

Die kardiovaskulären Wirkungen ähneln denen des Iso- und des Desflurans. Die Herzfrequenz steigt meist nur geringfügig. Das Myokard wird gegenüber exogenen Katecholaminen nicht sensibilisiert. Arterieller Blutdruck und peripherer Gefäßwiderstand werden dosisabhängig (jedoch weniger als bei Isofluran) gesenkt.

Myokardkontraktilität und Herzzeitvolumen werden ebenfalls dosisabhängig erniedrigt. Es kommt zur Koronardilatation, aber auch zur Minderung der Koronardurchblutung. Die koronardilatierende Wirkung ist geringer ausgeprägt als bei Isofluran. Sevoflurane bewirkt im Gegensatz zum Desfluran keine sympathoadrenerge Reaktion (Blutdruckanstieg, Tachykardie) bei der Einleitung der Narkose.

Respiratorisches System

Sevoflurane wirkt wie die anderen Inhalationsanästhetika atemdepressiv. Es relaxiert kontrahierte Bronchialmuskulatur und hat keine bronchial reizende Wirkung wie Desfluran. Es eignet sich deshalb gut zur Narkoseeinleitung per Inhalation (besonders bei Kindern).

Andere Organsysteme

Leberfunktion und -durchblutung (bei MAC bis 1 Vol%) nehmen nur unwesentlich ab. Die Nierendurchblutung wird durch Sevoflurane nicht beeinträchtigt.

Pharmakokinetik

Die Vorteile des Gases liegen in der guten Steuerbarkeit sowie in An- und Abflutung. Es eignet sich auch gut zur Inhalationseinleitung. Die Aufwach- und Extubationszeit ist länger als bei Desfluran.

Der Blut/Gas-Verteilungskoeffizient ist nach Desfluran der zweitniedrigste. Es kommt zum schnellen Anstieg in Alveolen, Blut und Gehirn. Die Narkoseeinleitung und -ausleitung, sowie die Steuerung der Narkosetiefe verlaufen entsprechend schnell. Der Dampfdruck ist niedriger als von Isofluran. Somit werden keine speziellen Verdampfer erforderlich.

Sevoflurane wird zu 3–5 % in der Leber metabolisiert. Als Abbauprodukt entsteht u. a. anorganisches Fluorid, das nephrotoxisch wirken kann. Im Atemkalk ist Sevoflurane nicht stabil und reagiert mit Kalk unter Bildung verschiedener Abbauprodukte. Es wird Compound-A gebildet (u. a. abhängig von Frischgasflow, dem Wassergehalt des Atemkalks und der Temperatur des Kalks).

Es liegen Ergebnisse vor, in denen Veränderungen der Nierentubuli unter Compound-A bei Ratten beschrieben werden (Larsen 2002). Die klinische Bedeutung beim Menschen ist jedoch noch nicht endgültig geklärt. Bisher konnten keine Veränderungen der Nierenfunktion beim Menschen nachgewiesen werden. Low- und Minimal-Flow-Anästhesie führen zum Anstieg von Compound-A. In einigen Ländern wird deshalb ein Mindestfrischgasfluss von 2 l/min gefordert.

Die MAC 50 in 100 % Sauerstoff beträgt 1,71 Vol%, bei 70 % Lachgaszumischung 0,66 Vol%. Für Kinder unter 1 Jahr beträgt die MAC 50 3,3–2,6 und zwischen 1 und 10 Jahren 2,5 Vol%.

33.5.6 Lachgas

Lachgas ist ein farb-, geruch- und geschmackloses Gas, das mit einem Druck von 51 atm als farblose Flüssigkeit im Gleichgewicht mit der Gasphase vorliegt.

Es wird zur Supplementierung in der Allgemeinanästhesie eingesetzt. Die Wirkung der anderen Anästhetika wird verstärkt, d. h. der sog. Second-Gas-Effect (S. 623) tritt ein. Die meisten Anästhesiekliniken setzen Lachgas nicht mehr ein.

Merke

Inzwischen verzichten viele Kliniken auf die Anwendung von Lachgas.

Pharmakologische Eigenschaften

Lachgas kann negativ inotrop wirken und die Sympatikuszentren im ZNS stimulieren. Seine alleinige Wirkung auf die Atmung ist sehr gering, es kommt kaum zu einer Atemdepression.

Lachgas beeinflusst die Funktion von Nieren, Leber und Darm nicht. Eine muskelrelaxierende Wirkung ist auch nicht nachweisbar.

Pharmakokinetik

Lachgas ist sehr schlecht blutlöslich, sodass der Transport in das Blutplasma ausschließlich in physikalischer Lösung erfolgt. Bedingt durch die schlechte Löslichkeit steigt der Partialdruck in Geweben und Gehirn schnell an, was zum frühen Wirkungseintritt führt. Entsprechend schnell tritt auch das Gas wieder aus. Die Elimination erfolgt nur durch Abatmung.

Lachgas ist ein schwaches Analgetikum. Durch alleinigen Einsatz kann keine Analgesie erzielt werden (extreme hohe Konzentrationen wären hierzu nötig – Hypoxiegefahr!). In der balancierten Anästhesie supplementiert es die Wirkung der anderen Inhalationsanästhetika und reduziert deren MAC.

Eine Besonderheit des Lachgases ist, dass es in luftgefüllte Räume des Körpers diffundieren kann. Im Vergleich zum in der Luft befindlichen Stickstoff hat es einen höheren Blut/Gas-Verteilungskoeffizienten. Dadurch kann eine entsprechend größere Menge im Blut gelöst, dann auch aus dem Blut in den gasgefüllten Raum transportiert werden.

Klinische Bedeutung hat dies v. a. bei Pneumothorax, Pneumozephalus, luftgefüllten Darmschlingen, luftgefüllter Tubusmanschette und Mittelohr, da es hier u. U. zu einer erheblichen Volumenzunahme durch Diffusion des Lachgases in diese Räume kommen kann. Eine Metabolisierung von Lachgas wurde bisher nicht nachgewiesen. Es wird schnell über die Lunge abgeatmet. Nur ein kleiner Teil diffundiert über Haut und Interstitium.

33.6 Muskelrelaxanzien

Definition

Muskelrelaxanzien sind Substanzen, die eine reversible, schlaffe Lähmung der Skelettmuskulatur hervorrufen (▶ Abb. 33.15).

Muskelrelaxanzien werden vorwiegend in der kombinierten Anästhesie angewendet, um die endotracheale Intubation zu erleichtern und den Anästhetikaverbrauch zu reduzieren. Bei manchen Operationen ist eine Muskelerschlaffung notwendig, um die Operationsbedingungen zu verbessern (z. B. Abdominalchirurgie).

33.6.1 Physiologie der neuromuskulären Übertragung

▶ **Neuromuskuläre Endplatte.** Der Wirkort der Muskelrelaxanzien ist die neuromuskuläre Endplatte. Hier wird die Erregung von motorischen Nerven auf die Muskelfaser übertragen. Das motorische Axon verzweigt sich in der Nähe der Ske-

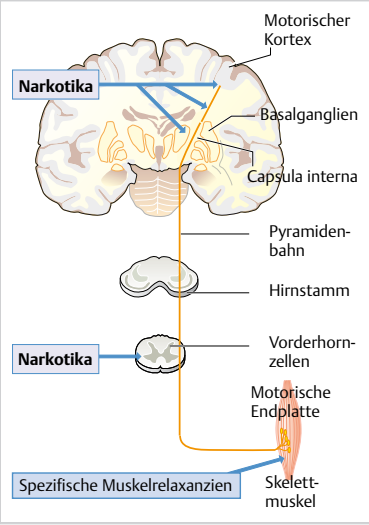


Abb. 33.15 Muskelrelaxation. Wirkort der Muskelrelaxanzien. (Roewer u. Thiel 2013)

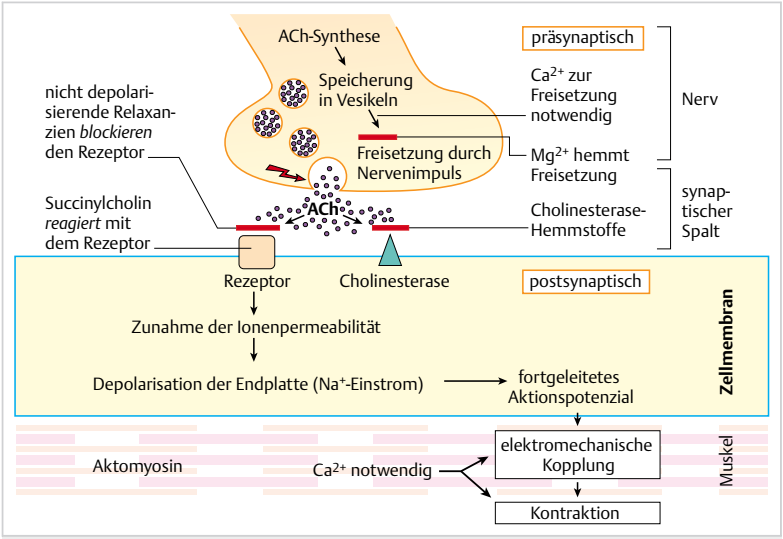


Abb. 33.17 Neuromuskuläre Übertragung. Durch die Blockierung der Rezeptoren wird die Anlagerung von Acetylcholin unterbunden. (Roewer u. Thiel 2004)

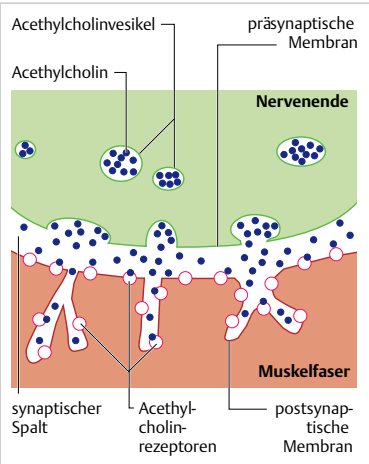


Abb. 33.16 Motorische Endplatte mit synaptischem Spalt.

lettmuskelfasern in zahlreiche Endfüßchen. Diese Endfüßchen berühren die Muskelzelle nicht, sodass zwischen der Nervenmembran und der Muskelzellmembran ein Spalt existiert (synaptischer Spalt).

► **Erregungsübertragung.** Mit Hilfe des Neurotransmitters Acetylcholin wird die Erregung über diesen Spalt von der Nervenzelle auf die Muskelzelle übertragen. In den Nervenzellendigungen befinden sich Vesikel, in denen Acetylcholin gespeichert wird. Beim Eintreffen eines Nervenaktionspotenzials kommt es zu einem schnellen Ca^{2+}-Einstrom an der präsynaptischen Membran (► Abb. 33.16).

► **Muskelaktionspotenzial.** Der Ca^{2+}-Einstrom bewirkt die Freisetzung von Acetylcholin aus den Vesikeln in den synaptischen Spalt. Die postsynaptische Membran (Muskelzelle) enthält Proteine, die Ionenkanäle bilden. Bindet sich Acetylcholin an spezifische Rezeptoren (cholinerge Rezeptoren), kommt es zu einer Formveränderung des Makromoleküls. Die Ionenwand erweitert sich und wird für K^+ und Na^+ durchgängig. Öffnen sich 5–20 % der Kanäle, so kommt es durch die K^+- und Na^+-Verschiebung, nach Erreichen eines schnellen Potenzials, zu einem Muskelaktionspotenzial. Acetylcholin diffundiert vom Rezeptor weg und wird ausschließlich von Acetylcholinesterase metabolisiert.

► **Muskelkontraktion.** Das Muskelaktionspotenzial bewirkt die Freisetzung von Ca^{2+} aus dem sarkoplasmatischen Retikulum in das Sarkoplasma. Ca^{2+} diffundiert zu den Myofilamenten (fädige Gebilde), wo es an Troponin (Regulatorprotein) gebunden wird. Dadurch wird der Kontraktionsmechanismus an den Tropomyosin-Aktinfilamenten-Mechanismus der Muskelzelle ausgelöst.

Wirkmechanismen

Die Muskelrelaxanzien besetzen die cholinergen Rezeptoren an der postsynaptischen Membran, wo sich Acetylcholin vorerst nicht anlagern kann. Damit es zur Lähmung der Muskulatur kommt, müssen mindestens 70–80 % der Rezeptoren durch das Relaxans besetzt sein (► Abb. 33.17).

Definition

Folgende Definitionen werden unterschieden:

- **ED 95:** Dosis eines Muskelrelaxans, die zu einer 95 %igen neuromuskulären Blockade führt.
- **Intubationsdosis:** Dosis, die für eine Intubation benötigt wird.
- **Anschlagzeit:** Zeit vom Injektionsbeginn bis zur max. neuromuskulären Blockade.
- **DUR 25:** Klinische Wirkdauer, d. h. Zeit zwischen Injektion und Erholung der neuromuskulären Blockade auf 25 % des Ausgangswerts, in deren Verlauf chirurgische Maßnahmen durchgeführt werden können.
- **DUR 95:** Gesamtwirkdauer, d. h. Zeit zwischen Injektion und Erholung der neuromuskulären Blockade auf 95 % des Ausgangswertes, danach kann der Patient meistens extubiert werden.

Grundsätzlich kann man 2 Relaxansgruppen unterscheiden:

- nicht depolarisierende Muskelrelaxanzien
- depolarisierende Muskelrelaxanzien

► **Nicht depolarisierende Muskelrelaxanzien.** Die nicht depolarisierenden Muskelrelaxanzien besetzen kompetitiv den Acetylcholinrezeptor. Eine kompetitive Blockade bedeutet, dass durch eine aufsteigende Acetylcholinkonzentration das Relaxans aus seiner Bindungsstelle verdrängt wird und Acetylcholin wieder sei-

ne Wirkung entfalten kann. Die nicht depolarisierenden Muskelrelaxanzien besetzen nur die Rezeptoren, ohne eine agonistische Aktivität zu entfalten.

► **Depolarisierende Muskelrelaxanzien.** Anders ist es bei depolarisierenden Muskelrelaxanzien. Das Succinylcholin bindet sich an die Rezeptoren und entfaltet dann eine dem Acetylcholin entsprechende Wirkung. Die motorische Endplatte wird erst depolarisiert und entwickelt dann eine schlaffe Lähmung. Succinylcholin wird nicht durch Acetylcholinesterase abgebaut, sodass es länger als Acetylcholin im synaptischen Spalt verbleibt und seine Wirkung entfaltet. Kommt es zu einer wiederholten Nachinjektion oder kontinuierlichen Infusion von Succinylcholin, kann es zum sog. Dualblock oder PhaseII-Block kommen (langanhaltender Block, dessen Mechanismus noch nicht genau bekannt ist).

33.6.2 Depolarisierende Muskelrelaxanzien (Succinylcholin)

Succinylcholin ist das einzige klinisch gebräuchliche depolarisierende Muskelrelaxans (▶ Abb. 33.17). Vor Beginn der lähmenden Wirkung treten vorübergehend für einige Sekunden Muskelfaszikulationen, besonders im Thorax und Abdomen, auf. Nach 60–90 s ist die Wirkung des Succinylcholins maximal ausgeprägt und hält 5–10 min an. Da es nur gering fett-, aber gut wasserlöslich (weil stark ionisiert) ist, gelangt es in der klinischen Anwendung kaum durch die Plazenta in den kindlichen Kreislauf.

Pharmakologische Eigenschaften

Zentrales Nervensystem

Eine zentralnervöse Wirkung wird nicht beschrieben. Histamin wird nur im geringen Maße freigesetzt (Erythem).

Kardiovaskuläres System

Die kardiovaskulären Nebenwirkungen beruhen auf der agonistischen Aktivität im autonomen Nervensystem. Die Sinusbradykardie entsteht durch Stimulierung der muskarinartigen Rezeptoren des Sinusknotens. Es tritt besonders bei Nachinjektionen und bei Kindern und Schwangeren auf. Die Knotenrhythmen entstehen durch Stimulierung des Sinusknotens mit nachfolgender Unterdrückung seiner Funktion und der Übernahme der Schrittmacherfunktion durch den AV-Knoten.

Praxistipp

Durch Vorinjektion von nicht depolarisierenden Muskelrelaxanzien können meistens sowohl Muskelfaszikulationen, als auch bradykarde Herzrhythmusstörungen verhindert werden.

Succinylcholin kann aber auch die Empfindlichkeit des Ventrikels gegenüber Katecholaminen steigern, sodass es zu einer ventrikulären Arrhythmie kommen kann.

Pharmakokinetik

Die Wirkdauer von Succinylcholin ist aufgrund der raschen hydrolytischen Spaltung durch Pseudocholinesterase sehr kurz. Die Hydrolisierungskapazität der Pseudocholinesterase ist sehr groß, sodass nur ein geringer Teil des Relaxans die motorische Endplatte erreicht. Hier existiert keine Pseudocholinesterase, sodass die Wirkung durch Diffusion in die Extrazellulärflüssigkeit beendet wird.

Je mehr Succinylcholin die motorische Endplatte erreicht, desto länger ist die Wirkdauer. Bei verminderter Pseudocholinesterase gelangt verhältnismäßig viel des Medikamentes an die motorische Endplatte, wodurch die Wirkung sogar extrem verlängert werden kann.

Klinische Anwendung

Indikationen

Depolarisierende Relaxanzien finden ihre Anwendung zur kurzfristigen Muskelrelaxierung, erforderlich z. B. bei Intubation, Elektroschocks oder kurzen chirurgischen Eingriffen (Knochenreposition). Da es aber auch das am schnellsten wirksame Muskelrelaxans ist, wird es auch zur „Blitzintubation" (z. B. bei Ileuseinleitung) verabreicht.

Dosierung

Intravenös werden 0,5–1,5 mg/kgKG nach Präcurarisierung mit nicht depolarisierendem Muskelrelaxans injiziert (umstritten). Es sollte wegen der Gefahr eines Dualblocks nicht wiederholt nachinjiziert oder als Dauerinfusion verabreicht werden.

Kontraindikationen

Typische Kontraindikationen sind:
- atypische Cholinesterase oder Pseudocholinesterasemangel
- Polytrauma
- perforierende Augenverletzungen
- lange Immobilisation
- Verbrennungskrankheit
- Hyperkaliämie
- maligne Hyperthermie (S. 726)
- Myotonien und Muskeldystrophien

Nebenwirkungen und Komplikationen

Durch die Stimulation autonomer Ganglien und muscarinartiger, postganglionärer Rezeptoren können Bradykardie, Blutdruckabfall, vermehrter Speichelfluss und gesteigerte Bronchialsekretion sowie Tonuserhöhung im Magen-Darm-Trakt auftreten. Atropin kann diese Wirkungen meist verhindern oder beseitigen.

Weiterhin wird eine vorübergehende Erhöhung der Hirndurchblutung beobachtet. Dadurch kann es bei Patienten mit eingeschränkter intrakranieller Compliance (z. B. Hirnödem) zur Hirndrucksteigerung kommen. Auch der intraokulare Druck steigt für ca. 1–5 min nach der Succinylcholininjektion an. Die Ursache ist bisher unbekannt.

Merke

Succinylcholin ist ein potenter Auslöser der malignen Hyperthermie.

► **Hyperkaliämie.** Nach der Applikation sind z. T. erhebliche Kaliumverschiebungen beobachtet worden. Das Serumkalium kann auf 0,5–1 mval/l steigen. Dies kann u. U. zu Kammerflimmern oder sogar zur Asystolie führen. Es wird angenommen, dass dafür eine durch veränderte Rezeptorenuntereinheit verursachte längere Kanalöffnungszeit und Rhabdomyolyse (Zerstörung der Oberflächenmembran des Muskels) verantwortlich sind. Die Rhabdomyolyse mit Austritt der Zellbestandteile in das Plasma kann z. B. durch Ischämie, direktes Muskeltrauma, pathologischen Stoffwechsel, Elektrolytstörungen und Toxine ausgelöst werden.

Merke

Risikofaktoren für eine Hyperkaliämie sind: Verbrennungskrankheiten, Polytraumen, Sepsis, längere Immobilisation, Nierenversagen, Myopathien, schwere abdominelle Infektionen.

► **Erhöhung des intragastralen Drucks.** Durch Kontraktion der Bauchmuskulatur nach Succinylcholininjektion kann der intragastrische Druck über 28 cm H_2O steigen. Wegen der Aspirationsgefahr von Mageninhalt ist es wichtig, ein nicht depolarisierendes Muskelrelaxans in einer niedrigen Dosierung vorweg zu injizieren.

► **Muskelkater und Masseterspasmen.** Der häufig beobachtete „Muskelkater" nach Succinylcholin wird mit der Muskelfaszikulation in Zusammenhang gebracht. Bewiesen wurde dieser Zusammenhang jedoch nicht. Bei Kindern werden häufig Masseterspasmen (Krämpfe der Kaumuskulatur) beobachtet. Diese beruhen auf einer verstärkten Reaktion an der motorischen Endplatte.

33.6.3 Nicht depolarisierende Muskelrelaxanzien

Man kann die nicht depolarisierenden Muskelrelaxanzien nach ihrer chemischen Struktur oder nach der Wirkdauer einteilen:

- Aminosteroide (Pancuronium, Vecuronium, Rocuronium) sind teilweise vagolytisch. Sie werden bis auf Rocuronium in der Leber metabolisiert und sind durch fehlende Histaminfreisetzung gekennzeichnet.
- Benzylisochinoline (Atracurium, Cis-Atracurium, Mivacurium) haben keine vagolytische Wirkung. Sie können aber Histamin freisetzen.
- Langwirksame nicht depolarisierende Relaxanzien (DUR 25 < 50 min) sind Pancuronium und Alcuronium.
- Mittellangwirksame (DUR 20–50 min) sind Vecuronium, Rocuronium, Atracurium und Cis-Atracurium.

► Tab. 33.4 zeigt eine vergleichende Übersicht der Muskelrelaxanzien.

Merke

Eine Muskellähmung wird manifest, wenn 75 % seiner Rezeptoren durch das Muskelrelaxans blockiert sind. Allerdings können verschiedene Muskeln unterschiedlich empfindlich auf die Relaxanzien reagieren. Einige benötigen eine 75 %ige, andere eine 80- bis 90 %ige Besetzung der Rezeptoren.

Pharmakologische Eigenschaften

Zentrales Nervensystem

Eine zentralnervöse Wirkung der nicht depolarisierenden Relaxanzien ist bisher nicht beobachtet worden.

Kardiovaskuläres System

Nicht depolarisierende Muskelrelaxanzien können abhängig von der Dosis auf nikotinartige, aber auch muskarinartige Rezeptoren des autonomen Nervensystems stimulierend oder blockierend wirken. Pancuronium blockiert z. B. die vagalen muskarinartigen Rezeptoren des Herzens. Es setzt Katecholamine frei und hemmt die Aufnahme in die adrenergen Nervenendungen. Tachykardie und Blutdruckanstieg sind die Folgen.

Freisetzung von Histamin

Die Muskelrelaxanzien können Histamin freisetzen. Dies kann entweder als Antigen vermittelte, mit IgE-Antikörper-Bindung einhergehende echte anaphylaktische Reaktion erfolgen oder als Komplementaktivierung (Antigen-IgG oder IgM-Antikörper an der Zelloberfläche). Der häufigste Mechanismus ist jedoch die direkte chemische Freisetzung durch Wirkung der nicht depolarisierenden Muskelrelaxanzien mit Benzylisochinolinstruktur und der Oberfläche der Mastzellen. Diese chemische Freisetzung hat einen vorübergehenden selbstbegrenzenden Effekt, der von der Dosis und Injektionsgeschwindigkeit des Relaxans abhängt.

Praxistipp

Man kann prophylaktisch H_1- und H_2-Rezeptorantagonisten vor der Zufuhr des Relaxans verabreichen.

Verdauungssystem

Nicht depolarisierende Muskelrelaxanzien hemmen die Motorik des Magen-Darm-Trakts. Dieser Effekt ist jedoch nur vorübergehend und kann auch mit Cholinesterasehemmern antagonisiert werden.

Pharmakokinetik

Nicht depolarisierende Muskelrelaxanzien wirken nur bei i. v.- und i. m.-Gabe. Die Wirkung ist dosisabhängig. Höhere Dosen verlängern die Wirkdauer, weil die Funktion der Endplatte nicht nur von der Umverteilung des Relaxans in die peripheren Kompartimente, sondern auch von der

Tab. 33.4 Muskelrelaxanzien im Vergleich.

Pancuronium	Alcuronium	Atracrium	Cis-Atracrium	Mivacurium	Vecuronium	Rocuronium
Präcurarisierung						
0,01–0,02 mg/kgKG	0,025–0,05 mg/kgKG				0,01–0,02 mg/kgKG	
Initialdosis						
0,1 mg/kgKG	0,2–0,3 mg/kgKG	0,5–0,6 mg/kgKG	0,1–0,15 mg/kgKG	0,2 mg/kgKG	0,08–0,1 mg/kgKG	0,6 mg/kgKG
Repetitionsdosis						
0,008–0,02 mg/kgKG	0,03 mg/kgKG	0,1–0,2 mg/kgKG	0,03 mg/kgKG	0,1 mg/kgKG	0,02–0,05 mg/kgKG	0,075–0,15 mg/kgKG
Anschlagzeit						
3–4 min	3–4 min	bis zu 2 min	nach 2 min	2–2,5 min	1–3 min	60 s
ED 95						
0,06–0,07 mg/kgKG		0,2 mg/kgKG	0,05 mg/kgKG	0,07–0,08 mg/kgKG	0,05 mg/kgKG	0,3 mg/kgKG
Wirkdauer						
4 mg ca. 45 min	20–30 min	30 min bei 0,3 mg/kgKG	ca. 45 min	15–20 min	20–30 min	30–40 min
DUR 95						
0,08–0,1 mg/kgKG 120–150 min		0,3–0,4 mg/kgKG 50–70 min	DUR 25 ca. 45 min	DUR 25 15–25 min	0,08–0,1 mg/kgKG 60–80 min	DUR 25 35 min

Elimination (renal/hepato-biliär) abhängig ist (Ausnahme: Cis-Atracurium).

Leber- und Nierenkrankheiten können die Eliminationsmechanismen beeinträchtigen und die Wirkung der Relaxanzien verlängern. Bei Nierenerkrankungen und Leberzirrhose ist die Aktivität der Plasmacholinesterase bei verminderter Synthese eingeschränkt. Hierdurch wird die Wirkdauer von Mivacurium verlängert. Bei Hypothermie kommt es im Tierexperiment zu verzögerter renaler und biliärer Ausscheidung von Pancuronium.

Merke

Beim Einsatz von Inhalationsanästhetika ist eine geringere Dosierung von Relaxanzien erforderlich, da diese ebenfalls gering relaxierend wirken und somit zu einer Wirkungsverstärkung beitragen.

Einzelne Substanzen

Pancuronium

Pancuronium wird v. a. bei langandauernden Eingriffen angewendet, wenn keine Extubation angetrebt wird. Kontraindikationen sind:

- Allergien
- vermutete schwierige Intubation
- Myastenia gravis
- Porphyrie
- Anämie

Vecuronium

Der Vorteil von Vecuronium ist, dass auch bei hohen Dosen die Funktion der autonomen Ganglien und muskarinartigen, postganglionären Rezeptoren nicht beeinflusst wird. Der Abbau erfolgt überwiegend biliär, nur gering renal. Es hat deshalb die geringsten kardiovaskulären Nebenwirkungen der nicht depolarisierenden Relaxanzien. Bei Kombination mit Opiaten kann es jedoch zu ausgeprägten Bradykardien kommen.

Atracurium

Die Besonderheit des Atracuriums ist sein Abbau. Einerseits erfolgt der Abbau durch spontane Hoffmann-Elimination (ein nicht enzymatischer Zerfall), andererseits durch Esterspaltung, die unabhängig von der Pseudocholinesterase ist. Allerdings entstehen bei der Spaltung 2 potenziell toxische Substanzen: Laudanosin und Monoacrylat. Die Bedeutung dieser Substanzen ist noch nicht endgültig geklärt. Des Weiteren ist bei ca. 30 % der Patienten eine Histaminfreisetzung nachweisbar.

Eine kontinuierliche Infusion mit Atracurium ist möglich (10 µg/kgKG/min).

Cis-Atracurium

Cis-Atracurium ist eines der 10 Isomere, aus dem Atracurium zusammengesetzt ist. Es hat einen 5-fach stärkeren muskelrelaxierenden Effekt als Atracurium. Vorteile gegenüber dem Atracurium sind geringere Histaminfreisetzung und weniger Laudanosinbildung. Seine Inaktivierung erfolgt nach der Hoffmann-Elimination, eine Esterhydrolyse erfolgt jedoch nicht. Es bestehen keine signifikanten kardiovaskulären Nebenwirkungen.

Mivacurium

Mivacurium ist ein kurz wirksames, nicht depolarisierendes Muskelrelaxans. Nachteilig bei Mivacurium ist der verzögerte Wirkungseintritt, der individuell erheblich variiert. Die neuromuskuläre Blockade wird nicht durch Umverteilungsprozesse beendet, sondern direkt durch Inaktivierung (Plasmacholinesterase). Bei Patienten mit atypischer Pseudocholinesterase ist die Wirkdauer verlängert.

Praxistipp

Man kann die Erholung von der Blockade durch Zufuhr von Butyrylcholinesterase beschleunigen. Es wird aber empfohlen, die Spontanerholung abzuwarten.

Bei Leber- und Niereninsuffizienz kann es ebenfalls zur Wirkungsverlängerung kommen. Dies gilt auch bei gleichzeitiger Gabe mit Metoclopramid. Die Wirkung kann mit Neostigmin antagonisiert werden, dies wird allerdings von einigen Autoren nicht empfohlen. Unter Mivacurium kann es auch zur Histaminfreisetzung kommen, die sich in einem Erythem (besonders um die Injektionsstelle) und kurzfristigem Blutdruckabfall zeigt.

Rocuronium

Rocuronium ist ein nicht depolarisierendes, mittellang wirksames Relaxans, jedoch mit der schnellsten Anschlagzeit nach Succinylcholin. Dieses Vecuronium-Derivat ist von 6–8-fach geringerer Potenz und wird zu ca. 80 % hepatobiliär eliminiert. Bei einer ausgeprägten Leberinsuffizienz kommt es zu einer verlängerten Wirkung. Bei einer Niereninsuffizienz sind Anschlagzeit und Wirkdauer nicht wesentlich verlängert.

Eine Histaminliberalisation wird nicht nachgewiesen. Die kardiovaskulären Nebenwirkungen sind ebenfalls gering.

33.6.4 Antagonisierung von Muskelrelaxanzien

Anticholinesterasen

Man kann die Wirkung der nicht depolarisierenden Muskelrelaxanzien durch Anticholinesterasen (z. B. Neostigmin, Pyridostigmin oder Edrophonium) antagonisieren. Anticholinesterasen hemmen die enzymatische Aktivität der Acetylcholinesterase und erhöhen damit die Acetylcholinmenge im synaptischen Spalt (▶ Abb. 33.18). Dadurch kommt es zur kompetitiven Verdrängung der nicht depolarisierenden Relaxanzien von den postsynaptischen Rezeptoren. Einen Einfluss auf die Elimination der Relaxanzien haben die Anticholinesterasen somit nicht. Anticholinesterasen werden erst am Ende der Operation eingesetzt, um den Überhang an Muskelrelaxanzien zu antagonisieren.

Merke

Anticholinesterasen wirken nicht nur an der motorischen Endplatte, sondern auch an den nikotin- und muskarinartigen Rezeptoren. Dadurch kann es zur Bradykardie, Bronchokonstriktion, Zunahme der Speichel- und Bronchialsekretion, Kontraktion der Harnblase und Konstriktion der Pupillen kommen. Deshalb sollte man die Anticholinesterasen unbedingt mit Atropin kombinieren.

▶ **Einflussfaktoren.** Es gibt mehrere Faktoren, die die Wirksamkeit der Anticholinesterasen beeinflussen können:

- **Intensität der Blockade:** Je stärker die motorische Blockade zum Zeitpunkt der

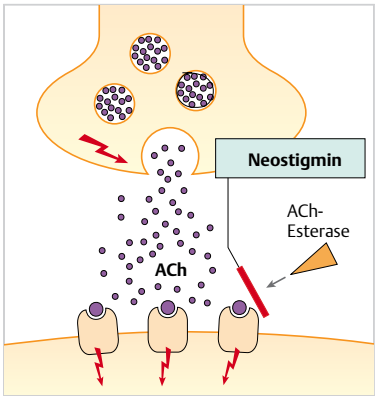


Abb. 33.18 Wirkung von Neostigmin. Durch die Anticholinesterasen wird die Acetylcholinmenge im synaptischen Spalt erhöht. (Roewer u. Thiel 2004)

Antagonisierung ist, desto länger dauert es, bis eine ausreichende Erholung eintritt.
- **Art des Muskelrelaxans:** Bei mittelwirksamen Muskelrelaxanzien erfolgt die Erholung nach Injektion gleicher Dosis von Anticholinesterasen schneller als bei langwirksamen Muskelrelaxanzien.
- **Lebensalter:** Säuglinge und Kinder benötigen geringere Dosen zur Aufhebung der Relaxierung.

Sugammadex

Seit Juli 2008 steht die Substanz zur Antagonisierung von Rocuronium und geringer von Vecuronium zur Verfügung. Nach intravenöser Gabe wird das freie Muskelrelaxanzmolekül enkapsuliert (gebunden). So entsteht ein Konzentrationsgradient an der neuromuskulären Endplatte und dem Intravasalraum. Das Relaxanz löst sich von der Endplatte und wird erneut enkapsuliert.

Die Wirkung des Sugammadex ist also nicht direkt an der Endplatte. Es vermag auch tiefe neuromuskuläre Blockaden innerhalb von 2–3 min aufzuheben. Ein Wiedereinsetzen der Muskelerschlaffung ist bisher in klinischen Studien nicht beobachtet worden.

► **Dosierung .** Bei einer flachen Blockade (T 2) reichen 2 mg/kgKG, bei einer tiefen Blockade (PTC 1–2) 4 mg/kgKG Sugammadex, um die Relaxation aufzuheben.

Kreuzreaktionen

Eine Hypokaliämie soll den depolarisationshemmenden Block verstärken und die Wirkung der depolarisierenden Relaxanzien abschwächen. Bei Hyperkaliämie ist es umgekehrt.

Bei respiratorischer Azidose wird der Nichtdepolarisationsblock verstärkt, sodass Neostigmin nicht wirksam sein soll. Einige Pharmaka (Antibiotika, Lokalanästhetika, Antiarrhythmika, Diuretika) verlängern die Wirkung von Relaxanzien.

33.7 Lokalanästhetika

Merke

Lokalanästhetika sind Substanzen, die eine reversible Blockade der Erregungsleitung in Nervenendigungen, peripheren Nerven und Spinalnervenwurzeln bewirken.

Die Sensibilität und bei entsprechender Konzentration auch die Motorik des zugehörigen innervierten Gebietes werden ausgeschaltet. Von der chemischen Struktur her sind Lokalanästhetika schlecht wasserlösliche, schwach basische aromatische Amine. Sie bestehen aus einem hydrophilen Teil (tertiäres oder sekundäres Amin) und einem lipophilen Anteil (ungesättigter aromatischer Ring). Je nach Bindungsart zwischen den beiden Anteilen unterscheidet man:
- Aminoester (-COO-):
  - Procain
  - Tetracain
  - Chloroprocain
  - Kokain
  - Benzocain
- Aminoamide (-NHC-):
  - Lidocain
  - Mepivacain
  - Bupivacain
  - Etidocain
  - Ropivacain
  - Prilocain

Die Aminoester werden im Plasma schnell durch die Pseudocholinesterase hydrolytisch gespalten. Die beim Abbau entstehende Paraaminobenzoesäure kann bei einigen Patienten zu allergischen Reaktionen führen, weswegen sie in der BRD nur noch wenig genutzt werden. Die Aminoamide sind wesentlich stabiler als die Ester. Ihr Abbau findet in der Leber statt. Es entsteht auch keine Paraaminobenzoesäure, weshalb allergische Reaktionen extrem selten sind (sie können höchstens aufgrund von Konservierungsmitteln, die in den Präparaten enthalten sind, auftreten).

Die Lokalanästhetika sind aufgrund ihrer Struktur sowohl wasser- als auch fettlöslich. Beide Anteile sind für die Wirkung wichtig:
- Der lipidlösliche Teil ist für die Penetration durch die Membran des Nervengewebes verantwortlich.
- Der hydrophile Anteil ist für die Aktivität am Natriumkanal an der Oberfläche des Axons verantwortlich.

Je lipidlöslicher ein Lokalanästhetikum ist, desto stärker ist die anästhetische Potenz und die Wirkdauer. Die Anschlagzeit wird jedoch verlängert.

Die Basenform des Lokalanästhetikums wird für die Penetration durch die Nervenmembran benötigt. Das Kation ist jedoch die aktive blockierende Form. Alkalisiert man eine Lösung, so erhöht man die Penetration der Substanz. Eine Ansäuerung (wie z. B. bei entzündlichem Gewebe) vermindert den Anteil der freien Basen und somit auch die Penetration des Lokalanästhetikums ins Gewebe. Substanzen mit einer hohen Proteinbindung haben einen verzögerten Wirkungseintritt, aber eine längere Wirkdauer (Bupivacain, Ropivacain).

33.7.1 Wirkungsweisen

Lokalanästhetika wirken an der Nervenmembran. Durch die direkte Blockade der ionenselektiven Na^+-Kanäle wird die Bildung und Weiterleitung der Impulse unterbrochen. Das basische Lokalanästhetikum diffundiert durch die Membran im Zellinneren und dissoziiert hier in die geladene kationische Form. Diese bindet sich an den Na^+-Kanal und verhindert, dass er sich beim Eintreffen eines Aktionspotenzials öffnet.

Merke

Das Lokalanästhetikum kann nur an seine Bindungsstelle im Na^+-Kanal gelangen, wenn der Kanal geöffnet ist. Daraus folgt, dass Nerven, die nicht oft stimuliert werden (Na^+-Kanäle werden seltener geöffnet), weniger empfindlich für Lokalanästhetika sind als solche Nerven, die häufig stimuliert werden.

Die Lokalanästhetika blocken die Nervenfasern in einer zeitlichen Aufeinanderfolge:
- Zuerst wird der Sympathikus blockiert, die Gefäße dilatieren, die Haut erwärmt sich.
- Dann wird die Temperatur- und die Schmerzempfindung aufgehoben.
- Zum Schluss erfolgt die Blockade der Berührungs- und Drucksensibilität sowie der Motorik.

33.7.2 Einteilung der peripheren Nervenfasern

► **A-Fasern.** Darunter versteht man myelinisierte somatische Nerven, die eine hohe Leitungsgeschwindigkeit besitzen (α-,β-,δ-,γ-Fasern). Sie leiten motorische Funktionen, Reflexaktivitäten und die Propriozeption (Wahrnehmung). γ-Fasern leiten Schmerzen und Temperatur.

► **B-Fasern.** Hierbei handelt es sich um dünne, myelinisierte, präganglionäre Sympathikusfasern, die u. a. für die Kontraktion und Dilatation der Gefäßmuskulatur verantwortlich sind (Blutdruckabfall z. B. nach SPA).

► **C-Fasern.** C-Fasern sind marklos mit langsamer Leitungsgeschwindigkeit. Sie leiten ebenfalls Schmerzen und Temperatur sowie postganglionäre sympathische Funktionen.

33.7.3 Pharmakokinetik

Nach der Injektion eines Lokalanästhetikums diffundieren die Substanzen nicht nur lokal zu ihrem Wirkort, sondern gelangen auch in den Blutkreislauf und werden im gesamten Körper (in geringem Ausmaß) verteilt.

Die lokale Verfügbarkeit eines Lokalanästhetikums hängt einerseits von der physikalischen Bewegung der Substanz am Injektionsort, andererseits von der Diffusion in das umgebende Gewebe und den Nerv ab. Eine hohe Lipidlöslichkeit und ein niedriges Molekulargewicht bewirken eine schnelle Diffusion. Bei Dosiserhöhung stehen lokal mehr Moleküle zur Verfügung, die in den Nerv diffundieren können. Bei Erniedrigung des ph-Wertes wird der nicht ionisierte Anteil des Lokalanästhetikums geringer, womit auch die Penetration durch Lipidmembranen und die Wirksamkeit geringer werden.

► **Resorption.** Die systemische Resorption des Lokalanästhetikums hängt von mehreren Faktoren ab:
- Injektionsort (Kapillardichte und lokale Durchblutung)
- Dosis des Lokalanästhetikums
- physiologische und chemische Eigenschaften
- Anzahl der Nachinjektionen
- Zusatz eines Vasokonstriktors

Nach der Aufnahme ins Blut wird das Lokalanästhetikum verdünnt und zuerst zu den gut durchbluteten Geweben (Lunge, Herz, Hirn, Nieren, Leber) transportiert. In der zweiten Phase verteilt sich das Lokalanästhetikum in den wenig durchbluteten Geweben. Nur das Lokalanästhetikum, welches frei ist (nicht an Proteine im Plasma gebunden), kann ins Gewebe eindringen. Somit ist die Proteinbindung für die Ausbreitung des Lokalanästhetikums in Geweben von nicht unerheblicher Bedeutung. Ist das γ-Glykoprotein, das v. a. Lokalanästhetika bindet, erhöht, befinden sich weniger Lokalanästhetika frei im Blut.

Merke

Alle amidartigen Lokalanästhetika passieren die Plazenta. Der Grad der Passage hängt von dem maternalen/fetalen Konzentrationsgradienten und von der Plazentadurchblutung ab.

► **Abbau.** Der Abbau der Aminoester findet durch die Pseudocholinesterase im Plasma und gering in der Leber und in den Erythrozyten statt. Der Abbau der Aminoamide erfolgt im endoplasmatischen Retikulum der Leber. Bei Lebererkrankungen und Herzinsuffizienz (Leberstauung) kann man mit verzögertem Abbau rechnen.

33.7.4 Klinische Pharmakologie

Genaue Informationen über Dosierung, Wirkungseintritt und -dauer sowie Kontraindikationen und Nebenwirkungen finden Sie in ► Tab. 33.5.

Wirkungseintritt

Der Wirkungseintritt eines Lokalanästhetikums ist von mehreren Faktoren abhängig:
- Dosis
- Injektionsort
- Alkalisierung

► **Dosis.** Die Dosis (Menge = Konzentration × Volumen) ist für die Schnelligkeit des Wirkungseintritts von großer Bedeutung:
- Bei Erhöhung der Konzentration bei gleichem Volumen tritt die Wirkung schneller ein.
- Eine Erhöhung des Volumens bei gleicher oder verminderter Konzentration fördert die Ausbreitung am Injektionsort.

► **Injektionsort.** Dieser ist durch seine Anatomie selbst von Bedeutung. Am schnellsten tritt die Wirkung bei einer Spinalanästhesie, am langsamsten bei einer Plexusanästhesie auf.

► **Alkalisierung.** Eine Alkalisierung des Lokalanästhetikums führt auch zu einem schnellen Wirkeintritt.

Der Ablauf der nervalen Blockade läuft immer von den Mantelfasern zu den Kernfasern. Somit werden zuerst die proximalen Teile der Extremität blockiert, dann die distalen Teile. Bei Abklingen der Betäubung werden auch zuerst die Mantelfasern, dann die Kernfasern betroffen. In den Extremitäten verläuft die Blockade und das Abklingen von proximal nach distal.

Wirkungsdauer

Die Wirkungsdauer der Lokalanästhetika ist ebenfalls von mehreren Faktoren abhängig:
- Proteinbindung
- Abbaugeschwindigkeit, Dosis und Konzentration
- Zusatz von Vasokonstriktoren
- Injektionsort

► **Proteinbindung.** Lokalanästhetika mit hoher Proteinbindung (Bupivacain) werden langsamer aus den Membranrezeptoren und dem Nervengewebe freigesetzt als solche mit geringer Plasmaproteinbindung.

► **Zusatz von Vasokonstriktoren.** Durch den Zusatz von Adrenalin oder Phenylephrin werden die Durchblutung und somit die Resorption von Lokalanästhetika im Blut am Injektionsort vermindert. Die Wirkungsdauer wird erhöht.

► **Injektionsort.** Dieser wirkt sich durch seine anatomischen Verhältnisse und seine vaskulären Resorptionsverhältnisse auf die Wirkungsdauer aus.

33.7.5 Systemtoxische Nebenwirkungen

Die systemtoxischen Reaktionen sind meist auf eine Überdosierung oder versehentliche intravasale Injektion zurückzuführen. Insgesamt treten sie in 0,09–1,5 % aller Regionalanästhesien auf.

Zentrales Nervensystem

Die zerebralen Reaktionen stehen wegen der Häufigkeit und Bedeutung im Vordergrund. Zeichen eines zu hohen Plasmaspiegels sind:
- Unruhe
- Muskelzittern
- generalisierte Krämpfe
- Koma, zentrale Atemlähmung

Ursache ist eine primäre Dämpfung höherer kortikaler Zentren, die zu einer unkontrollierten Aktivität untergeordneter Zentren führt. Je stärker die anästhetische Wirksamkeit des Lokalanästhetikums ist, desto ausgeprägter ist die toxische Wirkung auf das ZNS. Ab welchen Plasmakonzentrationen es bei Menschen zu toxischen zentralen Reaktionen kommt, ist noch nicht genau definiert.

► **Warnzeichen.** Wichtig ist es, die den Krämpfen vorausgehenden Warnzeichen nicht zu übersehen. Dazu gehören:
- taubes Gefühl von Lippen und Zunge (pathognomisch)
- metallischer Geschmack
- Unruhe
- Schläfrigkeit
- verwaschene Sprache
- Muskelzuckungen
- Sehstörungen
- Ohrklingen

► **Krampfanfälle.** Präkonvulsive Zeichen treten bei ca. 1,5 % aller Patienten auf. Krämpfe treten bei etwa 0,07–0,4 % aller Patienten auf. Unbehandelt können die Krämpfe zum Tode führen. Dauern sie

Tab. 33.5 Differenzierung der Lokalanästhetika.

chem. Struktur	Wirkstärke	Anwendung	Konzentration	Proteinbindung	Wirkeintritt	Wirkdauer	maximale Einzeldosis	relative Toxizität
Procain								
Aminoester	schwach	Infiltration periphere Nervenblockade	1–2 %			30–45 min	500 mg ohne Adrenalin 600 mg mit Adrenalin	0,25
Lidocain								
Aminoamid	mittel	Infiltration	0,5–1 %	58–75 %			200 mg ohne Adrenalin 500 mg mit Adrenalin	1
		periphere Nervenblockade	1–1,5 %		10–20 min	120–240 min		
		peridural	1–2 %		5–15 min	30–90 min		
		spinal	5 hyperbar			30–90 min		
Mepivacain								
Aminoamid	mittel	Infiltration	0,5–1 %	64–84 %			300 mg ohne Adrenalin 500 mg mit Adrenalin	1
		periphere Nervenblockade	1–2 %		10–20 min	180–300 min		
		peridural	1,5–2 %		5–15 min	60–180 min		
		spinal	4 hyperbar					
Prilocain								
Aminoamid	mittel	Infiltration	0,5–1 %	55 %			400 mg ohne Adrenalin 600 mg mit Adrenalin	0,5
		periphere Nervenblockade	1–2 %		10–20 min	180–300 min		
		peridural	2 %		5–15 min	150–600 min		
Bupivacain								
Aminoamid	stark	Infiltration	0,25–0,5 %	88–96 %			150 mg	4
		periphere Nervenblockade	0,25–0,5 %		15–30 min	360–720 min		
		peridural	0,25–0,5 %		10–20 min	180–300 min		
		spinal	0,5 %			75–150 min		
Ropivacain								
Aminoamid	stark	Infiltration	0,2–0,5 %	94 %	1–5 min	120–360 min	220 mg	3
		periphere Nervenblockade	0,5–1 %		15–30 min	360–720 min		
		peridural	0,2–1 %		10–20 min	180–360 min		

lang an, kann es zu irreversiblen Hirnschäden kommen. Eine respiratorische oder metabolische Azidose begünstigt das Auftreten der Krämpfe, während die Hypokapnie die Krampfschwelle heraufsetzt.

► **Therapie.** Prophylaktisch können Benzodiazepine appliziert werden. Diese setzen die Krampfschwelle des Gehirns herauf (Diazepam, Clonazepam). Bei der Anwendung von Lokalanästhetika sollte der Blutspiegel so niedrig wie möglich gehalten werden. Man kann evtl. Vasopressoren zusetzen. Die Krampfbehandlung setzt sich aus Unterbrechung der Krämpfe (z. B. mit Diazepam oder Clonazepam) und Sicherstellung oder Behandlung der Vitalfunktionen von Atmung und Herz-Kreislauf (evtl. Beatmung und kardiopulmonale Wiederbelebung) zusammen.

Kardiovaskuläres System

Das Herz scheint klinisch weniger empfindlich auf das Lokalanästhetikum zu reagieren als das Gehirn. Es treten entsprechend weniger kardiotoxische Reaktionen auf als zerebraltoxische. Eine Ausnahme ist Bupivacain, das auch in subkonvulsiven Plasmakonzentrationen ventrikuläre Arrhythmien auslösen kann. Die Lokalanästhetika wirken dosisabhängig negativ inotrop. Hierbei ist nicht nur die Dosis des Lokalanästhetikums, sondern auch seine Wirkstärke von Bedeutung.

Des Weiteren können dosisabhängig eine Abnahme der Reizleitungsgeschwindigkeit und eine Verminderung der Automatie vom Herzen verursacht werden. Parallel steigen pulmonaler Gefäßwiderstand und Druck. Hohe Blutkonzentrationen von Lokalanästhetika führen zur Dilatation der Arteriolen.

► **Therapie.** Die Behandlung der kardiovaskulären Wirkung ist symptomatisch und beinhaltet

- Volumengabe,
- Vasopressoren,
- Sauerstoffgabe,
- evtl. kardiopulmonale Wiederbelebung oder Defibrillation bei ventrikulärer Tachykardie oder Kammerflimmern.

► **Gabe von Lipidlösungen.** Es gibt mehrere Fallberichte und auch tierexperimentelle Untersuchungen, die aufzeigen, dass die Infusion einer Lipidlösung die toxische Wirkung von Lokalanästhetika mindert oder sogar aufhebt. Sämtliche Reanimationen wegen einer Intoxikation mit Lokalanästhetika waren nach Gabe von Lipidlösungen erfolgreich. Es werden auch Fälle beschrieben, bei denen durch Lipidlösungen reine zerebraltoxische Wirkungen antagonisiert wurden. Die DGAI empfiehlt 2009 bei Lokalanästhetika-Intoxikationen eine Applikation von Lipidlösungen zu erwägen. Es ist ein Bolus von 1,5 ml/kgKG einer 20 % Lipidlösung und danach 0,5 ml/kgKG/min über 10 min zu geben.

► **Höchstdosen für Lokalanästhetika.** Auf der Basis der z. T. erheblichen Nebenwirkungen gibt es Richtlinien zu den Höchstdosen der Lokalanästhetika. Sie orientieren sich in erster Linie an den Schwellenkonzentrationen im Plasma für toxische, zerebrale Reaktionen. Es sind jedoch bestenfalls Schätzwerte, da sie sich auf Befunde aus experimentellen Untersuchungen unterschiedlicher Versuchstiere stützen.

33.7.6 Lidocain zur perioperativen Schmerztherapie

Bei Operationen, bei denen bekanntermaßen postoperativ starke Schmerzen auftreten und bei denen kein PDK gelegt wurde oder werden konnte (z. B. große bauchchirurgische oder thoraxchirurgische Eingriffe, Nieren-Operationen), verwenden einige Kliniken Lidocain mit gutem Erfolg zur Schmerztherapie.

Beachten sollte man, dass dieses Medikament dafür nicht zugelassen ist und der Patient vor dem Eingriff explizit dafür aufgeklärt werden muss. Die Vorteile der Applikation sind aber eindeutig.

► **Kontraindikationen.** Hierzu gehören:
- schwere Störungen des Erregungsleitungssystems (z. B. AV-Block II° und III°, Sicksinussyndrom usw.)
- kardiogener oder hypovolämer Schock, akut dekompensierte Herzinsuffizienz
- bekannte Allergie/Unverträglichkeit gegen Lokalanästhetika
- Geburtshilfe

► **Dosierungen**
- Bolus: 1,5 mg/kgKG 1 ml-weise fraktioniert über ca. 10 min.
- Während der OP: 1,5 mg/kgKG/h via Spritzenpumpe für die Dauer der OP.
- Im Aufwachraum oder auf Intensivstation : Infusionsrate 1,33 mg/kgKG/h. Je nach Eingriff Stopp der Spritzenpumpe ca. 2–4 h nach OP-Ende.
- Beachte: Eine Maximaldosis von 12 mg/kgKG Lidocain 2 % darf NIE überschritten werden!
- Bei extrem adipösen Patienten erfolgt die Dosierung anhand des Normalgewichts (cm – 100 = „kg“).

► **Vorgehen bei Leber- bzw Niereninsuffizienz.** Hier ist die Datenlage unklar, daher Vorsicht!

Empfohlen wird die Dosisreduktion um 50 %

33.8 Leseservice

33.8.1 Literatur

Albrecht S. Neue intravenöse Anästhetika. Remifentanil, S(+)-Ketamin, Eltanolon und Targert Controlled Infusion. Anaesthesist 1996; 45: 1129

Baum J et al. Niedrigflussnarkosen mit Desfluran. Anaesthesist 1997; 46: 287

Bevan R et al. Reversal of neuromuscular blocade. Anaestesiology 1992; 77: 785

Biebuyck JF et al., eds. Cell Biology of Anaesthetic Action, Vol. 1. New York: Raven Press; 1996

Covino BG. Pharmacology of local anaesthetic agents. Br J Anaesth 1986; 58: 701–716

Cramer OL. Long-term propofol infusion and cardiac failure in adult head-injured patients. Lancet 2001: 357: 117–118

Egan TD et al. Remfentanil versus alfentanil. Comerative pharmakokinetis and pharmacodynacs inealthy adult male volunteers. Anaesthesiology 1996; 84: 821

Forth W et al., Hrsg. Pharmakologie und Toxikologie. 7. Aufl. Heidelberg: Spektrum; 1996

Franks NP, Lieb WR. Molecular and cellular mechanisms of general anaesthesia. Nature 1994; 367: 607

Freyer E. Opioide in der Medizin. 4. Aufl. Berlin: Springer; 1999

Funk W et al. Sevofluran oder Halothan bei inhalativ eingeleiteten Narkosen im Kindesalter. Anaesthesist 1996; 45: 22

Grundmann U et al. Cardiovascular effects of desflurane and isoflurane in patients with coronary artery disease. Acta Anaesthesiol Scand 1996; 40: 1101

Hermminghaus A. et al. **Intravenös verabreichtes Lidocain zur perioperativen Schmerztherapie.** Anaesthesist 2011; 60: 152–160

Herz A, ed. Opioids I and II. Handbook of Experimental Pharmacology 104/I and II. Berlin: Springer; 1993

Hudson RJ et al. Pharmacokinetics of methohexital and thiopental in surgical patients. Anaesthesiology 1983; 59: 215

Jong RH de. Local Anaesthetics. St. Louis: Mosby; 1994

Kaba A et al. Intravenous lidocaine infusion facilitates acute rehabilitation after laparoscopic colectomy. Anesthesiology 2007; 106: 11–8

Koppert W et al. Perioperative intravenous lidocaine has preventive effects on postoperative pain and morphine consumption after major abdominal surgery. Anesth Analg 2004; 98: 1050–5

Kress HG. Wirkmechanismen von Ketamin. Anasthesist 1997; 46: 8

Kulstad EB. Etomidate as an Induction Agent in septic Patients: Red flags or false alarms? West J Emerg Med 2010; 11(2):161–172

Larsen R. Anästhesie. 10. Aufl. München: Elsevier; 2012

Larsen R. Anästhesie in Herz-, Thorax-, Gefäßchirurgie. 8. Aufl. Berlin: Springer; 2012

Malan TP et al. Cardiovascular effects of seroflurane compared with those of isoflurane in volunteers. Anaesthesiology 1995; 83: 918

Martin WR. Pharmacology of Opioids. Pharmacol Rev 1983; 35: 283

Mayer M et al. Propofol und Etomidat-Lipuro zur Einleitung einer Allgemeinanaesthesie-Hämodynamik, Venenverträglichkeit, subjektives Empfinden und postoperative Übelkeit. Anaesthesist 1996; 45: 1082

Mutschler E. Arzneimittelwirkungen. 10. Aufl. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, 2012

Omote K. Intravenous lidocaine to treat postoperative pain management. Anesthesiology 2007;106:5–6

Roewer N, Thiel H. Taschenatlas der Anästhesie, 2. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2004

Roewer N, Thiel H. Taschenatlas der Anästhesie. 5. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2013

Roewer N, Thiel H, Wunder C. Anästhesie compact: Leitfaden für die klinische Praxis. 4. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2012

Silverman DG. Neuromuscular Block in Perioperative and Intensive Care. Philadelphia: Lippincott-Raven; 1994

Stein C et al. Peripherial opioid receptors. Ann Med 1995; 27: 219

Stoelting RK. Pharmacology and Physiology in Anaesthetic Practice. Philadelphia: Lippincott-Raven; 1991

Tonner PH, Hein L. Pharmakotherapie in der Anästhesie und Intensivmedizin. Grundlagen und klinische Konzepte. Heidelberg: Springer; 2011

Volk T, Graf M, Gogarten W et al. Empfehlungen zur Lipidbehandlung bei der Intoxikation mit Lokalanästhetika. Anästhesie und Intensivmedizin 2009; 50: 698–702

White PF, ed. Textbook of Intravenosus Anästhesia. Baltimore: Williams and Wilkins; 1997

Kapitel 34

Anästhesieverfahren

34.1 Einleitung *644*

34.2 Allgemeinanästhesie *645*

34.3 Hämostase, Blutgerinnung und Transfusion *657*

34.4 Regionalanästhesie *665*

34.5 Leseservice *675*

34 Anästhesieverfahren

Zoe Heck, Peter Lipfert, Wolfgang Schlack, Markus Stevens

34.1 Einleitung

Zoe Heck, Wolfgang Schlack

Durch eine Anästhesie wird ein operativer Eingriff erst ermöglicht. Der Patient toleriert die Operation ohne Schmerzen und ohne psychische Schäden. Die Arbeitsbedingungen für den Operateur werden optimiert.

34.1.1 Geschichtliche Entwicklung der Anästhesie

Bis ins 19. Jahrhundert wurden auch große Operationen (z. B. Amputationen) ohne eine Form der Anästhesie durchgeführt. Ärzte versuchten, die Schmerzen durch Verabreichung von stark alkoholischen Getränken oder Alkaloiden zu mildern. Diese Verfahren wurden jedoch nicht systematisch eingesetzt. Erst 1846 führte der Zahnarzt W. T.G. Morton in Boston die erste Äthernarkose zu Entfernung eines Gesichtstumors erfolgreich durch. Schon ein Jahr später wurden nicht nur in Amerika, sondern auch in Europa Operationen im Ätherrausch durchgeführt.

Lachgas wurde primär von Schaustellern zur Belustigung des Publikums genutzt, bis Horace Wells bei einer solchen Veranstaltung dessen analgetischen Effekt bemerkte. Er verwandte schon ab 1844 Lachgas in seiner Zahnarztpraxis zur Analgesie bei Zahnextraktionen. Die Lokal- und Regionalanästhesien entstanden nicht viel später: 1884 wurde von dem Wiener Augenarzt C. Koller erstmals die Oberflächenanästhesie am Auge mit Kokain öffentlich vorgestellt.

In Deutschland wurden Anästhesien lange Zeit ausschließlich durch das Pflegepersonal oder chirurgische Assistenten durchgeführt. Erst nach dem 2. Weltkrieg entstand auch in Deutschland der Berufszweig der Anästhesie als einer eigenständigen, von der Chirurgie unabhängigen Fachdisziplin.

34.1.2 Komponenten der Anästhesie

Eine Anästhesie besteht aus 4 Komponenten:

- Analgesie
- Hypnose
- vegetative Abschirmung
- Relaxation (oder auch neuromuskuläre Blockade)

Theoretisch sind alle Komponenten – wie bei den ersten Äthernarkosen – durch ein Monoanästhetikum zu erreichen. Dazu sind hohe Dosen des verwendeten Anästhetikums erforderlich, die dann mit Nebenwirkungen einhergehen können. Deshalb wird eine Anästhesie heute meistens mit einer Kombination von Medikamenten geführt, die in unterschiedlichem Maße Analgesie, Hypnose, vegetative Abschirmung oder Relaxation bewirken.

Je nach Operation sind die einzelnen Komponenten in unterschiedlichem Maße notwendig und können durch die Auswahl des Anästhesieverfahrens und der Medikamente unterschiedlich gewichtet werden (z. B. ist bei einem Baucheingriff eine Relaxation der Muskulatur i. d. R. erforderlich, aber für einen Eingriff an der Körperoberfläche nicht).

34.1.3 Anästhesieverfahren

Bei den Anästhesieverfahren wird zwischen 2 großen Gruppen unterschieden (▶ Abb. 34.1):

- Allgemeinanästhesien
- Regionalanästhesien

▶ **Allgemeinanästhesie.** Bei der Allgemeinanästhesie steht die Hypnose und vegetative Abschirmung im Vordergrund. Das zentrale Nervensystem wird durch Anästhetika so gedämpft, dass eine Operation ohne Erinnerung des Patienten an dieses Ereignis möglich wird.

▶ **Regionalanästhesie.** Bei der Regionalanästhesie steht die Analgesie im Vordergrund. Durch die Blockade spinaler oder peripherer Nerven wird dem Patienten die Empfindung (besonders die Schmerzen) in bestimmten peripheren Körperbereichen genommen und eine Operation ermöglicht. Dabei kann der Patient wach sein oder zusätzlich eine leichte Sedierung zur vegetativen Abschirmung erhalten.

Definition

Grundsätzlich sind folgende Begriffe zu unterscheiden:

- Analgesie bedeutet Schmerzfreiheit.
- Sedierung bezeichnet die Hypnose (Schlaf, Erinnerungsverlust) mit evtl. vegetativer Abschirmung.
- Analgosedierung ist eine Analgesie mit gleichzeitiger Sedierung.
- Narkose beinhaltet Analgesie + Sedierung + evtl. Relaxation.

Der Übergang zwischen Analgosedierung und Narkose ist fließend und dosisabhängig.

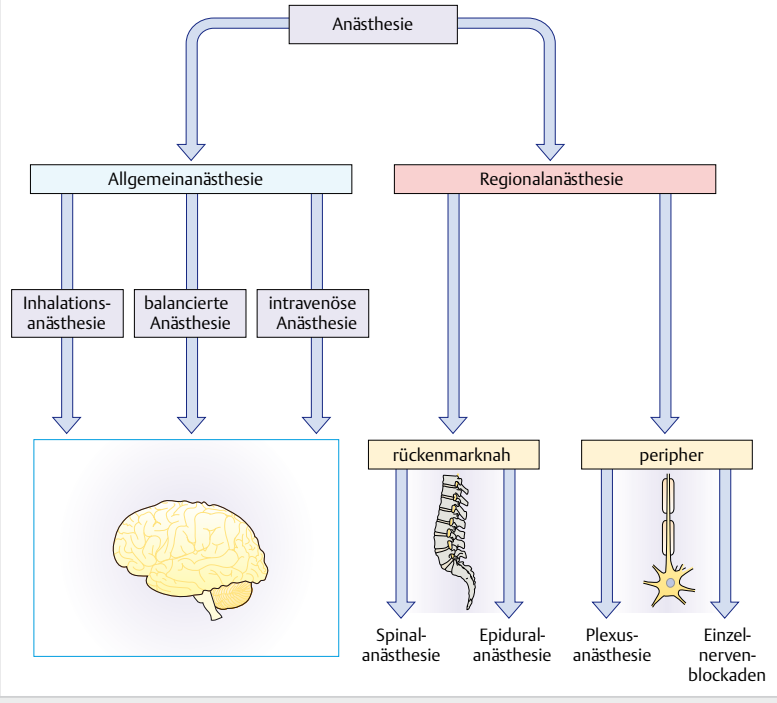


Abb. 34.1 Anästhesieverfahren. Die Anästhesie gliedert sich in Allgemein- und Regionalanästhesie auf. (Roewer u. Thiel 2004)

34.2 Allgemeinanästhesie

34.2.1 Präoperative Visite

Bei der präoperativen Visite durch den Anästhesisten wird die Anamnese des Patienten bezüglich Vorerkrankungen und Risikofaktoren erhoben und der Patient auf Vorerkrankungen untersucht (▶ Abb. 34.2), siehe auch Kap. „Präoperatives Management“ (S. 678). Der Anästhesist wird sich ggf. beim Operateur über das spezielle operative Vorgehen informieren und in Absprache mit dem Patienten und dem Operateur das Anästhesieverfahren festlegen.

Der Patient wird über die Risiken des Verfahrens und alternative Möglichkeiten aufgeklärt. Diese Aufklärung sollte möglichst am Vortag vor der Operation stattfinden. Ausnahmen stellen Notfalloperationen dar, die ohne Verzögerung durchgeführt werden müssen, und dringliche Operationen, die keinen Aufschub ≥ 24 Stunden erlauben.

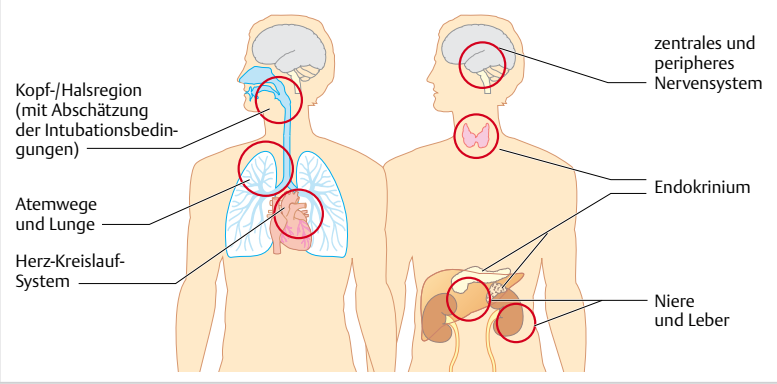


Abb. 34.2 Die klinische Voruntersuchung folgt einer bestimmten Systematik. (Roewer u. Thiel 2004)

34.2.2 Narkosesysteme

Das erste Narkosesystem, ein mit Äther getränkter Wattebausch und die ersten Weiterentwicklungen (z. B. die Schimmelbuschmaske) werden als offene Narkosesysteme bezeichnet, da hier keine Flussrichtungskontrolle der Atemgase ausgeübt wird. Bei den weiterentwickelten Narkosegeräten unterscheidet man zwischen halboffenen, halbgeschlossenen und geschlossenen Systemen. Diese werden ausführlich in Kap. „Narkosearbeitsplatz“ (S. 688) beschrieben.

Monitoring

In der Anästhesie wird unterschieden in:
- Standardmonitoring
- erweitertes Monitoring

Siehe hierzu auch die Kap. Monitoring der Herz-Kreislauf-Funktion (S. 232) und Kap. „Narkosearbeitsplatz“ (S. 688).

Standardmonitoring

Standardmonitoring ist die Überwachung, die jeder Patient bei einem noch so kleinen Eingriff erhält. Zum Standardmonitoring zählen:
- Ableitung mind. eines 3-Kanal-EKGs
- Auskultation
- nicht invasive Blutdruckmessung
- pulsoxymetrische Kontrolle der Sauerstoffsättigung
- Temperaturmessung
- bei Relaxierung: Relaxometrie

Bei Patienten, die beatmet sind, werden zudem die inspiratorische Sauerstoffkonzentration und die Abatmung von Kohlendioxid überwacht.

Erweitertes Monitoring

Das erweiterte Monitoring wird immer zusätzlich zum Standardmonitoring angelegt (▶ Abb. 34.3). Häufig ist es mit invasiven Maßnahmen verbunden und braucht deshalb eine Indikation. Es kommt dann zum Einsatz, wenn es sich um vorerkrankte Patienten handelt oder spezielle, sehr große Eingriffe durchgeführt werden. Als erweitertes Monitoring kommen in Frage:
- Bilanzierung der Ausscheidung
- invasive, blutige Blutdruckmessung
- Messung des ZVD
- apparatives Monitoring der Narkosetiefe
- 12-Kanal-EKG mit ST-Streckenanalyse
- transösophageale Echokardiographie (TEE)
- transthorakaler Doppler des rechten Vorhofs zur Detektion von Luftembolien
- Pulmonalarterienkatheter
- Messung peripherer Nervenfunktionen

Überwachung der Narkosetiefe und der Relaxation

Die Narkosetiefe wird fortlaufend den jeweiligen Erfordernissen des Patienten und der Operation angepasst.

Merke

Die Narkose sollte so tief sein, dass keine intraoperativen Wachheitszustände auftreten, aber auch so flach, dass die Patienten zeitgerecht und zügig aufwachen und möglichst wenige Nebenwirkungen der Narkose erfahren.

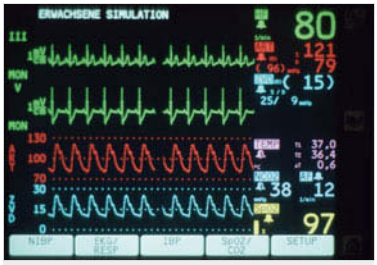


Abb. 34.3 Beispielbildschirm für erweitertes Monitoring. (D. Stolecki)

Das am häufigsten durchgeführte Narkosemonitoring ist die rein klinische Überwachung des Patienten. Anzeichen unzureichender Narkosetiefe sind:
- Anstieg der Herzfrequenz um 20 %
- Anstieg des MAP (mittleren arteriellen Blutdruck) um 20 %
- Tränenfluss
- Bewegungen des Patienten (wenn keine neuromuskuläre Blockade vorliegt)
- Schwitzen des Patienten

Zur Zeit der Äthernarkosen wurde die Narkosetiefe anhand eines Schemas bestimmt, das Guedel 1920 veröffentlichte (▶ Abb. 34.4).

Obwohl die Reaktion auf moderne Inhalationsanästhetika sehr ähnlich ist, kann das Guedel-Schema heute so nicht mehr angewendet werden, da nur in den seltensten Fällen Anästhesien mit einem Inhalationsanästhetikum als Monoanästhetikum ohne Prämedikation durchgeführt werden. Mithilfe von Induktionsanästhetika werden die Stadien 1 und 2 übersprungen. Auch sind die Atmung durch die Relaxation und die Pupillenweite durch den Einfluss von Opioiden bei modernen Narkosen als Beurteilungskriterium im Sinne des Guedel-Schemas nicht zu verwerten.

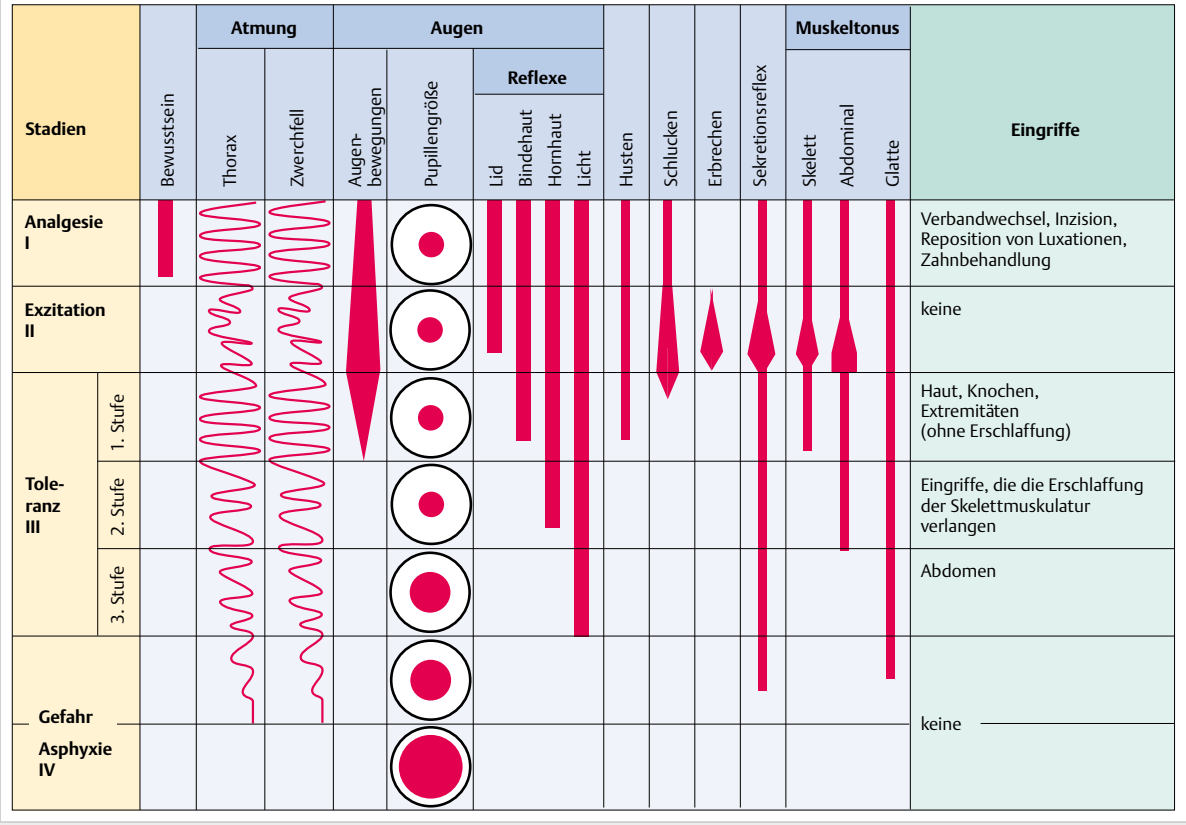


Abb. 34.4 Schema zur Narkosetiefe. (nach Guedel 1920)

EEG und Bispektralindex

Vermehrt wird auch ein apparatives Monitoring der „Narkosetiefe" eingesetzt. Dies beruht auf einer globalen Messung der Hirnfunktion, dem Elektroenzephalogramm (EEG). Sämtliche Anästhetika beeinflussen das EEG dosisabhängig. In der Klinik anwendbar sind z. B. die durch Sinnesreize auslösbaren Nervenreaktionsmuster (akustisch evozierte Potenziale) und die spezielle Auswertung eines Mehrkanal-EEG, der Bispektralindex.

Bei der Ableitung akustisch evozierter Potenziale wird die Nervenleitung eines am Ohr erzeugten Geräusches mit am Kopf platzierten Elektroden überwacht. Mit zunehmender Narkosetiefe verlangsamt sich die Nervenleitung und die Stärke des Signals wird verringert.

Die durch Spektralanalyse der EEG-Kurven eines Mehrkanal-EEGs erhaltenen typischen Werte (spektrale Eckfrequenz oder Mediafrequenz) korrelieren genau wie der Bispektralindex (z. B. BIS-Wert) mit den Plasmakonzentrationen von Anästhetika und lassen Rückschlüsse auf die Wahrscheinlichkeit motorischer Reaktionen zu. In der Klinik hat sich z. B. der Bispektralindex durchgesetzt, da zu dessen Bestimmung inzwischen sehr handliche Geräte zur Verfügung stehen (▶ Abb. 34.5).

▶ **Messung des bispektralen Index.** Zur Messung des bispektralen Index werden 3 Elektroden bzw. eine Dreifachelektrode am Gesichtsschädel des Patienten angebracht. Der BIS-Wert ist eine parameterfreie Zahl zwischen 100 (wach) und 0 (keine Aktivität) und korreliert mit dem Verlust und Wiedererlangen des Bewusstseins. Leider ist die Streuung der Werte sehr groß und der Vorhersagewert des BIS-Monitorings für sich anbahnende Wachheitszustände niedrig, sodass sie auch mit diesem Verfahren nicht sicher unterdrückt werden können. Das bedeutet:

Merke

Steigt der BIS-Wert plötzlich bei einem stärkeren operativen Stimulus, ist der Patient schon wach!

Der klinische Wert des apparativen Monitorings der Narkosetiefe wird zurzeit sehr kontrovers diskutiert. Ein Hauptkritikpunkt an den handlichen Geräten ist, dass die genauen Algorithmen, mit denen z. B. der BIS-Wert berechnet wird, von den produzierenden Firmen nicht veröffentlicht werden. Des Weiteren sind diese Algorithmen für die totale intravenöse Anästhesie ausgelegt und der Vorhersagewert für die Inhalationsanästhesie ist umstritten.

Abb. 34.5 Aus dem EEG lässt sich durch die Bispektralanalyse die Narkosetiefe ablesen. (Spacelabs Healthcare GmbH)

Relaxometrie

Die Relaxometrie überprüft eine andere Komponente der Anästhesie: die Relaxation der quergestreiften Skelettmuskulatur. Das Prinzip der Relaxometrie beruht darauf, dass die motorische Antwort eines Muskels auf eine elektrische Reizung des zugehörigen Nervs gemessen wird. Je stärker die Antwort des Muskels, desto weniger ist der Muskel relaxiert. Meist wird wegen der einfachen Zugänglichkeit der M. abductor pollicis über den N. ulnaris stimuliert.

Werden nur Einzelreize (Single Twitch) gesetzt, muss vor der Narkoseeinleitung eine Eichung des Relaxometers erfolgt sein. Um eine maximale Antwort eines Muskels zu erhalten, würde eine Stimulation mit 40 mA ausreichen. Da sich aber unter einer Anästhesie z. B. die Hautwiderstände ändern, wird meist eine supramaximale Stimulation mit 60 mA empfohlen. Da diese Reizung als sehr unangenehm empfunden wird, sollte sie nur am anästhesierten Patienten durchgeführt werden.

Train-of-Four (TOF)

Intraoperativ und zur Ausleitung kann jederzeit der Relaxierungsgrad mit dem Train-of-Four, einer Folge von 4 Einzelreizen, kontrolliert werden (▶ Abb. 34.6 u. ▶ Abb. 34.7). Bei einer Relaxation mit nicht depolarisierenden Muskelrelaxanzien wird die Reizantwort im Verlauf der 4 Reize schwächer. Wird der 4. mit dem 1. Reiz verglichen (T_4/T_1), erhält man die Train-of-Four-Ratio (TOFR), den Relaxierungsgrad.

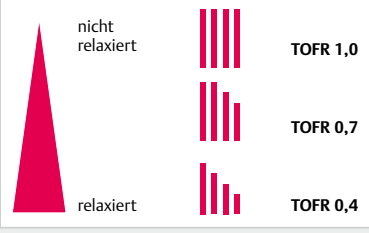


Abb. 34.6 TOF beim Nichtdepolarisationsblock.

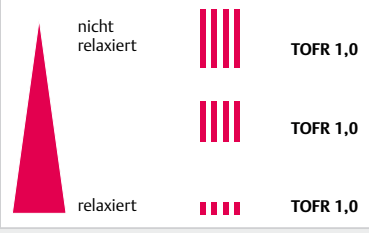


Abb. 34.7 TOF beim Depolarisationsblock.

Abb. 34.8 Bei der Akzelerometrie wird die Daumenbewegung gemessen.

▶ **Train-of-Four-Ratio (TOFR).** Der Relaxierungsgrad entspricht in etwa der Belegung der Acetylcholinrezeptoren mit Muskelrelaxans. Bei noch zu 70 % belegten Rezeptoren beträgt die TOFR bereits 1,0. Menschen benötigen also nur etwa 30 % ihrer Acetylcholinrezeptoren für eine ausreichende Muskelkraft. Ein Patient mit einer TOFR < 0,9 hat ein erhöhtes Risiko einer postoperativen pulmonalen Aspiration.

Die TOFR kann visuell/taktil oder apparativ bestimmt werden. Visuell oder taktil kann lediglich eine TOFR von 0–0,5 erkannt werden. Die apparative Messung der Beschleunigung bei der Daumenbewegung heißt Akzelerometrie (▶ Abb. 34.8). Es kann so die TOFR im Bereich 0–1 bestimmt werden.

▶ **Double Burst (DBS).** Visuell oder taktil kann eine TOFR bis 0,7 mithilfe des Double Burst (DBS) gemessen werden. Der DBS setzt sich aus zwei 50-Hz-Salven („Burst") zusammen, die aus je 3 Einzelreizen bestehen. Eventuell bestehende Restblockaden (TOFR < 0,9) können zu relevanten Hypoxieproblemen im Aufwachraum führen. Bei modernen Geräten mit einem Beschleunigungsmesser kann der Verlauf der Daumenbewegung ziemlich exakt bestimmt werden. Restblockaden bis 0,9 werden so detektiert.

▶ **Tetanischer Reiz.** Restblockaden von 0,7–1 lassen sich alternativ mit dem tetanischen Reiz erkennen. Der tetanische Reiz ist eine Stimulation mit hoher Frequenz (50–100 Hz), bei der die Einzelreizantworten zu einer Dauerkontraktion verschmelzen. Kann diese Dauerkontraktion über 5 s aufrechterhalten werden, sind mindestens 40 % der Acetylcholinrezeptoren frei von Muskelrelaxanzien.

Posttetanic Count (PTC)

Der Posttetanic Count dient dazu, besonders tiefe Relaxationen zu überprüfen, wenn beim TOF keine Reizantwort vorhanden ist. Bei der tetanischen Stimulation für 5 s wird Acetylcholin im synaptischen Spalt angereichert, damit das Muskelrelaxans zeitweilig von den Rezeptoren verdrängt wird. Folgende Einzelstimulationen können wieder eine Reizantwort auslösen.

Anders ist die Situation bei Succinylcholin, einem depolarisierenden Muskelrelaxans. Beim TOF, DBS und Tetanus nimmt die Reizantwort gleichmäßig ab. Hier wird ein Vergleichswert beim unrelaxierten Patienten benötigt.

Klinische Zeichen der Restrelaxation

Klinische Zeichen einer Restrelaxation können sein:

- flache, schnelle Atemzüge
- Schaukelatmung
- Kopf kann keine 5 s angehoben werden
- unkontrollierte Massenbewegungen des Patienten

Merke

Die Relaxometrie gehört heute zum Standardmonitoring, da eine Restrelaxierung nach Ausleitung und sich daraus ergebende pulmonale Komplikationen zu den 10 häufigsten Narkosekomplikationen gehören.

▶ **Therapie bei Restrelaxierung.** Es gibt 3 Strategien, eine Restrelaxierung zu therapieren:

1. Die Narkose aufrechterhalten, bis die Wirkung des Relaxans abgeklungen ist.
2. Eine Antagonisierung durch die Gabe von Neostigmin, welches die Konzentration von Acetylcholin im synaptischen Spalt erhöht. Das Acetylcholin verdrängt das Relaxans von den Rezeptoren. Die Gefahr ist, dass das Relaxans länger wirkt als das Antidot und es zu einer Rerelaxierung kommt.
3. Das nicht depolarisierende Muskelrelaxans Rocuronium kann spezifisch antagonisiert werden durch das Medikament Sugammadex. Sugammadex bindet das Rocuronium sterisch – enkapsuliert es – und der Komplex wird v. a. renal ausgeschieden.

34.2.3 Lagerungsmaßnahmen

Für die Lagerung des Patienten sind der Anästhesist und der Chirurg gemeinsam zuständig und verantwortlich (s. a. spezielle Lagerungsmaßnahmen in den Kap. 41–48 zur fallorientierten Pflege in der Anästhesie). Es sollte ein Kompromiss gefunden werden aus möglichst optimaler Lagerung für die Operation und möglichst geringer Wahrscheinlichkeit für Lagerungsschäden.

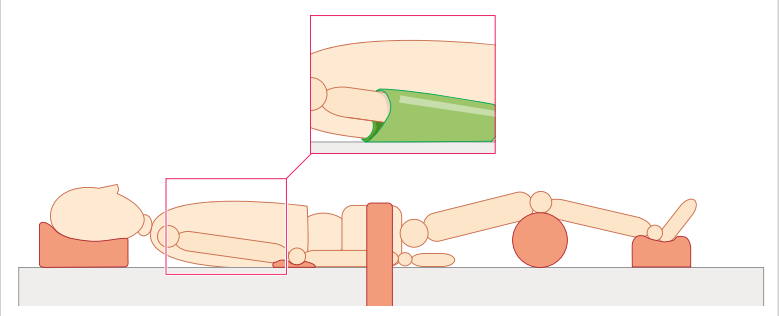


Abb. 34.9 Korrekte Rückenlage mit angelagerten Armen: Bauch-/Beckengurt, Arme sind in Neutralstellung, N. ulnaris ist frei/gepolstert, Fersen und Hinterkopf sind gepolstert, evtl. Knierolle. Ein Tuch oberhalb des Ellenbogengelenks dient zur Fixierung des Arms (s. Ausschnitt).

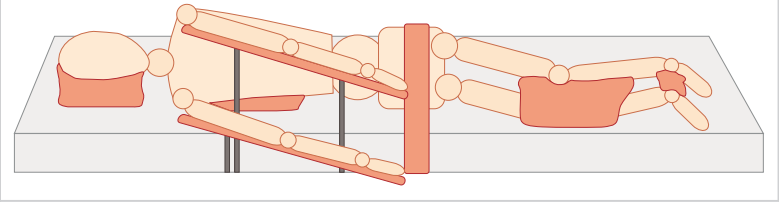


Abb. 34.10 Korrekte Seitenlagerung: Bauch-/Beckengurt, Beine und Arme sind gepolstert (nie Haut auf Haut), der Thorax unterstützt, das Ohr ist frei in einem Kopfring gelagert, der Kopf wird unterstützt. Patient mit gepolsterten Riemen und/oder am Operationstisch befestigten Stützen fixieren (Beckengurt allein reicht nicht).

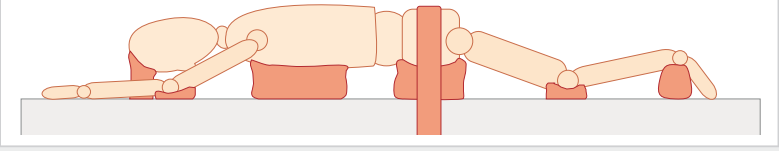


Abb. 34.11 Korrekte Bauchlagerung: Bauch-/Beckengurt, Augen, Nase, Ohren und Hals sind frei, der Kopf wird unterstützt, Brustkorb und Becken sind unterpolstert, Bauch, Penis und Skrotum sind frei, die Unterschenkel sind unterpolstert, Arme werden angelagert oder nach vorne ausgelagert (Cave: Plexus brachialis!).

Die Rückenlage, in der die meisten Operationen durchgeführt werden, bietet keine Einschränkung für die Wahl des Anästhesieverfahrens (▶ Abb. 34.9). Seiten- (▶ Abb. 34.10), Bauch- (▶ Abb. 34.11), Kniehock-, sitzende oder Kopftieflage sind für den wachen Patienten sehr unangenehm und deshalb häufig nur in Allgemeinanästhesie tolerierbar. Die Steinschnittlage (S. 783) ist für kürzere Eingriffe auch in Regionalanästhesie tolerabel.

Grundregeln jeder Lagerung

Die folgenden Grundprinzipien sollten bei jeder Lagerung beachtet werden:

▶ **Bequemheit.** Ist dem Patienten die Lagerung schon vor Narkoseeinleitung unbequem, sollte sie vor Narkoseeinleitung optimiert werden. Häufig reicht ein zusätzliches Kissen unter dem Kopf, eine Knierolle zur Rückenentlastung in Kombination mit Fersenpolstern oder eine geringfügige Änderung der Armlagerung.

▶ **Nervenschäden.** Stellen, an denen Nerven sehr oberflächlich verlaufen, sollten besonders sorgfältig gelagert und gepolstert werden, damit es dort nicht zu Druckschäden mit Nervenausfällen kommt.

▶ **Überprüfung.** Gerade bei langen Operationen müssen die Patienten sehr sorgfältig gelagert werden und die Lagerung sollte in regelmäßigen Abständen überprüft und korrigiert werden, besonders nach Manipulationen des Chirurgen am Patienten, die eine Lageänderung bewirken können.

▶ **Hilfsmittel.** Wenn möglich, sollte der Patient an keiner Stelle über den Operationstisch hinausragen. Abhilfe kann geschaffen werden mit einer Kopfverlängerung, Armschalen, die unter den Patienten geschoben werden, oder am Operationstisch befestigten Armstützen.

▶ **Empfindliche Stellen.** Bei jeder Lagerungsart müssen Augen, Ohren, Nase, Kehlkopf, Genitalien und Abdomen frei, geschützt oder sehr gut gepolstert sein.

Wird der Patient in Narkose gelagert, ist auf die folgenden Punkte zu achten:

▶ **Lagerungsänderung.** Eine Lagerungsänderung wird nie ohne den Anästhesisten durchgeführt. Es müssen genügend Helfer vorhanden sein (mind. 3). Der Endotrachealtubus muss bei Lagerungsänderungen gut fixiert sein und die Tubuslage nach Umlagerung kontrolliert werden.

▶ **Armauslagerung.** Werden die Arme ausgelagert, sollten sie nicht dorsal der Schulter und im Schultergelenk in einem Winkel von weniger als 90 ° gelagert sein. Wird nur ein Arm ausgelagert, wird der Kopf des Patienten zur ausgelagerten Seite gedreht, um eine Zerrung des Plexus brachialis zu vermeiden.

Lagerungsbedingte physiologische Veränderungen

Bestimmte Lagerungen bedingen entsprechende physiologische Veränderungen:

- Rückenlage: eingeschränkte funktionelle Residualkapazität der Lunge
- Bauchlage:
  - eingeschränkte Beweglichkeit des Zwerchfells
  - eingeschränkter venöser Rückstrom bei Druck auf das Abdomen
  - als Folge: Abnahme des Herzzeitvolumens (HZV)
- Seitenlage:
  - ungünstiges Ventilations-Perfusions-Verhältnis der Lunge
  - untere Lunge schlechter belüftet
  - obere Lunge schlechter durchblutet

Merke

Drücken Lagerungskissen auf das Abdomen, kann der venöse Rückstrom eingeschränkt werden und das HZV abfallen.

Mögliche lagerungsbedingte Haut- und Nervenschäden sind in ▶ Tab. 34.1 dargestellt.

Tab. 34.1 Lagerungsbedingte Haut- und Nervenschäden.

Schaden	mögliche Ursache
Verbrennungen	• Elektrokauter oder Wärmematten, z. B. bei feuchter OP-Wäsche (s. u.)
Druckstellen oder Dekubiti der Haut an exponierten Körperstellen: • in Rückenlage: Hinterkopf, Schulterblätter, Kreuzbein, Ellenbogen und Fersen • in sitzender Lage: Hinterkopf, Ellenbogen, Kreuzbein und Fersen • in Seitenlage: Ohr, Gesicht, Schulter, Hüfte, Knie und Zehen • in Bauchlage: Gesicht, Augen, Nase, Thorax, Becken, Knie und Fußrücken	• ungepolsterter, hoher Auflagedruck • Falten in der OP-Tisch-Wäsche • feuchte OP-Wäsche (z. B. Desinfektionslösung, Infusionslösung, Blut, Urin) • lange OP-Dauer • Risikofaktoren beim Patienten: ◦ Kachexie ◦ Adipositas ◦ erhöhte/verminderte Körpertemperatur ◦ Zentralisation ◦ atrophische Hautkrankheiten ◦ Ödeme
Parästhesien oder Lähmungen von exponierten Nerven: • der Arme: Plexus brachialis, **N. ulnaris**, N. radialis, N. medianus • der Beine: N. femoralis, N. tibialis, **N. peroneus**, N. fibularis communis	• Druck oder Zug auf einzelne Nervenbündel oder Nerven z. B. durch: ◦ ausgelagerte Arme über 90 ° oder unter Körperniveau in Rückenlage ◦ Herunterfallen eines Armes ◦ Druck durch Kanten (z. B. Armausleger, OP-Tisch, Beinschalen) ◦ zu hohe oder falsch positionierte Lagerungskissen • überhängende Fersen

34.2.4 Narkoseführung

Eine Anästhesie wird in 3 Phasen unterteilt:
- Narkoseeinleitung
- Narkoseaufrechterhaltung
- Narkoseausleitung

Siehe auch Kap. Pharmakologie (S. 618).

Narkoseeinleitung

Die Narkoseeinleitung ist die Phase der Allgemeinanästhesie, in der
- die Identität des Patienten mit der geplanten Operation und dem Narkoseverfahren abgeglichen wird,
- das geplante Monitoring angeschlossen wird,
- die Anästhesie begonnen wird,
- die Atemwege gesichert werden.

Merke

Anästhesietypische Komplikationen (z. B. Atemwegsprobleme) treten gehäuft in der Einleitungsphase auf und fordern in dieser Phase eine erhöhte Aufmerksamkeit.

Vor der Einleitung der Allgemeinanästhesie sollte der Patient – wenn möglich – präoxygeniert (S. 650) werden. Allgemeinanästhesien können inhalativ oder durch Injektion von intravenösen Anästhetika eingeleitet werden. Kleine Kinder werden häufiger inhalativ eingeleitet, damit vor Beginn der Anästhesie kein venöser Zugang gelegt werden muss.

► **Inhalationseinleitung.** Zur inhalativen Einleitung atmet der Patient über die Gesichtsmaske ein Gemisch aus Sauerstoff und Inhalationsanästhetikum mit einem Frischgasfluss von mind. 6 l, damit viel Anästhetikum in einer kurzen Zeit über die Lunge aufgenommen wird. Am besten für die inhalative Einleitung ist Sevofluran geeignet, da die anderen Anästhetika entweder langsamer anfluten (z. B. Halothan, Enfluran) oder unangenehm riechen bzw. die Atemwege reizen (z. B. Isofluran, Desfluran).

► **Intravenöse Einleitung.** Üblicher ist bei erwachsenen Patienten die intravenöse Narkoseeinleitung. Die Auswahl des Induktionsanästhetikums richtet sich dabei nach Vorerkrankungen des Patienten und dem geplantem Narkoseverlauf. Siehe Kap. „Intravenöse Anästhetika“ (S. 624).

► **Intubationsnarkose.** Soll eine Intubationsnarkose durchgeführt werden, wird der Patient in den meisten Fällen relaxiert, um die Intubationsbedingungen zu verbessern. Auch die Wahl des Muskelrelaxans richtet sich nach Vorerkrankungen des Patienten und der Länge des operativen Eingriffs. Bei einer Maskenbeatmung und für das Einsetzen einer Larynxmaske braucht der Patient nicht relaxiert zu werden.

Merke

In den meisten Fällen wird noch vor der Injektion des Induktionsanästhetikums ein Opioid zur Analgesie gegeben, da die Intubation ein stärkerer Stimulus als der Hautschnitt ist.

► **Ileuseinleitung.** Eine besondere, sehr standardisierte Form der Narkoseeinleitung ist die Ileuseinleitung, auch als Blitzintubation, Crush-Einleitung, Rapid Sequence Induction (RSI) (S. 707) bezeichnet. Sie sollte bei allen aspirationsgefährdeten Patienten durchgeführt werden.

Narkoseaufrechterhaltung

Die Aufrechterhaltung der Allgemeinanästhesie kann durch Inhalations- oder intravenöse Anästhetika erfolgen. Als intravenöse Anästhetika, die repetitiv gegeben werden können, stehen das Ketamin (z. B. Ketanest) und Propofol (z. B. Disoprivan) zur Verfügung. Propofol wird meist kontinuierlich über eine Spritzenpumpe zugeführt.

Während Ketanest auch eine analgetische Wirkung hat, wird Propofol meist mit einem Opioid kombiniert. Bei einer kontinuierlichen Opioidgabe wird Propofol z. B. mit Sufentanil (z. B. Sufenta), Alfentanil (z. B. Rapifen) oder Remifentanil (z. B. Ultiva) kombiniert, repetitiv z. B. mit Fentanyl (z. B. Fenanyl-Janssen), Sufentanil oder Alfentanil.

► **Volatile Anästhetika.** Verbreitet ist die Narkoseaufrechterhaltung mittels volatiler Anästhetika. Je nach Vorerkrankung wird ein volatiles Anästhetikum ausgewählt. Alle volatilen Anästhetika können mit Lachgas kombiniert werden. In dieser Phase wird bei der Inhalationsanästhesie ein geringerer Frischgasfluss gewählt, um nicht so viel volatiles Anästhetikum zu verbrauchen. Bei einem Frischgasfluss von ≤ 1 l spricht man vom Low-Flow-Verfahren, bei einem Frischgasfluss von ≤ 0,5 l handelt es sich um ein Minimal-Flow-Verfahren.

Vorteile eines niedrigen Frischgasflusses sind:
- geringere Wasser- und Wärmeverluste über die Atemluft
- Kostenersparnis durch geringeren Verbrauch volatiler Anästhetika
- geringere Schädigung der Ozonschicht durch reduzierten Verbrauch volatiler Anästhetika

Der wichtigste Nachteil eines niedrigeren Frischgasflusses ist, dass es sich um ein weniger reagibles System handelt.

Wird Lachgas zugesetzt, wird Sauerstoff mit Lachgas im Verhältnis von 1:2 gemischt. Zu diesem Gemisch kommt dann noch ein weiteres Inhalationsanästhetikum. Der Sauerstoffanteil sollte aus Sicherheitsgründen nicht unter 30 % sinken. Wird kein Lachgas verwendet, wird Sauerstoff mit Luft gemischt.

Während der Narkoseaufrechterhaltung gilt es, Narkosekomplikationen zu vermeiden, früh zu erkennen und zu behandeln. Außerdem werden die Vitalparameter des Patienten stabilisiert und operative Komplikationen (z. B. Blutungen) behandelt. Die Narkosetiefe ist ständig zu beurteilen und den Erfordernissen anzupassen.

Narkoseausleitung

Die Narkoseausleitung ist ebenfalls eine Phase, in der gehäuft mit anästhesietypischen Komplikationen zu rechnen ist. Es gilt nun zu beurteilen, auf welche Station (Intensiv-, Wach- oder periphere Station) der Patient postoperativ verlegt und zu welchem Zeitpunkt die Extubation sicher durchgeführt werden kann.

Extubationskriterien sind:
- suffiziente Spontanatmung (konst. Endexpiratorisches CO_2 von < 45 mmHg, TV = 5 ml/kgKG, AF > 10)
- wiedererlangte bzw. erhaltene Reflexe
- Reaktion auf Ansprechen (z. B. Augen öffnen auf Aufforderung)
- bei Relaxometrie: TOFR > 0,9

Die Narkose wird dadurch beendet, dass keine weiteren Anästhetika mehr zugeführt werden. Zur Ausleitung sollte noch eine ausreichende Wirkung der intraoperativ verabreichten Analgetika vorhanden sein. Ist dies nicht der Fall, kann die postoperative Schmerztherapie, z. B. mit langwirksamen Opioiden, während der Ausleitung begonnen werden.

Merke

Wird der Patient nachbeatmet und auf die Intensiv- oder Wachstation mit einem Beatmungsplatz verlegt, erfolgt die Narkoseausleitung erst auf der entsprechenden Station.

34.2.5 Atemwegsmanagement

In der Allgemeinanästhesie ist die Sicherung der Atemwege ein essenzieller Bestandteil der Narkoseführung. Siehe hierzu Kap. Vorbereitung und Narkoseeinleitung des Patienten im OP (S. 702). Die häufigsten Anästhesiezwischenfälle sind Atemwegskomplikationen. Besonders risikoreich ist dabei die Phase der Narkoseeinleitung: Nach der INSERM-Studie (Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale) kommt es in bis zu 4 % der Narkoseeinleitungen zu Atemwegskomplikationen.

Merke

Das Atemwegsmanagement beginnt schon im Prämedikationsgespräch, wenn der Anästhesist das Narkoseverfahren festlegt.

Kontraindikationen für eine Masken- bzw. Larynxmaskennarkose bestehen bei:
- einem erhöhten Aspirationsrisiko:
  - Schwangere ab der 12. SSW
  - sehr adipöse Patienten (BMI > 30)
  - gastroösophagealer Reflux
  - Ileus
  - nicht nüchterner Patient
  - alle Zustände mit verzögerter Magenentleerung
- Operationen, bei denen eine Relaxation erforderlich ist
- lang dauernden Eingriffen (> 1 h, relative Kontraindikation)
- speziellen Lagerungen

Anzeichen für eine schwierige Intubation können sein:
- Einschätzung nach Mallampati (S. 681)/ Cormack: 3–4 (S. 653)
- thyreomentaler Abstand < 6 cm
- kurzer Hals
- Adipositas
- zurückliegendes, fliehendes Kinn
- Fehlbildungen im Gesichts-, Pharynx- oder Larynxbereich
- Z. n. Tracheotomie
- eingeschränkte Mundöffnung
- eingeschränkte bzw. aufgehobene Beweglichkeit der Halswirbelsäule
- Voroperationen im Pharynx- oder Larynxbereich

Merke

Vor jeder Einleitung einer Allgemeinanästhesie sollte eine Präoxygenierung des Patienten durchgeführt werden.

Präoxygenierung

Die Präoxygenierung ist ein einfaches und kostengünstiges Verfahren, das bei geplanter Apnoe die Zeit bis zum Auftreten einer Hypoxämie verlängert.

Bei der Präoxygenierung wird dem Patienten die Beatmungsmaske des Narkosesystems *dicht* auf das Gesicht aufgesetzt. Der Patient atmet für mind. 3 min oder mind. 4 maximal tiefe Atemzüge reinen Sauerstoff, der mit einem Frischgasfluss von mind. 8 l/min dem Beatmungssystem zugeführt wird.

Durch die Präoxygenierung wird aus den Lungen, v. a. aus der funktionellen Residualkapazität, FRC (S. 654), der Stickstoff ausgewaschen und durch Sauerstoff ersetzt. Bei einer Apnoe verlängert sich so die Zeit bis zum Abfallen der Sauerstoffsättigung im Blut um das 3- bis 4-Fache. Viele Patienten bevorzugen es, die Maske selbst zu halten, um den Sauerstoff zu inhalieren.

Merke

Auch wenn der Patient die Maske selbst hält, muss auf einen dichten Sitz der Maske geachtet werden, um das Ansaugen von Raumluft zu verhindern.

Beatmung

Verliert ein Patient in Rückenlage (z. B. nach Injektion des Einleitungshypnotikums) das Bewusstsein, verlegen sich meist seine Atemwege durch das Zurückfallen der Zunge (▶ Abb. 34.12).

Sind die Atemwege frei, kann der Patient z. B. über eine Gesichtsmaske beatmet werden. Das Tidalvolumen sollte max. 10 ml/kgKG pro Atemzug betragen.

Ein Beatmungsdruck von 20 mmHg soll nicht überschritten werden, damit der untere Ösophagussphinkter nicht aufgedehnt und Luft in den Magen insuffliert wird. Die Maskenbeatmung stellt keinen gesicherten Atemweg dar. Eine Aspirationsgefahr ist nicht ausgeschlossen.

Schwierige Maskenbeatmung

In den ersten Sekunden einer schwierigen Maskenbeatmung gilt der folgende Handlungsablauf:
1. Hilfe dazu rufen.
2. Maske mit beiden Händen halten, 2. Person am Beatmungsbeutel.
3. Maske mit 3 Händen halten, 2. Person hält Maske und Beutel.
4. Problem suchen.
5. Problem spezifisch lösen.

Schwierigkeiten bei der Maskenbeatmung können folgende Ursachen haben:
- Vollbart
- kurzer Hals, fliehendes Kinn
- nicht passende Maske (Leckage)
- obstruierende Fremdkörper
- Broncho-, Laryngospasmus
- Verlegung der Atemwege durch die Zunge
- nicht ausreichende Narkosetiefe

Problemlösungen können sein:
- Bart großflächig mit Pflaster abkleben.
- Mund inspizieren.
- Lagerung optimieren.
- Esmarch-Handgriff anwenden.
- Guedel-, Wendl-Tubus verwenden.
- Narkose vertiefen.
- Laryngospasmus medikamentös therapieren (Succinylcholin).
- Bronchospasmus medikamentös therapieren.
- Maske wechseln.
- Maske beidhändig halten.
- Larynxmaske einsetzen.

Larynxmaske

Eine Alternative zur Maskenbeatmung ist das Einsetzen einer Kehlkopf- bzw. Larynxmaske. Auch bei dieser Form der Beatmung ist der Atemweg nicht vollständig gesichert. Einige Autoren empfehlen, den Patienten nicht zu relaxieren und ihn, wenn möglich, über die Larynxmaske spontan atmen zu lassen.

Die Larynxmaske wird nach folgendem Schema eingeführt:
1. Kopf mit der linken Hand überstrecken (▶ Abb. 34.13a).
2. Larynxmaske mit der Öffnung zur Zunge hin einführen: Larynxmaske mit dem Zeigefinger der rechten Hand zwischen Tubusstück und Cuff, am harten Gaumen entlang in den Pharynx bis zu einem leichten Widerstand einführen (▶ Abb. 34.13b).
3. Am Tubusstück mit der linken Hand nachschieben (▶ Abb. 34.13c).
4. Cuff mit der erforderlichen Menge Luft blocken; Larynxmaske in situ (▶ Abb. 34.13d).

Merke

Die Intubation mit einem blockbaren Tubus ist das einzige Verfahren zur Sicherung der Atemwege, das eine Aspiration verhindern kann.

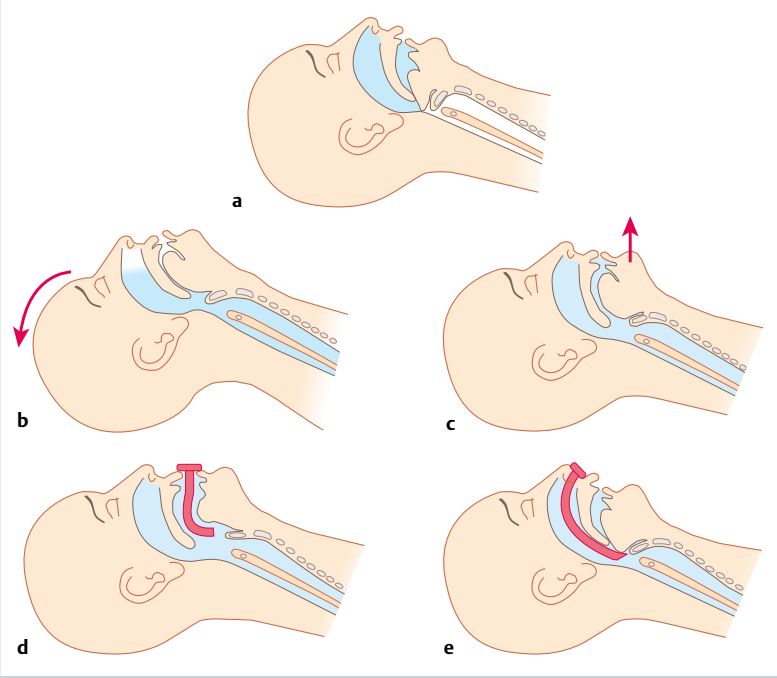


Abb. 34.12 Verlegte Atemwege.
a Verlegung der Atemwege durch die Zunge. Die Atemwege können einfach freigehalten werden, indem
b der Kopf überstreckt,
c der Unterkiefer nach vorne oben angehoben wird (Esmarch-Handgriff), oder
d ggf. ein oropharyngealer (Guedel-)Tubus oder
e ein nasopharyngealer Wendl-Tubus eingelegt wird.

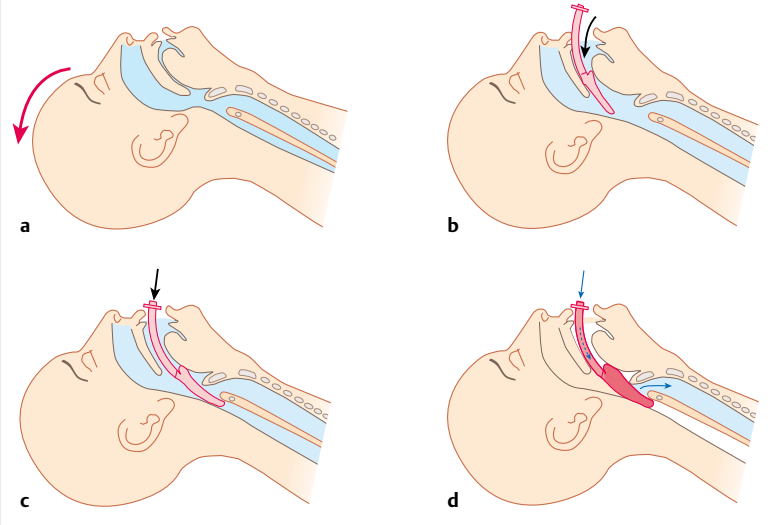


Abb. 34.13 Einführen der Larynxmaske.
a Kopf überstrecken.
b Larynxmaske einführen.
c Larynxmaske nachschieben.
d Cuff blocken.

Larynxtubus

In der Notfallmedizin wird auch der Larynxtubus verwendet. Es handelt sich um einen steifen, kurzen, vorgebogenen Tubus, der 2 hintereinandergeschaltete blockbare Cuffs hat und primär in den Ösophagus eingeführt wird. Der untere Cuff dichtet den Ösophagus ab, der obere Cuff sitzt im Pharynx. Ventiliert wird durch eine Öffnung, die zwischen den beiden Cuffs sitzt. Der Aspirationsschutz ist besser als bei einer Larynxmaske, aber schlechter als beim Endotrachealtubus.

Intubation

Zur Intubation wird häufig der Kopf leicht erhöht in der verbesserten Jackson- oder Schnüffelposition gelagert. Die Achse des Sichtweges des Anästhesisten, die Larynxachse und die Pharynxachse werden einander angenähert und damit die Intubation erleichtert. Trotzdem kann es manchmal sinnvoll sein, das untergelegte Kissen für die Intubation zu entfernen, wenn die Stimmritze nicht gut einzusehen ist. In vielen Kliniken wird der Macintosh-Spatel routinemäßig eingesetzt. Für besondere Intubationssituationen oder wenn die Stimmritze des Patienten nicht einzusehen ist, stehen weitere Spatelformen zur Verfügung, siehe ▶ Abb. 8.29.

Die Intubation geschieht nach folgendem Schema:

▶ **1. Schritt.** Zur Intubation wird der Kopf leicht überstreckt (▶ Abb. 34.14a).

▶ **2. Schritt.** Der Mund wird mit der rechten Hand mit dem Kreuzgriff geöffnet und das Laryngoskop mit der linken Hand im rechten Mundwinkel so eingeführt, dass die Zunge nach links verdrängt wird. Dann wird das Laryngoskop vorsichtig unter Sicht soweit eingeführt, bis die Spitze des Laryngoskops in der Falte zwischen Zungengrund und Epiglottis liegt (▶ Abb. 34.14b).

▶ **3. Schritt.** Das Laryngoskop wird nun in Griffrichtung und etwas nach oben gezogen, ohne dabei die Schneidezähne zu berühren.

Merke

Diese Bewegung ist keine Hebelbewegung! Dadurch wird der Kehldeckel angehoben und die Sicht auf die Stimmritze frei (▶ Abb. 34.14c).

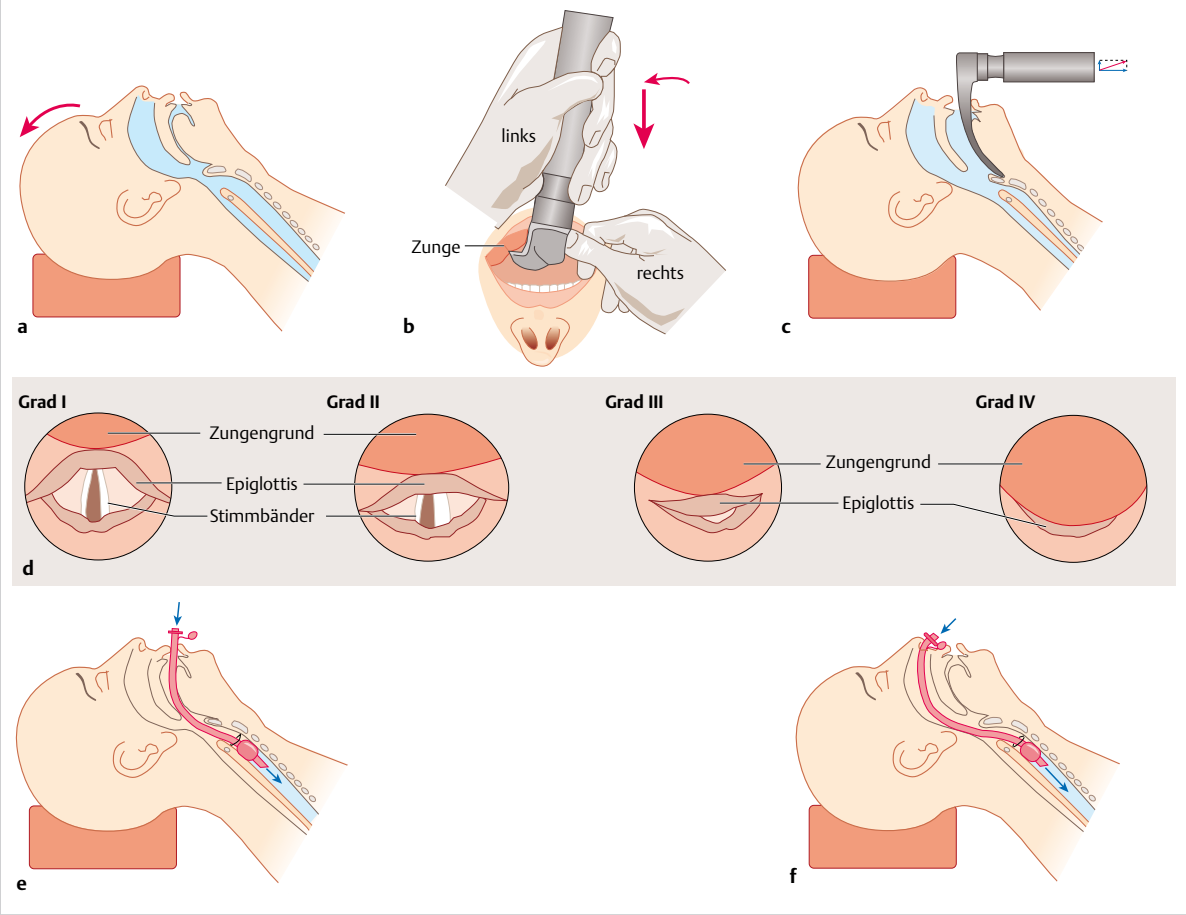


Abb. 34.14 Intubation.
a Überstrecken des Kopfes.
b Einführen des Laryngoskops.
c Anheben des Kehldeckels.
d Sicht auf die Stimmritze nach Cormack Grad I bis IV.
e Orotrachealer Tubus in situ.
f Nasotrachealer Tubus in situ.

► **4. Schritt.** Ist die Stimmritze nicht gut einzusehen (Cormack Grad II bis IV, ► Abb. 34.14d), gibt es verschiedene Möglichkeiten, die Sicht zu optimieren:

- Durch Druck eines Helfers auf den Schildknorpel des Kehlkopfes nach hinten oben rechts ist die Stimmritze mehr in die Blickachse des Intubierenden zu bringen („BURP-Manöver": Backward-upward-rightward-Pressure).
- Der Intubierende verlagert den Kehlkopf durch Druck von außen mit der rechten Hand so lange im Bezug zum Laryngoskop, bis er die optimale Einstellung erhalten hat und lässt diese Position für die Intubation von einem Helfer übernehmen, um die rechte Hand zur Führung des Tubus frei zu haben („OELM-Manöver": Optimizing external laryngeal Manipulation). Abzugrenzen ist von diesen Manövern der Sellick-Handgriff (S. 708).

► **5. Schritt.** Der Endotrachealtubus wird nun im rechten Mundwinkel eingeführt und vorsichtig so weit durch die offene Stimmritze vorgeschoben, bis der Cuff sicher hinter der Stimmritze verschwunden ist. Der Cuff wird geblockt, das Laryngoskop aus dem Mund entfernt und die Tuslage durch Auskultation überprüft (► Abb. 34.14e).

► **6. Schritt.** Bei manchen Operationen im Mund-Rachen-Bereich ist eine nasale Intubation notwendig. Dabei wird vor der Laryngoskopie der Tubus durch ein Nasenloch in den Oropharynx vorgeschoben. Dann wird wie gewohnt laryngoskopiert und der Tubus mithilfe einer Magill-Zange in der Trachea platziert. Dabei sollte der Cuff nicht gefasst werden. Kontraindikationen für eine nasotracheale Intubation sind z. B.: Voroperationen im Nasen-Rachen-Bereich mit Einengung des hinteren Nasenausganges und Schädelbasisfrakturen (► Abb. 34.14f).

Fiberoptische Intubation

Wird eine schwierige Intubation erwartet, oder ist der Trachealeingang konventionell nicht einzusehen, ist eine fiberoptische Intubation eine sichere Alternative. Die fiberoptische Intubation kann wach oder schlafend sowie nasal oder oral mit Beißschutz durchgeführt werden. Für eine fiberoptische Intubation muss ein Patient nicht relaxiert sein.

Der Tubus wird über das Bronchoskop geschoben, dann wird das Bronchoskop unter Sicht vor die Stimmritze geführt. Das Bronchoskop wird vorsichtig durch die Stimmritze in die Trachea bis vor die Carina eingeführt und der Tubus dann unter Sicht über das Bronchoskop in die Trachea abgestreift. Der Tubus wird geblockt und die Lage fiberoptisch überprüft. Dann wird das Bronchoskop entfernt. Bei der fiberoptischen Wachintubation ist dabei eine Schleimhautanästhesie mit Lokalanästhetika erforderlich.

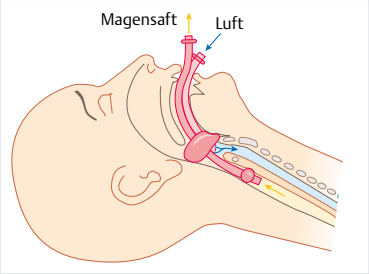


Abb. 34.15 Der Kombitubus hat 2 Lumina.

Kombitubus

Eine weitere Alternative zur konventionellen Intubation ist für den nicht Geübten und im Falle einer schwierigen Intubation der Einsatz eines Kombitubus oder Larynxtubus (s. o.).

Der Kombitubus ist ein zweilumiger Tubus, der sowohl in die Trachea als auch in den Ösophagus eingeführt werden kann. Zum Einführen des Kombitubus wird der Unterkiefer manuell angehoben und der Tubus ohne Hilfsmittel und ohne Sicht eingeführt. In über 90 % der Fälle liegt so die Spitze des Tubus und damit das längere Lumen im Ösophagus (► Abb. 34.15). Nun werden beide Cuffs geblockt. Der eine Cuff liegt im Ösophagus und dichtet diesen ab, der andere Cuff liegt im Pharynx und dichtet untere gegen obere Atemwege ab, sodass eine Beatmung über das kürzere Lumen möglich wird. Liegt der Kombitubus in der Trachea, kann das längere Lumen wie ein normaler Tubus genutzt werden.

Notfallkoniotomie

In seltenen Fällen ist weder eine Intubation noch eine Beatmung über eine Maske, Larynxmaske oder Kombitubus möglich: „Cannot-ventilate-cannot-intubate" (S. 720). Dies ist die schwerwiegendste Atemwegskomplikation. Sie tritt meist während der Einleitungsphase auf. Hier muss der Atemweg unverzüglich chirurgisch, d. h. mittels Notfallkoniotomie oder Notfalltracheotomie gesichert werden, um den Patienten vor dem Erstickungstod zu retten. Deshalb ist es sinnvoll, jeden Patienten vor Narkoseeinleitung zu präoxygenieren, da diese Zwischenfälle meistens unerwartet eintreten.

Für den Anästhesisten bietet sich die Notfallkoniotomie an, da die Risiken geringer sind und die richtige Stelle leichter aufzufinden ist.

Merke

Eine Koniotomie ist ein Notfallweg zu den unteren Atemwegen und darf nicht längere Zeit bestehen bleiben, sondern sollte bei längerer Beatmungsdauer in eine chirurgische Trachetomie umgewandelt und chirurgisch versorgt werden.

Bei der Notfallkoniotomie wird das Ligamentum conicum, das Band zwischen Schild- und Ringknorpel, durchtrennt. Wenn es zur Verfügung steht, kann ein Koniotomie-Set eingesetzt werden. Ist ein solches Set nicht vorhanden, reichen sterile Handschuhe, ein Skalpell und ein dünner Tubus (z. B. ID 6,0). Die Haut wird über dem Ligamentum conicum längs inzidiert, das Ligament quer durchtrennt, geweitet und der Tubus vorsichtig in die Trachea eingeführt und geblockt.

► **Handlungsablauf.** Für die Situation des schwierigen Atemweges gibt es, wie für jeden Anästhesiezwischenfall, feste Handlungsabläufe, welche der möglichen Alternativen zur Atemwegssicherung wann erwogen werden sollten. Werden Schwierigkeiten erwartet, sollte vor der Narkoseeinleitung eine kurze Besprechung aller Mitglieder des Anästhesieteams erfolgen, um die Aufgaben festzulegen.

Ein Algorithmus zum Management des schwierigen Atemweges ist in ► Abb. 39.1 abgebildet.

Spontanatmung und Beatmung

Eine Allgemeinanästhesie muss nicht zwingend mit einer Beatmung einhergehen. Sedierungen und Analgosedierungen erfolgen in Spontanatmung ohne Sicherung der Atemwege. Bei einer Maskennarkose kann der Patient entweder ohne Muskelrelaxierung assistiert oder kontrolliert manuell beatmet werden oder auch über die Maske spontan atmen.

Bei Verwendung der Larynxmaske wird die Anästhesie z. T. ohne Relaxierung in Spontanatmung durchgeführt, unter der Vorstellung, dass so das Aspirationsrisiko wesentlich geringer ist. Spontanatmung ist jedoch nur dann möglich, wenn eine Relaxierung für den operativen Eingriff nicht notwendig ist.

Merke

Atmet der Patient während der Anästhesie spontan, ist besonderes Augenmerk auf eine Gefährdung durch Hypoxie und Hyperkapnie zu richten, da alle Anästhetika und die zur Analgesie verwendeten Opiate atemdepressiv wirken.

Zwingend muss die Atemfrequenz und die periphere Sauerstoffsättigung kontrolliert werden. Eine einigermaßen sichere Aussage über das Atemzugvolumen kann lediglich bei der Larynxmaske und einer sehr dicht sitzenden Gesichtsmaske gemacht werden.

Praxistipp

Eine Kontrolle des endexpiratorischen CO_2 ist bei einer Maskennarkose wegen des größeren Totraums nicht so gut zu verwerten wie bei einer Ventilation mittels eines Endotrachealtubus.

Bei einer Intubationsnarkose wird in den meisten Fällen zur Intubation relaxiert und damit eine Beatmung unerlässlich. Liegen pulmonale Vorerkrankungen vor, gelten die gleichen Beatmungskriterien, die bei einer Beatmung auf der Intensivstation angewandt werden. Siehe Kap. „Atmung, Atemtherapie, Beatmung“ (S. 156).

Transport des Patienten

Wird ein kontrolliert beatmeter Patient von der Intensivstation in den Operationssaal transportiert und dort operiert, sollte nach Möglichkeit das Beatmungsmuster der Intensivstation übernommen werden. Beim Transport sind häufige Dekonnektionen des Tubus zu vermeiden, um möglichst den vorher erzeugten positiven endexpiratorischen Druck (PEEP) in den Atemwegen aufrechtzuerhalten. Lässt sich ein Abfallen des PEEPs nicht vermeiden, wie z. B. beim Wechsel vom Respirator zum Transportbeatmungssystem, ist es sinnvoll, die dadurch entstandenen Atelektasen nach Konnektion wieder zu eröffnen. Dazu wird der PEEP für kurze Zeit erhöht (sog. Blähmanöver). Einige Anästhesisten führen ein solches Blähmanöver auch vor der Extubation durch.

Für den Transport und vor jeder Umlagerung ist es sinnvoll, mit 100 % O_2 zu beatmen. Kommt es während des Transportes zu längeren Beatmungspausen oder gar zu einer akzidentellen Extubation, ist der Patient so nicht so schnell durch eine Hypoxie gefährdet.

Ziel der kontrollierten Beatmung

Ziel der kontrollierten Beatmung während der Anästhesie ist, möglichst die negativen Wirkungen der Anästhesie und der Lagerung auszugleichen. Die kontrollierte Beatmung während der Anästhesie ist eine Überdruckbeatmung, eine intermittierende positive Druckbeatmung (IPPV). Bei der Inspiration wird der Atemwegsdruck erhöht und bei der Exspiration wird er wieder abgesenkt, sodass die Rückstellkräfte von Lunge und Thorax die Atemgase aus den Lungen drücken. Begibt sich ein Mensch von der aufrechten Position in die Waagerechte, in Rücken, Bauch oder Seitenlage, drücken die abdominellen Organe von unten gegen das Zwerchfell und der von den Lungen beanspruchte Raum wird verringert. Die funktionelle Residualkapazität (FRC), das Volumen, das nach einer normalen Ausatmung in der Lunge verbleibt, nimmt ab.

PEEP

Ein Patient in Narkose bewegt sich nicht wie ein schlafender Patient und wechselt nicht seine Lage, sodass immer der gleiche Teil der Lunge unten liegt. Auf diesem abhängigen Teil der Lunge ruht ein höherer Gewebedruck und dieser Teil ist schlechter belüftet. Spätestens nach einer Stunde bilden sich in diesem abhängigen Bereich Atelektasen, minder- bzw. nicht belüftete Bezirke. Die Lungendurchblutung ist aufgrund des hydrostatischen Druckes in den abhängigen Bereichen stärker als in den oberen Lungenanteilen, es resultiert ein ungünstiges Ventilations-Perfusions-Verhältnis. Deshalb wird der Druck am Ende der Exspiration nicht auf Atmosphärendruck gesenkt, sondern auch während der Ausatmung ein positiver Druck aufrechterhalten, der positive endexpiratorische Druck (PEEP). So verbleibt am Ende der Exspiration ein größeres Volumen in der Lunge, die FRC wird erhöht.

Im Normalfall sollte der PEEP maximal 5 cm Wassersäule (cmH_2O) betragen. Eine Kontraindikation für eine PEEP-Beatmung ist z. B. ein erhöhter Hirndruck, eine Indikation für einen höheren PEEP besteht z. B. bei Eingriffen mit der Gefahr der Luftembolie, sowie bei Problemen der Oxygenierung. Durch den erhöhten intrathorakalen Druck wird mehr Druck von außen auf die venösen Gefäße ausgeübt und der zentrale Venendruck steigt.

Atemzeitverhältnis, Atemfrequenz und Atemvolumina

Das physiologische Atemzeitverhältnis beträgt 1:2. Das bedeutet, dass eine Zeiteinheit für die Inspiration, doppelt soviel Zeit (2 Zeiteinheiten) für die Exspiration aufgewendet werden.

Erwachsene sollten mit einer Atemfrequenz (AF) von 10–15 Atemzügen pro Minute beatmet werden, Kinder altersabhängig zwischen 20 und 60 pro Minute.

Das Atemzugvolumen (Tidalvolumen, TV) sollte bei der kontrollierten Beatmung nach neueren Erkenntnissen nur noch 6–8 ml/kgKG betragen, um eine Schädigung der Lunge durch die Beatmung zu vermeiden.

Merke

Das Atemminutenvolumen (AMV) wird berechnet aus dem Produkt der Atemfrequenz und des Tidalvolumens: AMV = AF × TV. Es beträgt ganz grob etwa 10 % des Körpergewichts in Litern.

Praxistipp

Bei sehr adipösen Patienten kann das AMV schlecht nach dem tatsächlichen Gewicht (Fettgewebe verbraucht wenig Sauerstoff), sondern besser anhand des Idealgewichtes geschätzt werden.

Diese Faustregeln werden nur für die initiale Einstellung des Respirators benötigt, die Beatmung wird während der Anästhesie immer wieder den Erfordernissen angepasst. Der Patient wird während der Anästhesie normoventiliert (arterieller pCO_2 zwischen 35 und 45 mmHg). Der arterielle pCO_2 entspricht in etwa dem endexpiratorischen pCO_2 und muss bei kurzen Eingriffen und wenn keine Beatmungsprobleme vorliegen nicht durch eine arterielle Blutgasanalyse verifiziert werden. Es wird ein arterieller pO_2 von mind. 80 mmHg angestrebt. Das entspricht einer pulsoxymetrisch gemessenen peripheren Sauerstoffsättigung von 97 %.

34.2.6 Intraoperative Infusionstherapie

Die perioperative Flüssigkeitssubstitution wird zurzeit in der Literatur stark diskutiert. Perioperative Flüssigkeitstherapie beeinflusst z. B.:

- postoperative Übelkeit und Erbrechen
- Gewebeoxygenierung
- kardiopulmonale Komplikationen
- Inzidenz von Revisionsoperationen
- Dauer des Krankenhausaufenthaltes
- Erholungszeit des Darmes nach einer Operation

Deshalb ist es wichtig, möglichst eine Normovolämie aufrechtzuerhalten und intraoperative Verluste zu ersetzen.

Sowohl eine unzureichende Flüssigkeitszufuhr als auch eine zu großzügige Flüssigkeitszufuhr erhöhen die Rate an intra- und postoperativen Komplikationen. Problematischerweise ist es kaum möglich, das intravasale Blutvolumen – um das es bei der Normovolämie geht – intraoperativ zu bestimmen.

▶ **Parameter des intravasalen Blutvolumens.** Hämodynamische Parameter wie mittlerer arterieller Blutdruck (MAD), zentraler Venendruck (ZVD), pulmonalkapillärer Verschlussdruck (Wedge-Druck) oder Urinausscheidung können, wenn überhaupt, nur Hinweise geben. Ein verhältnismäßig sicheres Zeichen für Hypovolämie ist das zunehmende atemabhängige Schwanken der arteriellen Blutdruckkurve. Mittels transösophagealer Sonografie des Herzens (TEE) lässt sich intraoperativ auch etwas zuverlässiger die Füllung des Herzens und somit sekundär auch das Intravasalvolumen beurteilen. Dieses Verfahren ist aber aufwendig und teuer und kein Standardmonitoring.

Nach neueren Erkenntnissen scheinen die althergebrachten Berechnungen, die wir auch in der letzten Ausgabe dieses Buches noch wiedergegeben haben, oft zu einer Überinfusion zu führen. Einzelne Patienten können dabei perioperativ mehr als 10 kg an Gewicht zunehmen, was v. a. durch Ödembildung zu erklären ist. Dies kann wiederum zu Wundheilungsstörungen führen und wird z. B. bei bauchchirurgischen Eingriffen mit einer schlechteren Erholung der Darmfunktion und einer erhöhten Rate an Anastomoseninsuffizienz in Verbindung gebracht. Das Problem der Überinfusion ist, dass die Komplikationen erst später in der postoperativen Phase auftreten und die Patienten bei einer Hypervolämie intraoperativ hämodynamisch stabil sind, während bei einem zu geringen Infusionsvolumen die hämodynamische Instabilität meistens intraoperativ bemerkt wird.

Das Ziel ist daher eine individuelle Therapie für jeden einzelnen Patienten, wobei die Verluste ersetzt werden. Dabei ist zu bedenken, dass nicht nur Hypo-, sondern auch Hypervolämie schädlich ist.

Merke

Grundsätzlich scheint bei der jetzigen Datenlage zu gelten: Eher etwas mehr Flüssigkeit bei kleinen Eingriffen ohne große Veränderungen der Homöostase verabreichen und eher zurückhaltende Flüssigkeitstherapie anwenden bei belastenderen Operationen mit größerem Operationstrauma und Flüssigkeitsverschiebungen.

Vor einer Operation ist ein Patient oft längere Zeit nüchtern. Standardkarenzzeiten für feste Nahrungsbestandteile sind 6 h und 2 h nüchtern für klare Flüssigkeiten. Ist der Patient viel länger nüchtern, bringt er u. U. ein geringes Flüssigkeitsdefizit mit, das präoperativ oder in der 1. Stunde intraoperativ ausgeglichen wird. Dieses Flüssigkeitsdefizit ist viel geringer als oft angenommen und kann mit ca. 0,5 ml/kgKG/h großzügig geschätzt werden. Bei modernem Flüssigkeitsmanagement, d. h., wenn der Patient bis 2 h präoperativ noch klare Flüssigkeiten getrunken hat, besteht kein messbares Flüssigkeitsdefizit.

Tab. 34.2 Präoperatives Flüssigkeitsdefizit.

klinische Symptomatik	Flüssigkeitsdefizit
schlechter Gewebsturgor	5 %
Mund und Schleimhäute trocken	10 %
Zungengröße geschrumpft	15 %
eingefallene Fontanellen	20 %
eingesunkene Bulbi	> 20 %
orthostatische Hypotonie	> 30 %

Zu beachten ist, ob bei Patienten präoperativ mit erhöhten Verlusten von Elektrolyten und Wasser zu rechnen ist, so z. B. nach abführenden Maßnahmen vor einem Darmeingriff oder bei Verbrennungspatienten.

Hinweise auf ein präoperatives Flüssigkeitsdefizit gibt ▶ Tab. 34.2.

Erkrankungen, die zu einer präoperativen Hypovolämie führen können, sind:

- nicht sichtbare Blutungen, z. B.:
  - gastrointestinal
  - Milzruptur
  - Extrauteringravidität
  - Hüftgelenksfraktur
  - retroperitoneale Blutung
- protrahiertes Erbrechen
- Diarrhö
- Ileus
- chronische Hypertonie
- Sepsis
- Vorbereitung zur Darmoperation (abführende Maßnahmen)
- protrahierte nasogastrale Absaugung

Erhaltungsbedarf

Jeder Mensch hat einen Erhaltungsbedarf an Flüssigkeit und Elektrolyten. Er kann mit ca. 0,5 ml/kg KG/h intraoperativ geschätzt werden. Die oft verwendete und in der letzten Ausgabe noch empfohlene 4er- oder 4–2-1-Regel für den Erhaltungsbedarf (4 ml/kg/h für die ersten 10 kg Körpergewicht (KG), 2 ml/kg/h für die zweiten 10 kg KG und 1 ml/kg/h für jedes weitere kg KG) führt wahrscheinlich vor allem bei längeren Eingriffen bereits zu einer Überinfusion.

Zusatzbedarf

Ein Zusatzbedarf ergibt sich durch die intraoperativen Verluste durch erhöhte Perspiration in den Wundbereichen. Dies tritt v. a. bei Baucheingriffen auf, wo eine Verdunstung über eine sehr große Oberfläche stattfinden kann, aber auch bei Eingriffen mit einem großen Weichteiltrauma, wo es im Wundgebiet zu Ödembildung kommt. Diese Verluste sind wahrscheinlich wesentlich geringer ist als früher angenommen, da die Perspiratio insensibilis über die Haut bei einer Operation durch z. B. die verringerte periphere Durchblutung und die niedrigere Körpertemperatur abnimmt. So liegt die tatsächlich gemessene Verdunstung selbst bei völliger Exposition des Darmes max. bei 0,5 ml/kg KG. Erhaltungs- und Zusatzbedarf lassen sich daher mit ca. 1 ml/kgKG decken.

In der früheren Ausgabe dieses Buches haben wir noch viel höhere Infusionsvolumina empfohlen. Diese sind in ▶ Tab. 34.3 aufgelistet und vielerorts wird auch eine entsprechende, großzügige Flüssigkeitszufuhr praktiziert. Bei langen Eingriffen besteht dabei die Gefahr einer Überinfusion mit Ödembildung und Wundheilungsstörungen.

Infusionslösung

Die intraoperativen Verluste durch Perspiration über die Wundflächen, die Urinausscheidung und der Erhaltungsbedarf werden am besten durch kristalloide Lösungen ersetzt, die möglichst der Elektrolytzusammensetzung des Blutes entsprechen sollten. Alle anderen Verluste sollten durch kolloidale Lösungen bzw. durch Transfusionen ersetzt werden (s. u.).

Durch freies Wasser wird der Elektrolytbedarf nicht gedeckt und es kann zu einer Wasserintoxikation mit Elektrolytverschiebungen kommen. Wenn aus Glukoselösungen die Glukose verstoffwechselt ist, bleibt die Trägerlösung als freies Wasser im Körper.

Eine Zufuhr von Nährlösungen, wie zur parenteralen Ernährung, ist während einer Anästhesie i. d. R. nicht erforderlich.

Während langer Operationen ist es sinnvoll, die intravasale Elektrolytzusam-

Tab. 34.3 Zusatzbedarf durch intraoperative Flüssigkeitsverluste.

Operationstrauma	Beispiel	Zusatzbedarf
leichtes Trauma	Tonsillektomie, plastische Operationen	4 ml/kg KG/h
mittleres Trauma	Appendektomie, Leistenhernie, Thorakotomie	6 ml/kg KG/h
schweres Trauma	Darmoperationen, radikale Mastektomie, Hüftgelenksersatz	8 ml/kg KG/h

mensetzung mittels Blutgasanalyse zu kontrollieren und ggf. zu korrigieren. Dabei gelten die gleichen Kriterien wie bei der Infusionstherapie auf der Intensivstation (S. 336).

34.2.7 Analgesie und Schmerztherapie

Zoe Heck, Wolfgang Schlack

Die Analgesie während der Anästhesie kann durch regionale Analgesieverfahren (S. 665) oder durch die systemische Gabe von Schmerzmitteln erzielt werden, siehe konventionelle Schmerztherapie (S. 422). Fast alle Inhalationsanästhetika sind sehr schlechte Analgetika, auch wenn sie einen sicheren Bewusstseinsverlust bewirken. Eine Ausnahme stellt das Lachgas dar, das eine analgetische Komponente besitzt.

Intravenöse Anästhetika bzw. Induktionsnarkotika haben keine oder nur eine geringe analgetische Komponente, sodass sie bei schmerzhaften Eingriffen nicht ausreichend analgetisch wirken.

Als systemische Analgetika können prinzipiell alle Analgetika der Stufe 1 des Stufenschemas der WHO zur Therapie chronischer Schmerzen eingesetzt werden. Es handelt sich dabei um die nicht steroidalen Antirheumatika (NSAR). Einige dieser NSAR bewirken allerdings eine Thrombozytenfunktionsstörung, die intra- und postoperativ nicht erwünscht ist.

Neben den NSAR werden zur Analgesie auch stark wirksame Opioide eingesetzt. Die Nebenwirkung Atemdepression spielt bei Allgemeinanästhesien v. a. dann nur eine untergeordnete Rolle, wenn die Anästhesien nicht in Spontanatmung durchgeführt werden. Von ultrakurzwirksamen bis zu langwirksamen Opioiden stehen viele Präparate mit unterschiedlicher Wirkstärke zur Verfügung.

Merke

Die Auswahl wird durch die Stärke des Operationsstimulus und die Dauer der Operation bestimmt.

Trotzdem gehorcht die Analgesie während der Operation anderen Kriterien als die postoperative Schmerztherapie. Zur intraoperativen Analgesie werden eher kurzwirksame Medikamente genutzt, da sie besser steuerbar sind. In der Phase der Narkoseausleitung sollte die postoperative Schmerztherapie vorgeplant und schon so begonnen sein, dass der Patient zumindest schmerzarm aus der Narkose erwacht. Werden postoperativ Opioide zur Schmerztherapie eingesetzt, muss v. a. auch die Atemfrequenz überwacht werden, da sie bei opioidbedingter Atemdepression sinkt. Die Atemfrequenz sollte vor erneuter Opioidgabe > 10 Atemzüge/min betragen.

Praxistipp

Bei einem starken Abfallen der Atemfrequenz ist eine „Kommando-Atmung" möglich, d. h., der Patient muss wiederholt verbal zum Atmen aufgefordert werden.

34.2.8 Aufwachraum und postoperative Visite

Wird der Patient postoperativ auf eine Station verlegt, auf der eine intensivere Überwachung als auf einer peripheren Station möglich ist, kann er meist sofort aus dem Operationssaal auf die entsprechende Wach- oder Intensivstation verlegt werden. Ist dies nicht möglich, wird er häufig im Aufwachraum überwacht, um den Operationssaal für den nächsten Patienten frei zu machen. Patienten, die auf eine periphere Station verlegt werden oder die nach ambulant durchgeführten Eingriffen nach Hause gehen können, werden im Aufwachraum (S. 730) überwacht, bis eine Verlegung oder Entlassung möglich ist.

In jedem Fall sollte der Anästhesist, der die Narkose durchgeführt hat, beim Patienten eine postoperative Visite durchführen. Dabei vergewissert er sich, dass es dem Patienten gut geht und dieser nicht unter Narkosenebenwirkungen oder Komplikationen leidet. Außerdem kann der Anästhesist überprüfen, ob die Anordnungen für die Station, die er auf dem Narkoseprotokoll vermerkt hat, auch befolgt wurden. Je nach Organisation des Krankenhauses kann so auch die postoperative Schmerztherapie überwacht werden, wenn Sie in den Verantwortungsbereich der Anästhesieabteilung fällt.

34.2.9 Rechtliche Aspekte

Auch wenn die Verteilung der Zuständigkeiten von Ärzten und Fachpflegepersonal bei der Durchführung einer Anästhesie in Europa derzeit im Fluss ist, gilt in Deutschland immer noch die Entschließung des Berufsverbandes Deutscher Anästhesisten: Die eigenständige Durchführung von modernen Anästhesieverfahren ist an die ärztliche Approbation gebunden und setzt darüber hinausgehende Kenntnisse und Erfahrungen voraus, die in der ärztlichen Weiterbildungsordnung normiert sind.

Abb. 34.16 In bestimmten Phasen des Anästhesieablaufs kann die Überwachung von Patient und Gerät durch eine Anästhesiefachpflegekraft erfolgen.

Merke

Anästhesieverfahren können in Deutschland nicht an Krankenschwestern und Krankenpfleger oder sonstiges ärztliches Hilfspersonal zur selbstständigen und eigenverantwortlichen Durchführung delegiert werden.

Diese Feststellung schließt nicht aus, dass in bestimmten Phasen eines Anästhesieverfahrens die Überwachung von Patient und Gerät durch eine speziell unterwiesene bzw. weitergebildete Anästhesiepflegekraft erfolgen kann (▶ Abb. 34.16).

Folgende Voraussetzungen müssen hierfür erfüllt sein:

- Die Delegierung ist nur in unkomplizierten Fällen (keine Risikofaktoren) vertretbar.
- Die Pflegeperson muss über ausreichend Kenntnisse und Erfahrung verfügen und mit den medizinischen Umständen des Falles vertraut sein.
- Sie darf nicht gleichzeitig mit anderen Aufgaben betraut werden.
- Sie besitzt keinerlei Handlungs- und Entscheidungslegitimation, abweichend von konkret festgelegten Regeln in das Anästhesieverfahren einzugreifen.
- Der verantwortliche Anästhesist befindet sich in unmittelbarer Nähe des Geschehens und ist stets verfügbar.
- Während der Ein- und Ausleitung muss der Anästhesist zugegen sein.

Die gleichen Regeln gelten auch für einen Arzt, dessen Weiterbildungsstand in Abhängigkeit vom Schwierigkeitsgrad des Einzelfalles eine selbstständige Tätigkeit noch nicht erlaubt.

Darüber hinaus gibt es Anästhesieverfahren bzw. operative Eingriffe, deren Schwierigkeitsgrad von vornherein den gleichzeitigen Einsatz von mehreren Anästhesisten und Pflegekräften erforderlich macht (z. B. in der Gefäß-, Kardio- und Neurochirurgie).

34.3 Hämostase, Blutgerinnung und Transfusion

Anne-Katrin Mengelkamp

34.3.1 Blut – geheimnisvoller Lebenssaft

Beim erwachsenen Menschen beträgt das Blutvolumen etwa 6–8 % des Körpergewichtes (ca. 5–6 Liter). Der Anteil der zellulären Bestandteile beträgt ca. 45 %, der des Plasmas ca. 55 %. Blut ist das Transportmittel für alle lebenswichtigen Stoffe wie Nährstoffe, Vitamine, Hormone sowie Sauerstoff. Weitere Aufgaben sind der Abtransport von Abfall- und Schadstoffen. Ein Teil der Blutzellen, die Leukozyten, dienen der Erkennung von Krankheitserregern und der Produktion von Antikörpern. Die Thrombozyten beteiligen sich als Gerinnungsplättchen u. a. an der Gerinnung des Blutes. Im Plasma befindliche Gerinnungsfaktoren sowie Gerinnungsinhibitoren sorgen für ein balanciertes Gerinnungssystem.

34.3.2 Hämostaseologie

Grundlagen und Pathophysiologie

Regulationsmechanismen nach Verletzung der Gefäßwand sind die Gerinnselbildung und zelluläre Rekonstruktion. Dieser Prozess wird Blutstillung genannt. Der Hämostaseprozess wird unterteilt in

- Aktivierung,
- Gerinnselbildung,
- Regulation,
- Fibrinolyse und
- Thrombusreorganisation.

Die Aktivierung wird ausgelöst durch Zerstörung des Gefäßendothels, wodurch es zunächst zur Thrombozytenadhäsion an die subendotheliale Matrix kommt. Dabei spielt der Von-Willebrand-Faktor (vWF) eine entscheidende Rolle. Der im Blut zirkulierende aktivierte Faktor VII (extrinsisches System) bindet an Gewebethromboplastin (Tissue Factor, TF) aus der subendothelialen Matrix und löst dadurch die Aktivierung des plasmatischen Gerinnungssystems aus. In der Folge werden in Sekundenschnelle Faktor IX und X aktiviert. Dadurch kommt es zur Bildung des Prothrombinasekomplexes bestehend aus FXa, FII (Prothombin) und FVa, was zur Thrombinbildung führt. Durch die Thrombinbildung kommt es zur Aktivierung der Faktoren V, VIII und XI (intrinsisches System) und dadurch zur Initialzündung des plasmatischen Gerinnungssystems. Des Weiteren kommt es zur Aktivierung des Faktors IX, was eine Potenzierung der Thrombinbildung zur Folge hat. Abschließend folgt die durch Thrombin katalysierte Fibrinbildung. Fibrin und aggregierte Thrombozyten bilden nun die Hauptbestandteile des Gerinnsels.

► **Regulationsmechanismen.** Damit es nicht zu einem unkontrollierten Prozess fortgeführter Gerinnselbildung kommt, werden gleichzeitig zum Gerinnungsprozess Regulationsmechanismen eingeleitet. Es werden entweder enzymatisch aktive Gerinnungsfaktoren neutralisiert oder geschwindigkeitsbestimmende Kofaktoren inaktiviert. Weiterhin wird verhindert, dass sich mit dem Blutstrom aktivierte Gerinnungsfaktoren und Thrombozyten an intakte Gefäßabschnitte binden und dort eine Gerinnselbildung auslösen. An diesem Prozess sind der Tissue Factor Pathway Inhibitor (TFPI), Faktor Xa, das Antithrombin-Heparin-System, das Protein-C-System sowie das Prostacyclin-Thromboxan-System und ATP-asen beteiligt.

Ein weiterer Regulationsmechanismus ist die Lyse von Fibrin durch das fibrinolytische System. Durch eine kontrollierte Fibrinolyse wird gleichzeitig die Voraussetzung für eine zelluläre Reorganisation des Gerinnsels geschaffen. Das zentrale Enzym ist dabei das Plasmin, welches durch das Proenzym Plasminogen aktiviert wird. Plasmin spaltet das Fibrinmolekül. Durch die plasmininduzierte Spaltung entstehen D-Dimere. Diese zirkulieren im Plasma und können mit spezifischen Antikörpern nachgewiesen werden. D-Dimer kann nur durch Plasminwirkung aus quervernetztem Fibrin entstehen, ist also ein Marker der Fibrinolyse. Somit kann bei normalen D-Dimerwerten eine Thrombose mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden. Das fibrinolytische System wird wiederum reguliert, wobei freies, nicht an Fibrin gebundenes Plasmin innerhalb kürzester Zeit durch α_2-Antiplasmin inaktiviert wird. Bei diesem Prozess wird freies Plasmin irreversibel inaktiviert. Ein weiterer Regulationsmechanismus wird durch Plasminogenaktivator-Inhibitoren eingeleitet, die die Fibrinolyseaktivierung inhibieren (Pötsch 2002).

Perioperative Diagnostik

Essentiell zur Beurteilung eines Gerinnungsstatus sind Anamnese und klinische Untersuchung sowie die Präanalytik wie u. a. die korrekte Blutentnahme (z. B. Unterfüllung des Gerinnungsröhrchens führt zur Verlängerung von Gerinnungszeiten!). Die wichtigsten orientierenden Tests sind: Prothrombinzeit (Quick-Wert), aktivierte partielle Thromboplastinzeit (APTT), Thrombozytenzahl und bei gezielter Fragestellung Fibrinogen, Antithrombin (AT) und D-Dimer quantitativ. Mit diesen Tests sind die meisten (> 95 %) klinisch relevanten Blutgerinnungsstörungen zu diagnostizieren. Weiterführende Diagnostik ist meist Speziallaboren vorbehalten (Bauer et al. 2010).

Gerinnungsstörungen

Im Folgenden wird eine Auswahl der für die Anästhesie relevanten Gerinnungsstörungen dargestellt.

► **Akuter Blutverlust.** Man unterscheidet zwischen einem anhaltenden Blutverlust über 100 ml/min oder anhaltendem Substitutionsbedarf von mehr als 2 Erythrozytenkonzentraten (EK) pro 15 min, nach Transfusion von mind. 4–6 EK oder anhaltendem Blutverlust, insbesondere durch manifeste mikrovaskuläre Blutungen, nach Transfusion von 4–10 EK, wenn Quickwert, APTT- und ggf. Fibrinogen-Wert nicht zeitgerecht verfügbar sind. Je nach Untersuchungsmethode liegt der Quickwert < 50 % oder APTT > 45 s und/oder Fibrinogen < 1 g/l (Clauss-Methode). Die schnelle Plasma-Transfusion von 15–20 ml/kg Körpergewicht mit einer Geschwindigkeit von 30–50 ml/min ist in diesen Fällen die Therapie der Wahl. Ziel der Behandlung ist das Sistieren bzw. die Vermeidung von mikrovaskulären Blutungen.

► **Lebererkrankungen.** Dabei handelt es sich um Patienten mit Hepatopathie und Gerinnungsstörungen mit Quickwerten < 50 % und schweren Blutungen. Es liegen komplexe Störungen der Hämostase vor (latente DIC, gesteigerte Fibrinolyse, Thrombozytopenie und -pathie sowie verminderte Spiegel der meisten Gerinnungsfaktoren) (Bauer et al. 2010).

► **Disseminierte intravasale Gerinnung (DIC).** Synonym werden die Begriffe *Verbrauchskoagulopathie* oder *Defibrinationssyndrom* verwendet. Bei diesem Krankheitsbild unterschiedlichen Schweregrades handelt es sich um eine intravasale Gerinnungsaktivierung mit Fibrinbildung, die durch Thrombosierung der Mikrozirkulation zum Organversagen führen kann. Hierbei kommt es zu einer nicht lokalisierten intravasalen Gerinnungsaktivierung, wobei es sich nicht um einen isolierten Zustand handelt, sondern immer in Zusammenhang mit unterschiedlichen Krankheitsbildern zu sehen ist.

Ursache der DIC ist die assoziierte Grunderkrankung. Zu beobachten ist die Entwicklung einer DIC insbesondere bei schwerer Sepsis, bei schweren Weichteil- und Gewebstraumata und Verbrennun-

gen, bei vaskulären Anomalien und bei toxischen und immunologischen Reaktionen. Es besteht eine enge Beziehung zwischen Entzündungs- und Gerinnungsvorgängen. Im Wesentlichen bewirken 3 Mechanismen die Entstehung des Gerinnungsversagens:

- Verlust und Verdünnung von Gerinnungsfaktoren mit nachfolgender Blutungsneigung, wobei es durch eine massive Blutung oder durch unzureichende Synthese in der Leber zu einem Missverhältnis zwischen notwendigem und vorhandenem hämostatischen Potenzial kommt;
- disseminierte („verstreute") Aktivierung der Gerinnung in der Endstrombahn. In der Folge werden lokal in der Endstrombahn Fibrinthromben gebildet;
- unregulierte Interaktion von Gerinnungsprozessen und zellulärer Abwehr mit überschießender prokoagulatorischer und proinflammatorischer Reaktion (Bauer et al. 2010, Heindl u. Spannagl 2008).

► **Häufigere angeborene Gerinnungsstörungen.** Weitere – angeborene – Gerinnungsstörungen, denen man im anästhesiologischen Alltag nicht selten begegnet, sind das Von-Willebrand-Jürgens-Syndrom (Faktor VIII-Defekt unterschiedlicher Ausprägung) sowie die Hämophilie A (Faktor VIII-Defekt, unterschiedliche Schweregrade) und B (Faktor IX-Defekt, unterschiedliche Schweregrade).

► **Seltene Gerinnungsstörungen.** Hierzu zählen u. a. Fibrinogendefekte (Faktor I), Prothombinmangel (Faktor II), Faktor-V-Mangel, Faktor-VII-Mangel, Faktor-X-Mangel, Faktor-XI-Mangel, Faktor-XII-Mangel, Faktor-XIII-Mangel.

► **Medikamente.** Sie spielen ebenfalls im Vorfeld einer geplanten oder ungeplanten Operation eine wichtige Rolle bezüglich verstärkter Blutungsereignisse oder Thromboembolien, wie z. B. Vitamin K-Antagonisten (Marcumar), Thrombozytenaggregationshemmer, Heparine u. v. a.

34.3.3 Transfusionsmedizin

Immunologische Grundlagen

Es ist eine alte Erkenntnis, dass viele Infektionskrankheiten, wie z. B. Pocken, Masern, Diphtherie, dem einmal erkrankten und wieder genesenen Individuum einen oft lebenslangen Schutz gegen eine neue Infektion verleihen. Diesen Schutz bezeichnet man als **Immunität**. Immunität geht meistens mit der Bildung von sog. **Antikörpern** einher. Diese Stoffe, die man in der Blutflüssigkeit (Plasma bzw. Serum) findet, sind in vielen Fällen Träger der Immunität. Stoffe, deren Hauptfunktion die Auslösung der Antikörperbildung ist, werden **Antigene** genannt. Antigene sind ausnahmslos hochmolekular und meist Eiweißstoffe (Proteine), entweder rein oder kombiniert mit anderen Stoffklassen. Die auffallendste Eigenschaft der Antikörper ist die Spezifität ihrer Reaktion mit dem Antigen, dem sie ihre Entstehung verdanken. Wichtig für die Blutgruppenserologie sind Reaktionen zwischen Antigenen, die sich auf den Erythrozyten befinden und Antikörpern, die sich im Blutplasma befinden. Zwei typische Antikörperwirkungen sind dabei besonders gut zu beobachten:

- die **Zellverklumpung** (= Agglutination) und
- die **Lyse**, die durch die Rotfärbung in Folge des Hämoglobinaustritts auffällt.

Blutgruppenbestimmung und Verträglichkeitstests

AB0-System

Das AB0-System ist das wichtigste Blutgruppensystem und besteht aus 4 Gruppen: **A**, **B**, **AB** und **0** (► Abb. 34.17). Das System zeichnet sich dadurch aus, dass das Serum reguläre Antikörper (sog. Isoagglutinine) gegen diejenigen AB0-Antigene enthält, die nicht auf der Erythrozytenoberfläche vorhanden sind. Die Ausprägung der Isoagglutinine erfolgt im 3. bis 6. Lebensmonat.

Die Blutgruppenantigene sind hochmolekulare Substanzen, die einen **Bestandteil der Erythrozytenmembran** bilden. Biochemisch sind die ABH-Merkmale den Glykoproteinen und Glykolipiden zuzuordnen. Die Spezifität der einzelnen Merkmale wird durch unterschiedliche endständige Zucker bestimmt. Bei 80 % der Bevölkerung befinden sich die ABH-Antigene nicht nur auf der Erythrozytenmembran, sondern sie kommen zusätzlich in gelöster Form in den Körperflüssigkeiten, insbesondere im Speichel, vor.

Rhesus-System (Rh-System)

Das Rh-System ist nach dem AB0-Blutgruppensystem das zweitwichtigste in der Transfusionsmedizin. Hinsichtlich des Morbus hämolyticus neonatorum (MHN, Hämolyse der kindlichen Erythrozyten durch diaplazentar übertragene Antikörper der Mutter gegen die kindlichen Erythrozyten) steht es an erster Stelle. Rh-Antikörper haben ein anderes serologisches Verhalten als AB0-Antikörper. Im Gegensatz zu Anti-A und Anti-B sind Rh-Antikörper Immunantikörper, die nur nach einer spezifischen Stimulierung bei Transfusion von Fremdblut oder in der Schwangerschaft gebildet werden können. Der Antikörpersuchtest, der zu jeder Blutgruppenbestimmung gehört, ermöglicht ihren Nachweis.

1940 beschrieben Landsteiner und Wiener, dass menschliche Erythrozyten mit Antikörpern reagieren, die gewonnen wurden, indem man Kaninchen Erythrozyten von Rhesusaffen injizierte. Ungefähr 85 % aller menschlichen Blutproben wurden durch diese Antiseren agglutiniert und deshalb Rh-positiv genannt. Die Blutproben, die nicht reagierten, bezeichnete man als Rh-negativ. Innerhalb weniger Jahre wurden weitere Antikörper gefunden, die dem beschriebenen Rh-Antikörper sehr ähnlich, aber nicht identisch waren. Die wichtigsten davon sind die Rh-Merkmale C^W, C, c, E und e. Daneben werden zum heutigen Zeitpunkt mehr als 44 weitere Rh-Antigene aufgelistet.

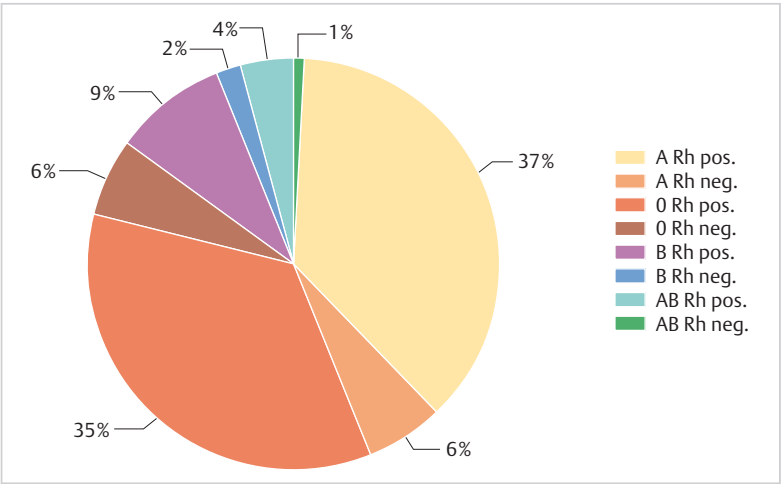


Abb. 34.17 Blutgruppenverteilung in Deutschland. (Statista 2014)

Das D-Merkmal besteht aus keinem einheitlich kodierten Antigenkomplex. Es gibt eine Vielzahl verschiedener schwacher Varianten des D-Merkmals, die sowohl quantitative wie auch qualitative Unterschiede aufweisen.

Blutgruppenserologische Untersuchungen bei Schwangeren vor der Geburt

Bei jeder Frau sind nach Feststellung einer Schwangerschaft zu einem möglichst frühen Zeitpunkt die Blutgruppenmerkmale AB0 und Rh-Faktor D zu bestimmen (möglichst auch die Rhesusuntergruppen (**C, c, E, e**). Außerdem ist ein Antikörpersuchtest zum Nachweis irregulärer Blutgruppenantikörper durchzuführen.

Bereits in der frühen Schwangerschaft sind die Rh-Merkmale beim Fötus vollständig entwickelt, sodass es bei Bildung eines entsprechenden Antikörpers zur Ausprägung eines MHN (S. 658) kommen kann. Neben **Anti-D** ist besonders **Anti-c** von Bedeutung. Seit ca. Ende der 60er Jahre ist eine Anti-D-Prophylaxe obligatorisch. Um zusätzlich eine Sensibilisierung im letzten Drittel der Schwangerschaft zu verhindern, werden seit 1990 Rh-negativen Schwangeren zwischen der 28. und 30. SSW Anti-D-Immunglobuline appliziert. Daher sind die gefährlichen MHN aufgrund von Anti-D rückläufig.

Weitere Blutgruppensysteme

Es gibt eine große Anzahl weiterer Blutgruppensysteme (ca. 600), die in der klinischen Transfusionsmedizin jedoch nur dann von Bedeutung sind, wenn Antikörper vorliegen, die auch in diesen Systemen eine gruppengleiche Transfusion erforderlich machen. Wichtige Antigensysteme, die unter Umständen bei Transfusionen beachtet werden müssen, sind **Kell (K,k), Duffy (Fy^a, Fy^b), Kidd (Jk^a, Jk^b), Lewis (Le^a, Le^b), MNSs, P.**

Antikörperidentifizierung

Die Antikörperidentifizierung dient der Klärung der Spezifität von Antikörpern gegen Erythrozytenantigene. Findet sich im Antikörpersuchtest ein Antikörper, muss er nach Möglichkeit genau definiert werden, denn es müssen bei Transfusionen Erythrozyten bereitgestellt werden, die das Antigen nicht besitzen, gegen das der beim Empfänger gefundene Antikörper gerichtet ist.

Serologische Verträglichkeitsprobe (Kreuzprobe)

Durch die Verträglichkeitsprobe, auch Kreuzprobe genannt, können Antikörper im Empfängerserum, die gegen die Erythrozyten des Spenders gerichtet sind, erkannt werden. Die serologische Verträglichkeitsprobe ist im Regelfall die unerlässlich notwendige Sicherung der Verträglichkeit vor jeder Transfusion von Erythrozytenpräparaten. Sie dient der Erkennung blutgruppenserologischer Unverträglichkeiten zwischen Spender und Empfänger durch Überprüfung der Verträglichkeit zwischen Empfängerserum und Spendererythrozyten (Metaxas-Bühler 1986).

34.3.4 Anwendung von Blutprodukten/Plasmaderivaten

Blutkomponenten und Plasmaderivate sind verschreibungspflichtige Arzneimittel und dürfen nur auf ärztliche Anordnung abgegeben werden.

Die Indikation ist streng zu stellen. Wichtig sind die Identitätssicherung und vorbereitende Kontrollen. Dazu gehören – auch im Notfall – die eindeutige Beschriftung der Blutprobe und des Anforderungsscheins. Unmittelbar vor der Transfusion müssen folgende Parameter kontrolliert bzw. verglichen werden:

- Blutprodukte mit zugehörigen Begleitscheinen
- Unversehrtheit des Produktes
- Verfallsdatum
- Gültigkeit der Kreuzprobe
- Kompatibilität

► **Bedside-Test.** Unmittelbar vor der Transfusion von Blutkomponenten ist vom transfundierenden Arzt oder unter seiner direkten Aufsicht am Patientenbett der AB0-Identitätstest (Bedside-Test, ► Abb. 34.18) am Empfänger vorzunehmen (z. B. auf Testkarten). Er dient der Bestätigung der zuvor bestimmten AB0–Blutgruppenmerkmale des Empfängers (Identitätssicherung). Die Transfusion aller Blutkomponenten erfolgt i. d. R. über ein Transfusionsgerät mit Standardfilter (DIN 58 360, Porengröße 170–230 µm) und möglichst über einen eigenen venösen Zugang. Über ein Transfusionsgerät, das maximal 6 h gebraucht werden darf, können mehrere Blutkomponenten verabreicht werden.

Konservierung von Blut

Die Konservierung von Blut erfolgt in Deutschland in sterilen Mehrfachbeutelsystemen. Diese Beutel enthalten die Stabilisatorlösung **CPD** (Citrat, Phosphat, Dextrose) oder **CPDA-1** (mit Zusatz von Adenin), die aus chemisch reinen, pyrogenfreien und sterilen Reagenzien hergestellt wurde. Diese Lösung vermischt sich bei der Blutspende mit 450 oder 500 ml Blut. Der **pH-Wert** des mit Stabilisator gemischten Blutes liegt bei 7,1–7,2, was für die Erythrozytenlagerung bei 4 °C (±2 °C) von enormer Bedeutung ist, da ihr ATP-Gehalt in einem leicht sauren Milieu stabil bleibt. Ebenso würde bei höherem pH-Wert die Bildung von **2,3-DPG** (Diphosphoglycerat) aus der energetischen Verwertung der **Glukose** mehr und mehr reduziert werden. Dies ist bedeutend, da die 2,3-DPG für die Verfügbarkeit des an Hämoglobin gebundenen Sauerstoffs zuständig ist, sodass im azidotischen Milieu an 2,3-DPG verarmte Erythrozyten eine ungünstige Linksverschiebung der Sauerstoffdissoziationskurve zeigen würden. In der Konsequenz kann aus solchen Erythrozyten trotz erhöhter CO_2-Werte und niedrigem O_2-Partialdruck in den Geweben kaum Sauerstoff freigegeben werden, was natürlich einen gegensinnigen Transfusionseffekt haben würde. Das in dem Stabilisator enthaltene Antikoagulans **Natriumzitrat** verhindert über eine Abbindung des ionisierten Kalziums eine Gerinnung des Konservenblutes und verbessert die Aufrechterhaltung des Energiehaushaltes und die Membranstabilität von Erythrozyten während der Lagerung. Erythrozytenkonzentrate enthalten zusätzlich 80–100 ml **additive Lösungen**, die die Membranstabilität und den Energiehaushalt der Erythrozyten weiter verbessern. Diese Qualitätskriterien zugrunde gelegt, ermöglicht der adeninhaltige CPD-Stabilisator zusammen mit einer additiven Lösung eine Lagerungsdauer von max. 49 Tagen bei 4 °C (±2 °C).

Präparate, Wirksamkeit und Lagerungsbedingungen

Die Vielzahl von Blutprodukten sowie deren Anwendung und Lagerung sind in ► Abb. 34.19 zu sehen.

Vollblutkonserve

Als Vollblutkonserve bezeichnet man ein Präparat, das aus einer Einzelspende gewonnen wird und sowohl die zellulären Elemente des Blutes als auch das Blutplasma enthält. Nach modernen transfusionsmedizinischen Gesichtspunkten ist der klinische Einsatz von Vollblutkonserven selbst unter dem Aspekt des Volumenersatzes nach plötzlichen großen Blutverlusten nicht mehr vertretbar, da die großzügige Gabe von Vollblutkonserven die Entstehung von Gerinnungsstörungen begünstigt. In solchen Fällen sollten Ery-

Transfusion

vorbereitende Maßnahmen

- Arbeitsplatz wie für Infusionen einrichten; zusätzlich geeignetes Transfusionsbesteck bereitstellen.
- Blutpräparat, Verträglichkeitsbefund (und Transfusionsbericht) dem Patienten zuordnen (Name, Vorname, Geburtsdatum).
- Verfallsdatum des Produktes überprüfen.
- Gültigkeit der Kreuzprobe beachten.
- Unversehrtheit des Beutels und des Inhalts kontrollieren.

AB0-Identitätssicherung – Bedside-Test

- Immer am Krankenbett, nicht im Stationszimmer durchführen.
- Der Bedside-Test dient der Patienteninformation, nicht der Blutgruppenbestimmung der Konserve (ist aber auch aus der Konserve durchzuführen).
- Die Kompatibilität wird gesichert, nicht die Übereinstimmung der Blutgrupppen.
- Die Bestimmung erfolgt mit Anti-A und Anti-B, nicht mit Anti-D.
- Nur einen „Hauch" Erythrozyten dem Antiserum zugeben.
- In der Regel nur bei eryythrozytären Präparaten.
- Bei Eigenblut: Patient und EK als „Muss".

Anti-A	Anti-B	Ergebnis	Patient	Kompatible EK
		A	A	A oder 0
		B	B	B oder 0
		0	0	0
		AB	AB	AB, A, B oder 0

Durchführung der Transfusion

- Die Durchführung erfolgt persönlich durch den transfundierenden Arzt.
- Ggf. wird eine Oehlecker-Probe durchgeführt.
- Die Transfusion erfolgt möglichst über einen eigenen Zugang.
- Auf die Früherkennung von Nebenwirkungen ist zu achten.
- Eine erweiterte Überwachung und die Erreichbarkeit des Arztes sind sicherzustellen.

Abb. 34.18 Praxis der Bluttransfusion.

Präparate

- Erythrozyten-Konzentrat
- Thrombozyten-Konzentrat
- Fresh-Frozen-Plasma

- Blutstammzellen
- Lyphozyten-Konzentrat
- Granulozyten
- Dendritische Zellen

- Albumin-Lösung
- Plasmaprotein-Lsg (PPL)
- Immunglobuline
- HB-Vakzine
- Faktor-VIII_Präparat
- FAktor-IX-Präparat
- Prothrombin-Konzentrat
- Antithrombin III
- Fibrinkleber

Wirksamkeit

Produkt	Volumen	Anstieg
Erythrozyten-Konzentrat	~250 ml	~1 g/dlHb
Thrombozyten-Konzentrat	~250 ml	~30 000/µl
Fresh-Frozen-Plasma	~250 ml	2–3% G-Fakt.

Lagerung

Blutkomponenten benötigen definierte Lagerungsbedingungen:
- Erythrozyten: 4°C, erschütterungsfrei
- Thrombozyten: 22°, Agitator
- Frischplasma: Tiefgefrierung

Lagerungsbedingte Schäden von Blutkomponenten sind nicht korrigierbar!

Abb. 34.19 Anwendung von Blutprodukten: Präparate, Wirksamkeit und Lagerungsbedingungen.

throzytenkonzentrate und gefrorenes Frischplasma (GFP) zum Einsatz kommen, zumal GFP im Gegensatz zum Plasma älterer Vollblutkonserven funktionsfähige Gerinnungsfaktoren enthält (▶ Abb. 34.20).

Erythrozytenkonzentrat (EK)

Das Erythrozytenkonzentrat wird leukozytendepletiert hergestellt, sodass v. a. die auch im Empfängerorganismus lebens- und teilungsfähigen Lymphozyten, die eine Suppression des Empfängerimmunsystems hervorrufen können, im EK stark eliminiert werden. Lymphozyten waren früher v. a. bei langzeittransfundierten Patienten häufig Ursache für febrile nicht hämolytische Transfusionsreaktionen.

Bestrahlte Erythrozytenkonzentrate

Die Transfusion teilungsfähiger T-Lymphozyten mit Blutprodukten birgt die Gefahr einer transfusionsassoziierten Graft-versus-Host-Krankheit (S. 661) beim immungeschwächten Empfänger oder bei besonderen Spender/Empfängerkonstellationen. Die Bestrahlung mit einer mittleren Dosis von 25–30 Gy bewirkt eine sichere Inhibition der T-Zell-Proliferation, während die Funktion von Erythrozyten, Thrombozyten und Granulozyten nach Bestrahlung weitgehend unbeeinträchtigt bleibt (Schroeder 2002).

Gewaschene Erythrozytenkonzentrate

Das gewaschene EK wird zur Entfernung von freien Restproteinen durch mehrmaliges Aufschwemmen und Zentrifugieren der Erythrozyten in isotonischer Lösung im funktionell geschlossenen System hergestellt. Dadurch wird der größte Teil des Plasmas, der Leukozyten und der Thrombozyten entfernt. Dieses Präparat hat für die klinische Transfusionsmedizin kaum noch Bedeutung. Gewaschene EK müssen unverzüglich transfundiert werden. Sie sind nur bei Patienten indiziert, bei denen trotz Gabe von leukozytendepletierten EK wiederholt schwere nicht geklärte, nicht hämolytische Transfusionsreaktionen beobachtet wurden oder klinisch relevante Antikörper gegen IgA oder andere Plasmaproteine nachgewiesen wurden.

Kryokonservierte Erythrozytenkonzentrate

Kryokonservierte EK sind frei von Plasma, intakten Leuko- und Thrombozyten. Ausgewählte EK mit seltenen Blutgruppen werden in wenigen nationalen und internationalen Blutbanken in begrenzter Menge für den Notfall vorrätig gehalten.

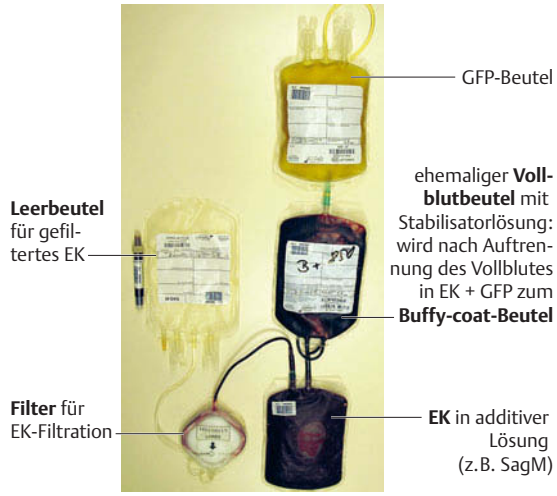


Abb. 34.20 Auftrennung einer Vollblutkonserve in verschiedene Komponenten. (A.-K. Mengelkamp)

Sie sollten heutzutage lediglich für Patienten mit komplexen Antikörpergemischen oder mit Antikörpern gegen hochfrequente Blutgruppenmerkmale, die anders nicht versorgt werden können, verwendet werden.

Pool-Thrombozytenkonzentrate (Pool-TK)

Die Herstellung eines TK aus einer Vollblutspende erfolgt durch Zentrifugation und Isolierung der Plättchen aus „Buffy Coat". Das Pool-TK enthält in Abhängigkeit von der Anzahl gepoolter Einheiten (von 4–6 Spendern) 2,0–4,0 × 10^{11} Thrombozyten in 200–350 ml Plasma oder einer Plasmaersatz-Lösung. Durch die Leukozytenfiltration liegt der Gehalt an Restleukozyten unterhalb von 1 × 10^{6} pro Pool-TK.

Leukozytendepletierte Thrombozytenhochkonzentrate (THK) aus Apherese

Thrombozytapheresekonzentrate werden von einem Einzelspender unter Verwendung sog. Zellseparatoren hergestellt. Sie enthalten ebenfalls 2,0–4,0 × 10^{11} Thrombozyten in 200–350 ml Plasma oder einer Plasmaersatz-Lösung. Der Gehalt an Restleukozyten liegt unterhalb von 1 × 10^{6} pro Pool-TK. Es ist auch möglich, von einem Einzelspender 2 oder 3 THKs aus einer Einzelspende zu gewinnen.

Allgemein gilt für Thrombozytenkonzentrate:

Jedes TK muss unmittelbar vor der Transfusion einer optischen Qualitätsprüfung unterzogen werden. Hierbei ist v. a. auf Unversehrtheit des Blutbeutels, auf evtl. Aggregatbildung (z. B. Gerinnsel, Agglutinate) sowie auf Verfärbungen (als möglicher Ausdruck einer bakteriellen Kontamination) zu achten. Der pH-Wert sollte am Ende der Lagerungszeit zwischen 6,5 und 7,4 betragen.

Bestrahlung von Blutkomponenten

Die transfusionsassoziierte Graft-versus-Host-Erkrankung (ta-GvHD = durch übertragene teilungsfähige T-Lymphozyten veranlasste immunologisch bedingte Abwehrreaktion, die sich gegen den Empfänger richtet) wurde bislang nur nach der Transfusion zellhaltiger Blutprodukte beobachtet (Erythrozyten-, Thrombozyten- und Granulozyten-Konzentrate). In keinem Fall ist eine ta-GvHD nach Transfusion von gefrorenem Frischplasma, unabhängig vom Restgehalt an Leukozyten, belegt. Indikationen zur Bestrahlung von Blutprodukten sind den Leitlinien zur Therapie mit Blutkomponenten und Plasmaderivaten der Bundesärztekammer (2008) zu entnehmen.

34.3.5 Plasma zur therapeutischen Anwendung

Vier zugelassene Präparate stehen in Deutschland zur Verfügung (▶ Tab. 34.4):

- gefrorenes Frischplasma (GFP)
- Solvent-Detergent-(SD-)behandeltes Plasma (SDP)
- Methylenblau-Licht-behandeltes Plasma (MLP)
- lyophilisierte Humanplasma (LHP)

Tab. 34.4 Blutgruppenkompatible Plasmatransfusion.

Patient	kompatible Plasmapräparate
A	A oder AB
B	B oder AB
AB	AB
0	0, A, B oder AB

▶ Tab. 34.4 zeigt die Möglichkeiten der blutgruppenkompatiblen Plasmatransfusion.

Herstellung und Präparate

GFP wird aus Einzelspenden von Vollblut nach Zentrifugation und Abtrennen der Zellen oder mittels Apherese (Plasmapherese oder Multikomponentenspende) gewonnen, ggf. leukozytenfiltriert und möglichst unverzüglich auf eine Temperatur unter –30 °C gebracht, damit die Aktivitäten der Faktoren V und VIII optimal erhalten bleiben (Hellstern 2001). Zur Minimierung des Übertragungsrisikos von HIV, HBV und HCV ist für GFP eine Quarantänelagerung und eine anschließende Zweituntersuchung des Spenders auf die Marker dieser Viren vorgeschrieben, bevor es für die Therapie freigegeben werden kann.

LHP ist wie GFP ein Einzelspenderplasma, welches nach der Quarantänelagerung und Zellfiltration lyophilisiert und erst kurz vor Gebrauch in Lösung gebracht wird.

SDP wird durch Zusammenführen (Poolen) von 500–1600 Einzelspenderplasmen hergestellt. Die Behandlung mit dem Lösungsmittel (Solvens) TNBP und dem Detergens Triton-X 100 eliminiert lipidumhüllte Viren in SDP vollständig, zu denen auch HIV, HBV und HCV gehören. Das Risiko der Übertragung der nicht lipidumhüllten Viren HAV und Parvovirus B19 wird durch Testung der Einzelspenderplasmen mittels Nukleinsäure-Amplifikationstechnik (NAT) und Virusneutralisation durch die im Plasmapool vorhandenen Antikörper minimiert. Wie bei allen gepoolten Plasmapräparaten besteht ein zwar sehr geringes, aber höheres Restrisiko der Übertragung der Variante der Creutzfeld-Jakob-Krankheit (vCJK) als bei Einzelspender-Präparaten. SDP ist durch die Ultrafiltration völlig zellfrei (Hellstern 1992, Hellstern 2004).

MLP sind leukozytenreduzierte Einzelspenderplasmen, die mit Methylenblau versetzt und mit Rotlicht einer Wellenlänge von 590 nm bestrahlt werden. Nach Ende der Bestrahlung wird Methylenblau mithilfe eines Spezialfilters weitgehend entfernt, das Plasma tiefgefroren. Das Methylenblau-Licht-Verfahren inaktiviert die meisten klinisch relevanten Viren effektiv.

Lediglich Viren, die in sehr hoher Konzentration vorkommen können, wie z. B. das Parvovirus B19, werden unter Umständen nicht vollständig inaktiviert (Pereira 2004).

Plasma wird in der Regel AB0-gleich transfundiert.

Dosierung

Die erforderliche Dosis wird wie folgt berechnet:

Praxistipp

1 ml Plasma/kg KG erhöht die Spiegel der Gerinnungsfaktoren und Inhibitoren oder den Quickwert

- um 1 IE/dl bzw. um 1 % bei fehlender Umsatzsteigerung,
- um 0,5–1,0 IE/dl bzw. um 0,5–1,0 % bei Umsatzsteigerung (Fibrinogenspiegel: um 0,02–0,03 g/l bzw. 2–3 mg/dl).

Beispiel

Ein Patient hat einen Quickwert von 40 %; der Zielwert ist jedoch 60 % (Differenz: 20 %). Das Körpergewicht beträgt 75 kg. Dosis Plasma = 75 kg × 20 ml Plasma/kg = 1500 ml, entsprechend 6 Einheiten GFP zu 250 ml oder 8 Einheiten SDP zu 200 ml (Dosis aufgerundet).

Bei Verwendung von SDP wird wegen des niedrigeren Gehalts an Gerinnungsfaktoren gegenüber GFP eine um circa 10 % höhere Dosis empfohlen.

Selbst hohe Plasmadosen bewirken lediglich einen moderaten Anstieg der Aktivitäten der Gerinnungsfaktoren und Inhibitoren beim Empfänger (Kujovich 2005). Eine wirksame Therapie mit Plasma setzt daher eine ausreichend hohe Dosis voraus, die schnell appliziert werden muss: mindestens 15 ml/kg KG, Infusionsgeschwindigkeit 30–50 ml/min. Jede Einzeldosis bei Erwachsenen unter 600 ml (2–3 Einheiten) ist unzureichend. Bei eingeschränkter Nierenfunktion, schweren Lebererkrankungen oder kardiopulmonaler Insuffizienz ist die Plasmadosis wegen der Gefahr der Hypervolämie limitiert.

34.3.6 Humanalbumin

Infusionslösungen aus menschlichem Albumin sind sterile Präparationen humaner Plasmaproteine, die einen Mindestanteil von 95 % Albumin enthalten. Die derzeit verfügbaren Präparationen weisen neben Albumin eine Natriumkonzentration zwischen 87 und 160 mmol/l und eine Kaliumkonzentration unter 2 mmol/l auf. Wegen der in Albuminpräparationen enthaltenen unterschiedlichen Elektrolytkonzentrationen sind Kontrollen des Wasser- und Elektrolytstatus insbesondere bei Gabe großer Mengen erforderlich.

Albuminlösungen sind frei von Isoagglutininen und Blutgruppensubstanzen und können unabhängig von der Blutgruppe des Empfängers appliziert werden. Sie enthalten keine Sauerstoffträger, Gerinnungsfaktoren oder Antikörper. Albuminpräparationen gelten aufgrund des Herstellungsprozesses und der damit verbundenen Pathogeninaktivierung als infektionssicher.

34.3.7 Faktoren-Konzentrate

Humane Faktorenkonzentrate wie z. B. Faktor-VIII-Konzentrate, Faktor-VIII-/Von-Willebrand-Faktor-Konzentrate, Faktor-IX-Konzentrate oder aktivierte Prothrombin-Komplex-Konzentrate werden aus großen Plasmapools hergestellt. Außerdem sind rekombinante (gentechnisch hergestellte) humane Faktor-VIII- und Faktor-IX-Konzentrate (Barthels 1999, Lechner 1998, Scharrer 1994) im Handel.

Aktiviertes Prothrombinkomplex-Konzentrat

Aus Plasma gewonnenes aktiviertes Prothombinkomplex-Konzentrat wird aus dem Überstand von Kryopräzipitaten hergestellt. Nach Isolierung der Faktoren des Prothrombinkomplexes erfolgt eine kontrollierte Aktivierung der Faktoren II, VII, IX und X sowie die Standardisierung der Faktor-VIII-Inhibitor-Bypassing-Aktivität (Faktor-Eight-Inhibitor-Bypassing-Activity, auch FEIBA genannt) (Barthels 1999, Kasper 1998, Schimpf 1994).

Prokoagulatoren

Die nachfolgend besprochenen Faktorenkonzentrate werden meist aus den im Blutplasma zirkulierenden Gerinnungsfaktoren gewonnen. Die gerinnungsfördernden Faktoren heißen Prokoagulatoren. Durch die Aktivierung der Prokoagulatoren entsteht aus Fibrinogen Fibrin. Dieses verfestigt das aus aggregierten Thrombozyten bestehende Primärgerinnsel. Der Syntheseort der prokoagulatorischen Gerinnungsfaktoren ist vorwiegend die Leber. Bis auf die Faktoren V, VIII und XIII sind alle prokoagulatorischen Gerinnungsfaktoren sog. Serinproteasen (Aminosäure „Serin“ im aktiven Zentrum) und zirkulieren überwiegend in ihrer inaktiven Form (Proenzym) im Blut.

Der **Faktor VII** ist in seiner aktivierten Form (rFVIIa) auch als gentechnisch hergestelltes Produkt verfügbar. Für die Faktoren II und X liegen keine Einzelfaktorenkonzentrate vor.

Ferner gibt es bisher in Deutschland **keine Hochkonzentrate** für die **Faktoren V** und **XI**. Bei blutungsrelevanten Mangelzuständen der Faktoren V und XI muss deshalb gefrorenes Frischplasma eingesetzt werden.

Fibrinogen

Das wasserlösliche Fibrinogen ist einerseits das Substrat der plasmatischen Blutgerinnung und andererseits ein wesentlicher Ligand bei der Thrombozytenaktivierung und Thrombozytenaggregation. Fibrinogen ist ein Akut-Phase-Protein, das z. B. bei Infektionen oder postoperativ innerhalb von wenigen Stunden bis auf Werte über 10 g/l Plasma ansteigen kann.

PPSB (Prothrombin, Faktor II), Proconvertin (Faktor VII), Stuart-Faktor (Faktor X) und antihämophiler Faktor B (Faktor IX)

Herstellung, Qualitätskriterien

Die Faktoren des Prothrombinkomplexes II, VII, IX und X sowie Protein C, Protein S und Protein Z werden aus großen kryopräzipitatarmen Plasmapools durch Ionenaustausch-Chromatografie in Kombination verschiedener Fällungs- und Adsorptionsverfahren isoliert.

PPSB-Konzentrate sind hinsichtlich ihres Faktor-IX-Gehaltes standardisiert. Wegen der unterschiedlichen Ausbeute und Stabilität der Faktoren II, VII, IX und X weisen alle Konzentrate eine von den physiologischen Verhältnissen abweichende Zusammensetzung der Faktorenaktivitäten auf. So kann der Gehalt an Prothrombin und Faktor X bis zum Doppelten, an Faktor VII nur bis zur Hälfte der Faktor-IX-Aktivität betragen. Der Gehalt an Protein C, S und Z zeigt eine ähnlich große Schwankungsbreite.

Aktivierte Gerinnungsfaktoren und aktiviertes Protein C oder Plasmin sind in den heute zur Verfügung stehenden PPSB-Präparaten praktisch nicht mehr enthalten, sodass unerwünschte Wirkungen wie thromboembolische Ereignisse, disseminierte intravasale Gerinnung und/oder hyperfibrinolytische Blutungen auch bei Gabe größerer Mengen sehr unwahrscheinlich sind. Alle Präparate enthalten Heparin, manche auch Antithrombin.

Physiologische Funktion

Angeborene Mangelzustände der Faktoren II, VII, IX und X prädisponieren in Abhängigkeit von der Lokalisation des genetischen Defektes zu Blutungen, angeborene Protein-C- und -S-Mängel dagegen zu Thromboembolien.

Die Abhängigkeit der Synthese der 4 Gerinnungsfaktoren von ausreichenden Mengen an Vitamin K wird bei der oralen Antikoagulation mit Kumarinderivaten therapeutisch zur Thromboembolie-Prophylaxe genutzt: Durch Einnahme dieser Vitamin-K-Antagonisten wird das Gerinnungspotenzial so weit reduziert, dass die betroffenen Patienten einerseits kein erhöhtes Thromboserisiko mehr aufweisen, andererseits aber auch möglichst kein erhöhtes Blutungsrisiko induziert wird. Bei Überdosierung mit schweren Blutungskomplikationen, bei dringenden operativen Eingriffen sowie bei Unfällen mit schweren Blutungen dient das PPSB-Konzentrat zum kurzfristigen spezifischen Ersatz der Vitamin-K-abhängigen Gerinnungsfaktoren.

Halbwertszeiten

Die Halbwertzeiten der Gerinnungsfaktoren sind unterschiedlich:

- Prothrombin: 48–60 h
- Faktor VII: 1,5–6 h
- Faktor IX: 20–24 h
- Faktor X: 24–48 h
- Protein C: 1,5–6 h
- Protein S: 24–48 h
- Protein Z: 24–8 h

Bei ausgeprägter kataboler Stoffwechsellage, bei schweren Leberzellschäden und disseminierter intravasaler Gerinnung (DIC) können die Halbwertzeiten wesentlich kürzer sein (Bundesärztekammer 2008, 2010).

34.3.8 Transfusionsassoziierte Virusinfektionen

► **Ätiologie und Vorkommen.** Die Ursache viraler Übertragung durch Blutprodukte sind Virämien des Spenders, die sich mit den gängigen Testverfahren im Prüflabor nicht nachweisen lassen. Durch die Einführung von in Quarantäne gelagerten Plasmen ist von einem minimalen Restrisiko für die Übertragung von HIV, HCV und HBV auszugehen, welches deutlich unter den angegeben Risiken für zelluläre Blutprodukte liegt. Die Leukozytendepletion von Erythrozyten- und Thrombozytenkonzentraten reichert zellständige Viren ab, z. B. CMV u. a.

Parvovirus B19 kann mit Blutkomponenten übertragen werden und bei Schwangeren (foetale Infektion), Personen mit Immundefekt oder gesteigerter Erythropoese (z. B. hämolytische Anämie) zu schweren Erkrankungen führen.

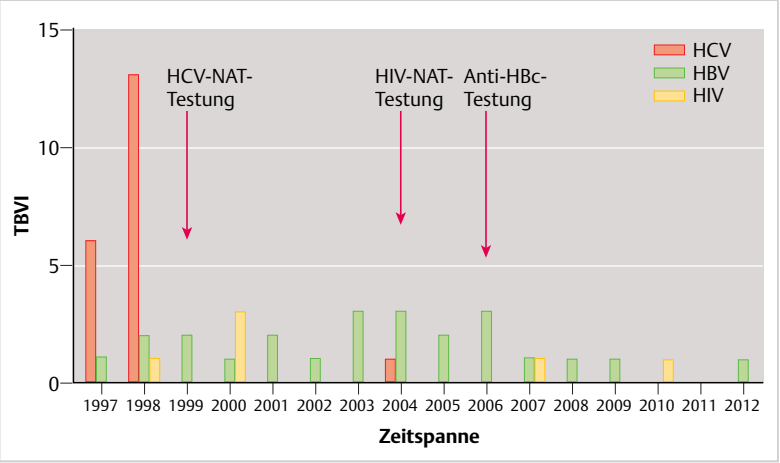


Abb. 34.21 Transfusionsrelevante Viren-Auszüge aus dem Hämovigilanz-Bericht des Paul-Ehrlich-Instituts 2010. (PEI 2010)

► **Symptomatik.** Nach Ablauf der Inkubationszeit können infektionsspezifische Krankheitszeichen auftreten (zeitlicher Zusammenhang von Transfusion und Erkrankungsbeginn beachten!).

► **Diagnostik.** Hierzu gehören u. a. die Antikörperdiagnostik, ein Virusgenomnachweis und ggf. ein Vergleich der Virusgenomsequenzen bei Empfänger und Spender.

► **Therapeutische Maßnahmen.** Die spezifische Therapie entspricht der jeweiligen Infektion.

► **Prophylaxe.** Trotz des geringen Infektionsrisikos ist vor jeder Transfusion die Gefährdung des Empfängers durch eine Virusinfektion gegen den Nutzen der Transfusion abzuwägen (► Abb. 34.21).

34.3.9 Transfusionsreaktionen

Jede diagnostizierte unerwünschte Arzneimittelwirkung (UAW)/ Transfusionsreaktion wird dem **Transfusionsbeauftragten** und **Transfusionsverantwortlichen** gemeldet. Sie entscheiden über das weitere Vorgehen.

Alle Unverträglichkeitsreaktionen sind unter Angabe von Datum und Uhrzeit auf dem Verträglichkeitsprotokoll des Konservenbegleitscheines zu dokumentieren und dem zuständigen Labor unverzüglich zur Kenntnis zu geben. Jeder Verdachtsfall auf eine schwerwiegende Transfusionsreaktion ist dem Paul-Ehrlich-Institut mit den klinischen Angaben anzuzeigen.

Tab. 34.5 Transfusionsfehler in Deutschland 1997–2000 (aus Caspari et al. 2002).

Fehler	Häufigkeit
EK-Verwechslung	1:36 000 (28 Fälle)
tödliche Zwischenfälle	1:500 000 (2 Fälle)

Bei allen unter der Transfusion auftretenden Reaktionen muss die Transfusion sofort abgebrochen werden. Der venöse Zugang wird belassen und eine geeignete Infusionslösung verabreicht. Die weiteren therapeutischen Maßnahmen richten sich nach den Gegebenheiten unter Berücksichtigung der Hämotherapierichtlinien.

Wichtig ist, dass bei allen Transfusionsreaktionen die Reste der Blutbestandteilkonserve steril verschlossen an das zuständige Labor überstellt werden (► Tab. 34.5 und ► Abb. 34.22).

Transfusionsreaktionen und -fehler

Transfusionsfehler

Zu unterscheiden sind:

- **Near-Miss-Ereignis** (Beinahe-Fehler): Unter „Near Miss" versteht man Vorkommnisse, die unentdeckt zu einer Fehltransfusion oder zu falschen Ergebnissen bzw. Laborbefunden geführt hätten, z. B. Blutentnahme bei falschem Patienten.
- **Transfusionsfehler**: Ein Blutprodukt wurde irrtümlich verabreicht, unabhängig von der Wirkung. Das Blutprodukt war ungeeignet oder für einen anderen Patienten bestimmt.

Ca. 1 Million transfundierte Erythrozytenkonzentrate in Deutschland (1997–2000)

- **EK-Verwechselung** 1:36 000 (28 Fälle)

- **Tödliche Zwischenfälle** 1:500 000 (2 Fälle)

30 Patienten wurden 35 EKs transfundiert:

• Verstorben	2 von 30 Pat.
• Intensivpflichtige Behandlung:	7 von 30 Pat.
• Kein Bedside-Test:	13 von 30 Pat.
• Bedside-Test fehlerhaft:	14 von 30 Pat.

Abb. 34.22 Risiken von Transfusionen. (Caspari et al. 2002)

Merke

- Vergewissern Sie sich, ob es sich um den richtigen Patienten und die richtigen Konserven handelt.
- Vergleichen Sie die Unterlagen.
- Bedside-Test immer am Bett, nie im Stationszimmer durchführen.

Transfusionsreaktionen

▶ **Febrile nicht hämolytische Transfusionsreaktion.** Die fieberhaften (febrilen) nicht hämolytischen Transfusionsreaktionen sind sehr häufig und kommen meist bei zellulären Blutprodukten (Thrombozyten- und Erythrozytenkonzentrat) vor. Der Temperaturanstieg geht selten über 39 °C. Sie sind selbstlimitierend, zeigen sich meist am Transfusionsende bzw. innerhalb von 4 h, können ein Hinweis auf Antikörper des Patienten gegen HLA-Antigene, gegen thrombozytäre Antigene oder auch gegen Plasmaproteine (IgA-Allergie) des Spenders sein. Meist sind davon polytransfundierte Patienten betroffen.

▶ **Allergische Transfusionsreaktion.** Die allergischen Transfusionsreaktionen sind häufig und treten oft harmlos als Nesselsucht (Urtikaria) auf. Sie kommen meist bei plasmahaltigen Produkten (Thrombozytenkonzentrat, GFP) vor und treten bis 4 h nach Transfusion auf.

Therapie

Je nach Schweregrad der allergischen Transfusionsreaktion werden Antihistaminika (z. B. Tavergil) und ggf. auch Kortison (z. B. 240 mg Soludecortin) verabreicht.

▶ **Anaphylaktische Transfusionsreaktion.** Die anaphylaktische Transfusionsreaktion ist lebensbedrohlich, aber selten. Sie tritt nach geringer transfundierter Menge auf, es kommt zu einer anaphylaktoiden Reaktion, bei der i. d. R. die Einleitung einer Schocktherapie erforderlich ist.

▶ **Hämolytische Transfusionsreaktion vom Soforttyp.** Die hämolytische Transfusionsreaktion ist lebensbedrohlich, jedoch selten. Sie tritt z. B. nach einer AB0-inkompatiblen Transfusion auf und zwar direkt nach Transfusionsbeginn. Typische Kennzeichen sind Dyspnoe, Fieber, Übelkeit, Nierenschmerzen, Schock, Gerinnungsstörungen und dunkler Urin (Hämoglobinurie). Hämolytische Sofortreaktionen sind unmittelbar dem Labor zu melden.

Therapie

Sofortige Therapiemaßnahmen bei anaphylaktischen und hämolytischen Transfusionsreaktionen vom Soforttyp sind:

- Volumensubstitution unter Kontrolle des **ZVD,**
- bis zu 1000 mg **Prednisolon** i. v. zur Unterbrechung des schockauslösenden Geschehens,
- ggf. med. Therapie zur Verbesserung der Nierendurchblutung,
- bei persistierender Schocksymptomatik Katecholamingabe,
- bei schwerem Zwischenfall mit ausgeprägter Hämoglobinämie bzw. Hämoglobinurie, bei dem ein Nierenversagen wahrscheinlich ist, frühzeitige Einleitung einer Hämodialysetherapie.

▶ **Verzögerte hämolytische Transfusionsreaktion.** Diese Reaktion ist relativ häufig, sie entsteht durch Allo-Antikörper im Empfängerblut (durch frühere Transfusionen oder Schwangerschaft).

Bei Verdacht auf hämolytische Transfusionsreaktionen ist die mehrfache Einsendung von Blut- und Urinproben zur Untersuchung auf freies Hämoglobin angezeigt.

▶ **Bakterielle Kontamination.** Die bakterielle Kontamination ist lebensbedrohlich und tritt am häufigsten bei TKs auf. Die Reaktion ist abhängig von der Keimmenge und -art und kann auch eine febrile, ggf. hämolytische Transfusionsreaktion hervorrufen.

▶ **Transfusionsassoziierte akute Lungeninsuffizienz (TRALI).** Bei der TRALI (Transfusion-related acute Lung Injury) werden 2 Typen unterschieden:

- immunes TRALI (leukozytenspezifische HNA- oder HLA-Antikörper reagieren mit Empfängerleukozyten)
- nicht immunes TRALI (Aktivierung neutrophiler Granulozyten durch biologisch aktive Substanzen wie z. B. Lipide im Blutprodukt)

Symptomatik und Klinik bei TRALI

Noch während oder bis zu 6 h nach der Transfusion kommt es zu rasch zunehmender Dyspnoe, Hypotonie, Fieber und Ausbildung eines Lungenödems. 70 % der Patienten werden beatmungspflichtig.

Das klinische Bild entspricht dem des ARDS (S. 468). Differenzialdiagnostisch muss das Krankheitsbild vom kardiogenen Lungenödem abgegrenzt werden, das praktisch nie mit Fieber einhergeht und auf Diuretika-Gabe anspricht. Typisch sind Fehlen von Zeichen der Herzinsuffizienz und bilaterale Infiltrate im Thoraxröntgenbild.

Bei anästhesierten Patienten werden die Symptome einer Hämolyse z. T. unterdrückt. Plötzlicher Blutdruckabfall oder starke Blutungsneigung sowie Hämoglobinurie sind wichtige Hinweise auf die Unverträglichkeit einer Blutbestandteilkonserve bei narkotisierten Patienten. Bei allen Transfusionsreaktionen sind in jedem Falle 2 frisch entnommene Blutproben dem Labor zur Verfügung zu stellen (Kontrolle der Blutgruppe und Kreuzprobe). Aus einer weiteren frischen Blutprobe werden ggf. LDH, Kalium, Bilirubin und freies Hämoglobin bestimmt. Bei Verdacht auf eine bakterielle Kontamination ist eine zusätzliche Entnahme für die bakteriologische Untersuchung (Blutkultur, 2 Flaschen aerob/ 2 Flaschen anaerob) erforderlich.

Auch folgenlos gebliebene Fehltransfusionen müssen zur Verhütung „gepaarter Verwechslungen" unverzüglich gemeldet werden. So könnte z. B. bei Namensgleichheit die Fehltransfusion eines EKs der Blutgruppe 0 auf einen Patienten der Blutgruppe A folgenlos bleiben, Die Transfusion des A-EKs auf den Patienten der Blutgruppe 0 könnte jedoch fatale Folgen haben (Bundesärztekammer 2008, 2010).

34.4 Regionalanästhesie

Markus Stevens, Peter Lipfert

34.4.1 Einleitung

Die Regionalanästhesie wird alternativ, aber auch als sinnvolle Ergänzung zur Allgemeinanästhesie eingesetzt. Welches der beiden Verfahren besser und sicherer für den Patienten ist, kann nicht abschließend beantwortet werden. Analysiert man die veröffentlichten Studien kritisch, so kommt man zu dem Schluss, dass Mortalität und Morbidität durch die Anwendung von Regionalanästhesieverfahren nicht (Liu u. Wu 2007a) oder nur gering (Wijeysundera et al. 2008) beeinflusst werden. Dies ist insbesondere darauf zurückzuführen, dass die Allgemeinanästhesie inzwischen eine sehr geringe Letalität hat.

Eventuelle Vorteile der Regionalanästhesie sind nur in sehr aufwendigen Studien mit hohen Patientenzahlen zu identifizieren. Allerdings kann durch verschiedene Verfahren der Regionalanästhesie eine bessere postoperative Analgesie erreicht werden, wobei dieser Vorteil auf die ersten postoperativen Stunden bis Tage beschränkt zu sein scheint (Liu u. Wu 2007b). Regionale Techniken vermindern auch durch Einsparung von Opioiden postoperative Übelkeit und postoperatives Erbrechen (PONV) und fördern einen schnellen Beginn der Darmaktivität (Ballantyne 2004). Diese Effekte könnten z. T. auch durch die systemische Wirkung der Lokalanästhetika bewirkt werden (Kaba et al. 2007, Herroeder et al. 2007). Die Verfahren der Regionalanästhesie sind also sehr sicher und zur postoperativen Schmerztherapie weit verbreitet.

Eine Gegenüberstellung der Vorteile beider Verfahren findet sich in ▸ Tab. 34.6.

Tab. 34.6 Vorteile von Regional- und Allgemeinanästhesie.

Regionalanästhesie	Allgemeinanästhesie
• bessere postoperative Analgesie • weniger postoperative Übelkeit und Erbrechen (PONV) • postoperativ frühere Nahrungsaufnahme und bessere Darmaktivität • keine Sedierung oder Atemdepression durch Schmerztherapie • geringerer perioperativer Blutverlust • geringeres Risiko postoperativer Atemdepression • große hämodynamische Stabilität bei peripheren Nervenblockaden • verkürzte Aufwachraumzeiten bei peripheren Nervenblockaden	• einfacheres Verfahren • schnelleres Verfahren • 100 %ige Trefferquote • benötigt weniger anatomische Kenntnisse • *ein* Verfahren für alle Eingriffe • weniger postoperative Visiten notwendig • geringeres Risiko einer Querschnittlähmung • viele Patienten wollen während einer Operation nicht wach sein • kein zusätzliches Infektionsrisiko durch Katheter • geringeres Risiko von Hypotonie und Bradykardie gegenüber rückenmarksnahen Verfahren • geringeres Risiko von postoperativem Harnverhalt gegenüber rückenmarksnahen Verfahren

34.4.2 Lokalanästhetika

Lokalanästhetika blockieren Natriumkanäle erregbarer Zellen, d. h. von Nerven-, Herzmuskel- und Muskelzellen. Dadurch verhindern sie die Weiterleitung von Aktionspotenzialen entlang peripherer Nervenfasern. Als Folge gelangen keine Informationen zum Gehirn (Anästhesie), aber auch keine Informationen vom Gehirn in die Peripherie (Lähmung, Sympathikusblockade).

Nebenwirkungen

Nach versehentlicher intravenöser Injektion oder starker Resorption aus dem Gewebe können schwerwiegende Komplikationen auftreten:
- zentralnervöse Nebenwirkungen
- kardiovaskuläre Nebenwirkungen
- allergische Nebenwirkungen

Zentralnervöse Nebenwirkungen

Als zentralvenöse Nebenwirkungen können auftreten:
- Taubheit von Zunge und Mund
- Verwirrtheit, verwaschene Sprache
- Ohrgeräusche, visuelle Störungen
- Muskelzuckungen im Gesicht und an den distalen Extremitäten
- Zittern
- Grand-Mal-Anfälle
- Bewusstlosigkeit, Koma
- Atemstillstand

Die Häufigkeit solcher Symptome bei Regionalanästhesien wird mit 0,02–0,1 % angegeben (Auroy et al. 1997). Die zentralen Symptome gelten als Frühsymptome, da sie bei niedrigeren systemischen Konzentrationen auftreten als die kardiovaskulären Symptome. Deshalb sollte bei und nach dem Anlegen einer Regionalanästhesie auf derartige Warnsymptome geachtet und die Injektion sofort gestoppt werden. Die Therapie solcher Zwischenfälle ist die Sauerstoffgabe, evtl. eine Sedierung bzw. Beatmung, da Azidose und Hypoxie die Toxizität von Lokalanästhetika noch steigern. Erregungszustände oder Grand-Mal-Anfälle werden mit Barbituraten, Propofol oder Benzodiazepinen behandelt.

Kardiovaskuläre Nebenwirkungen

Kardiovaskuläre Nebenwirkungen treten erst bei höheren Plasmaspiegeln auf:
- Rhythmusstörungen
- Bradykardien
- Asystolien
- Kammertachykardien
- Kammerflimmern

Die Häufigkeit dieser Nebenwirkungen ist extrem selten. Die Therapie erfolgt symptomatisch unter Beachtung der aktuellen Reanimationsrichtlinien. Bei Herz-Kreislauf-Stillstand ist möglicherweise die i. v.-Gabe von Lipiden (z. B. Intralipid 20 %) vorteilhaft. Die Lipide binden wahrscheinlich die lipophilen Lokalanästhetika und reduzieren so die Konzentration im Blut bzw. Gewebe. Obwohl bisher nur tierexperimentelle Daten und Fallberichte für diese Therapie existieren, wird sie inzwischen von einigen nationalen Anästhesiegesellschaften empfohlen (AAGBI 2010, Volk et al. 2009). Nach neueren tierexperimentellen Studien kann die vorherige Gabe von Adrenalin die Wirkung von intravenösen Lipiden allerdings aufheben (Hiller et al. 2009, Hicks et al. 2009). Weiterhin ist bisher der Effekt tierexperimentell nur bei Bupivacain-Intoxikationen nachgewiesen (Zausig et al. 2009).

Allergische Nebenwirkungen

Allergische oder anaphylaktische Reaktionen sind bei Lokalanästhetika vom Aminoester-Typ (Tetracain, Procain) aufgrund der Strukturähnlichkeit mit Konservierungsmitteln (Methylparaben) gehäuft. Aus diesem Grund werden Lokalanästhetika vom Aminoester-Typ kaum mehr eingesetzt, sondern weitgehend solche vom Aminoamid-Typ verwendet, bei denen allergische Reaktionen extrem selten sind (Graf u. Niesel 2003).

34.4.3 Infiltrationsanästhesien

Definition

Unter Infiltrationsanästhesie versteht man das meist subkutane Einbringen von verdünnten Lokalanästhetikalösungen (mit oder ohne Vasokonstriktor) an sensible Nervenendigungen oder terminale Leitungsbahnen.

▶ **Flächenhafte Infiltration.** Bei der flächenhaften Infiltration des Erfolgsgebietes wird eine möglichst dünne Nadel verwendet, deren Länge ungefähr dem Durchmesser des gewünschten Erfolgsgebietes entspricht.

▶ **Feldblock.** Der Feldblock (rautenförmige Ausschaltung des Erfolgsgebietes) wird von mehreren Hautquaddeln aus durchgeführt und erfordert die horizontale Umspritzung der Oberfläche wie auch die vertikale Tiefeninjektion (evtl. Unterspritzung des Erfolgsgebietes). Bei größeren zu anästhesierenden Flächen ist auf die Einhaltung der Grenzdosen zu achten (Niesel u. Kaiser 1991).

Infiltrationsanästhesien werden heutzutage hauptsächlich bei ambulanten Patienten zur Behandlung von Verletzungen oder Erkrankungen der Haut (kleine Tumore, Narben) verwendet. Der Feldblock ist bei Hernienoperationen oder zur Entfernung von gutartigen Knoten in der Brust geeignet. Vorteilhaft speziell in der Kinderchirurgie ist die gleichzeitige postoperative Analgesie.

Infiltrationsanästhesien werden meist vom Chirurgen durchgeführt.

34.4.4 Nerven- bzw. Plexusblockaden

Je nach geplantem Eingriff können einzelne Nerven oder ein Nervenplexus blockiert werden. Nervenblockaden werden unter Einhaltung strenger steriler Kautelen durchgeführt.

Merke

Insbesondere bei Katheteranlagen werden immer Mundschutz und Haube sowie ein steriler Kittel und sterile Handschuhe getragen.

Kontraindikationen

Bei Plexusanästhesien sind Gerinnungsstörungen bzw. die Einnahme von gerinnungsaktiven Substanzen nicht so gefährlich wie bei den rückenmarksnahen Anästhesien. Denn im Gegensatz zu den Verhältnissen im Wirbelkanal kann sich ein Hämatom ohne Druckläsion der Nerven ausdehnen.

Das möglicherweise erhöhte Risiko für Hämatome oder Nervenschäden muss allerdings individuell abgewogen, mit dem Patienten besprochen und dokumentiert werden.

Ausnahmen stellen der Psoas-Kompartment-Block, der interskalenäre Block nach Winnie und paravertebrale Blockaden dar, bei denen die gleichen Richtlinien gelten wie bei rückenmarksnahen Verfahren.

Durchführung der Blockaden

Bei Nervenblockaden ist es hilfreich, oberflächliche Landmarken zu ertasten und evtl. zu markieren. Allerdings werden diese Markierungen durch Lageänderung des Patienten rasch unbrauchbar.

Das Aufsuchen der Nerven erfolgt heute meist mithilfe von hochauflösendem Ultraschall. Dadurch kann man nicht nur die Nerven, sondern auch umgebende Strukturen wie Gefäße, Pleura oder Peritoneum identifizieren. Die Nadel wird entweder innerhalb der Schallebene vorgeführt (sog. In-plane-Technik), wobei die gesamte Nadel stets im Bild bleibt; oder die Nadel wird senkrecht zur Schallebene vorgeschoben und der Echokopf entsprechend mitgeführt, sodass nur die Nadelspitze dargestellt wird (sog. Out-of-Plane-Technik). Anschließend wird zunächst eine geringe Testdosis (0,5–1,0 ml) injiziert und die Ausbreitung der Flüssigkeit beurteilt bzw. die Nadellage korrigiert. Aus ergonomischen Gründen sollte das Ultraschallgerät auf der dem Anästhesisten gegenüberliegenden Seite des Patienten stehen.

Eine andere Methode Nerven aufzusuchen, ist der Einsatz eines Nervenstimulators, bis eine adäquate motorische Antwort bei einer Reizbreite von 0,1 ms und einer Reizstärke unter 0,5 mA ausgelöst werden kann (▶ Abb. 34.23).

Vor Injektion des Lokalanästhetikums sollte zum Ausschluss einer intravasalen Lage der Kanüle (bzw. des Katheters) immer aspiriert werden. Fehlende Blutaspiration schließt eine intravasale Lage allerdings nicht aus. Deshalb sollte während und nach der Injektion von Lokalanästhetika auf die typischen Symptome systemischer Lokalanästhetikawirkungen geachtet werden!

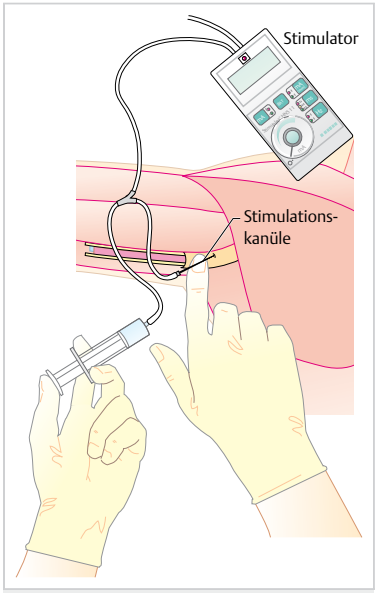


Abb. 34.23 Elektrische Nervenstimulation. (Roewer u. Thiel 2004)

Merke

Da zentralnervöse Symptome i. d. R. nur am wachen Patienten zu erkennen sind, sollten Regionalanästhesien – wenn möglich – am wachen, kooperativen Patienten durchgeführt werden.

Technisches Vorgehen bei Plexus- und Nervenblockaden

Interskalenäre Plexusanästhesie (ISK)

Im Wesentlichen sind Operationen an der Schulter Indikationen für einen ISK, v. a. bei präoperativ bestehenden Schmerzen. Eingriffe an der Schulter werden häufig aus lagerungstechnischen Erwägungen in Kombinationsanästhesie durchgeführt, d. h. der Plexuskatheter wird dann vor Einleitung der Allgemeinanästhesie gelegt.

Dabei dreht der Patient den Kopf zur Gegenseite. Der Plexus wird zwischen den Skalenusmuskeln aufgesucht und eine entsprechende Menge Lokalanästhetikum injiziert (▶ Abb. 34.24). Dabei kommt es regelhaft zur Blockade benachbarter Nerven, wie dem N. phrenicus, dem N. vagus oder dem zervikalen Grenzstrang. Entsprechend können postoperativ eine einseitige Zwerchfellparese (N. phrenicus), eine einseitige Recurrensparese (Heiserkeit durch Blockade des N. recurrens des N. vagus) oder ein Horner-Syndrom (enge Pupille, hängendes Augenlid und Enoph-

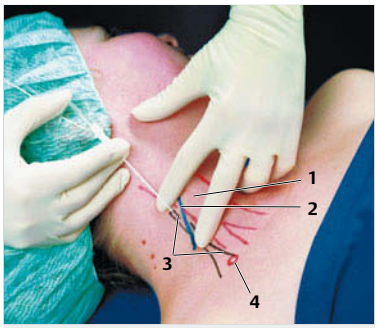


Abb. 34.24 Interskalenäre Plexusanästhesie. 1 M. sternocleidomastoideus. 2 V. jugularis externa. 3 Skalenuslücke. 4 A. subclavia. (Meier u. Büttner 2004)

thalmus) beobachtet werden. Durch den Einsatz von Ultraschall und Reduktion der Lokalanästhetikamenge lassen sich die Häufigkeit bzw. das Ausmaß dieser Nebenwirkungen verringern, aber nicht verhindern (Renes et al. 2009).

Vertikale infraklavikuläre Plexusanästhesie (VIP)

Diese nicht unumstrittene Form der Plexus-brachialis-Blockade hat unübersehbar Vorteile gegenüber der axillären Blockade, wie

- kürzere Anschlagzeit,
- höhere Trefferquote,
- bessere Toleranz einer Oberarmmanschette zur Blutsperre,
- proximale Eingriffe an Ellenbogen bzw. distalem Humerus sind möglich,
- kein gesondertes Aufsuchen des N. musculocutaneus notwendig.

Diesen Vorteilen steht das Risiko eines Pneumothorax gegenüber.

Zur Punktion liegt der Patient flach auf dem Rücken, der betreffende Arm ist angelagert. Die Mitte zwischen Akromion und Jugulum wird markiert (VIP-Punkt). Diese Blockadetechnik geht immer mit der Gefahr eines Pneumothorax einher. Durch die Nähe des Schlüsselbeins zum Schallkopf ist bei diesem Block die Ultraschalltechnik von begrenztem Wert.

Supraklavikuläre Plexusanästhesie

Der Patient liegt auf dem Rücken, der Kopf und die gegenüberliegende Schulter sind auf einem Kissen leicht erhöht und die Schulter derselben Seite ist frei. Dann wird die A. subclavia getastet bzw. mit dem Ultraschall dargestellt. Direkt lateral verläuft der supraclaviculäre Teil des Plexus brachialis. Der Ultraschallkopf wird nun so gehalten, dass Plexus und A. subclavia kranial des Schlüsselbeins sichtbar werden und somit die in wenigen Millimetern Abstand liegende Pleura geschont wird. Dann wird von dorsolateral eine Nadel in der In-plane-Technik vorgeführt und um die Faszikel des Plexus eine ausreichende Menge Lokalanästhetikum injiziert.

Die Blockade des supraklavikulären Plexus wurde früher die Spinalanästhesie der oberen Extremität genannt, weil er so dicht unter der Haut liegt, schnell aufzusuchen ist und die Blockade eine kurze Anschlagzeit aufweist. Aufgrund der erheblichen Gefahr eines Pneumothorax wurde er allerdings wenig praktiziert. Mit Einführung des hochauflösenden Ultraschalls für die periphere Regionalanästhesie erfährt dieser Block eine Renaissance.

Infraklavikuläre Plexusanästhesie

Der Patient liegt in Rückenlage und der Plexus wird mithilfe des Ultraschalls unterhalb der lateralen Klavikula aufgesucht. An dieser Stelle ist der Plexus von der Pleura entfernt, jedoch liegen die Faszikel relativ tief (4–7 cm). Nicht nur der oberflächlichste (laterale), sondern auch die tieferen (medialer und posteriorer) Faszikel müssen vom Lokalanästhetikum umspült werden.

Axilläre Plexusanästhesie

Diese Blockade ist insbesondere für Eingriffe distal des Ellebogens geeignet. Dazu wird der Arm 90 ° abduziert mit dem Ellebogen in 90 ° Beugung und die A. axillaris und der M. coracobrachialis werden getastet. Möglichst weit proximal wird der Plexus aufgesucht. Im Ultraschall erkennt man die 4 Nerven des Plexus und kann sie einzeln mit Lokalanästhetikum blockieren. Eine Erwärmung der Hand ist häufig ein Hinweis auf eine ausreichende Blockade.

Ischiadikus-Femoralis-Obturatorius-Blockade (IFOB)

Der Name hat sich fälschlicherweise eingebürgert. Korrekter ist die Bezeichnung „kombinierte Femoralis-/Ischiadikus-Blockade“, da der hintere Anteil des N. obturatorius meist nicht betäubt wird. Dieses Verfahren erlaubt Eingriffe vom distalen Oberschenkel abwärts.

Femoralis-Blockade oder „3-in-1“-Block

In der Leiste wird 1 cm distal des Leistenbandes und 1–2 cm lateral der A. femoralis in flachem Winkel parallel zum Verlauf der Arterie nach kranial der N. femoralis

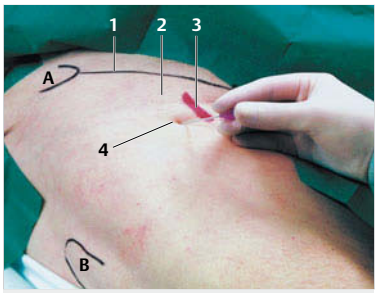


Abb. 34.25 Femoralis-Blockade. 1 Leistenband. 2 Leistenfalte. 3 A. femoralis. 4 Punktionsort. A Spina iliaca. B Trochanter major. (Meier u. Büttner 2004)

aufgesucht (▶ Abb. 34.25). Der N. femoralis liegt dabei lateral der A. femoralis als flache Struktur direkt auf dem M. iliopsoas und kann auf Höhe des Leistenbandes blockiert werden.

Ischiadikus-Blockade

▶ **Ventrale (blinde) Technik.** Bei einer adäquaten Blockade des N. femoralis ist eine Betäubung der Haut zur ventralen N.-ischiadicus-Blockade meist überflüssig. Der ventrale Zugang erfolgt etwa eine Handbreit unterhalb des Leistenbandes in der Lücke zwischen M. quadriceps und M. sartorius; dabei sollte das Bein leicht innenrotiert liegen. Die Lücke sollte nach medial bewegt und die Nadel am medialen Rand des Femurs vorbei in die Tiefe vorgeschoben werden (▶ Abb. 34.26).

Eine motorische Reizantwort des N. ischiadicus distal des Knies bzw. am Fuß (N. tibialis: Plantarflexion; N. peronaeus: Dorsalflexion) weist auf die korrekte Nadelposition hin.

Der Nerv liegt dabei in 7–15 cm Tiefe und ist mit dem Ultraschall nur schwierig zu identifizieren.

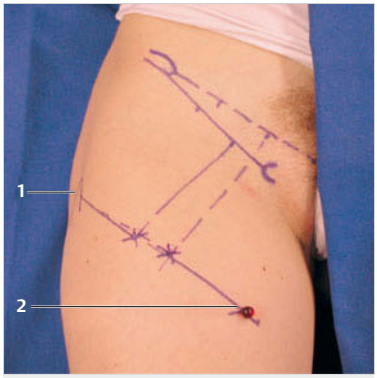


Abb. 34.26 Ventrale Ischiadikusblockade. 1 Trochanter major. 2 Einstichstelle. (Meier u. Büttner 2004)

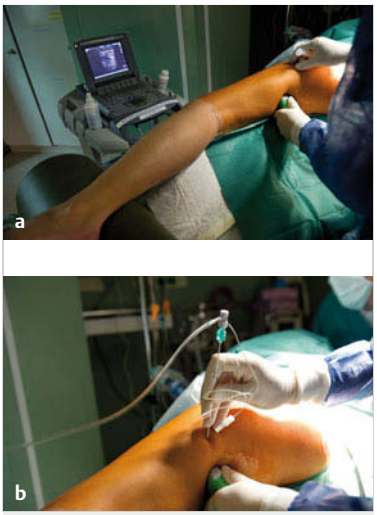


Abb. 34.27 Ultraschall-gesteuerte Ischiadicus-Blockade.

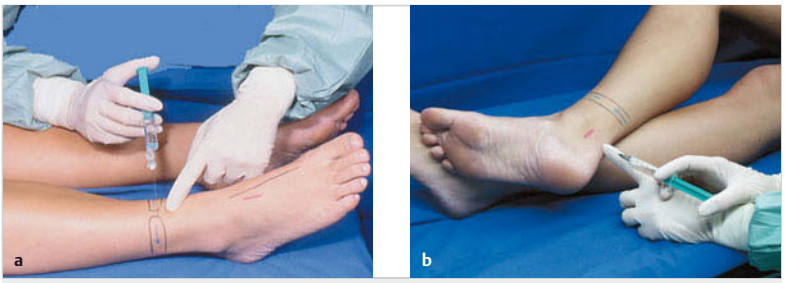


Abb. 34.28 Fußblock. (Niesel u. Van Aken 2003)
a N.-peroneus-(fibularis-)superficialis-Blockade.
b N.-tibialis-Blockade.

► **Dorsale Techniken.** Beim parasakralen Zugang bzw. transglutealen Zugang liegt der Patient auf der Seite. Bei beiden Techniken liegt der Nerv so tief, dass er nicht bei allen Patienten sicher im Ultraschall zu identifizieren ist. Darum werden diese Techniken meist „blind" mit der Hilfe des Nervenstimulators durchgeführt.

Ultraschall-gesteuerte Ischiadicus-Blockade

5–7 cm unterhalb der Glutealfalte liegt der N. ischiadicus von dorsal sehr oberflächlich. Er lässt sich häufig im gesamten Verlauf am dorsalen Oberschenkel mit dem Ultraschallkopf verfolgen und somit an einer gut sichtbaren Stelle (meist oberhalb 5–7 cm unterhalb der Glutealfalte oder 5–7 cm oberhalb des Kniegelenkes) blockieren (► Abb. 34.27). Der Nerv ist bei Bauchlage des Patienten meist besser zu identifizieren, prinzipiell aber auch bei Seitenlage.

Fußblock

Bei diesem Block werden der N. peroneus profundus neben der Großzehenstrecksehne und der N. tibialis hinter bzw. unter dem Innenknöchel betäubt. Außerdem werden die Endäste der Nn. suralis und saphenus durch einen subkutanen Wall medial und lateral der Tibia infiltriert (► Abb. 34.28).

Applizierte Medikamente

Mit Einführung der Ultraschalltechnik hat die Bandbreite der eingesetzten Lokalanästhetikamenge erheblich zugenommen. Wurden ohne Ultraschalltechnik für den interskalenären Block bspw. bis zu 50 ml Lokalanästhetikum verwendet, so konnte in neueren Studien gezeigt werden, dass eine adäquate postoperative Analgesie mit geringen Nebenwirkungen mit nur 5 ml erreicht werden kann. (Stevens et al. 2007, Renes et al. 2009)

Dabei wird je nach gewünschter Dauer des Blockes ein kurz-, mittel- oder langwirkendes Lokalanästhetikum verwendet. Im Hinblick auf die postoperative Schmerztherapie ist die Verwendung einer langwirkenden Substanz sinnvoll. Auch eine Kombination mit einer langwirkenden Substanz (z. B. 10 ml Ropivacain 0,75 %) ist möglich. Für den Fußblock sind 20–30 ml (z. B. Prilocain 1 %) nötig.

Risiken bei Nervenblockaden

Zu den Risiken bei Nervenblockaden zählen:
- Nervenverletzungen
- Gefäßverletzungen
- Infektionen
- unzureichende Analgesie

► **Nervenverletzungen.** Als Risiko sind v. a. Nervenverletzungen zu nennen, die zu zeitweiligen oder permanenten Gefühlsstörungen oder Lähmungen führen. Sie sind in Abhängigkeit vom Beobachtungszeitraum und der angewandten Technik häufig (Auroy et al. 1997, Fanelli et al. 1999), schwerwiegende bleibende Schäden sind aber sehr selten (Auroy et al. 2002).

Dennoch muss bei Patienten mit Regionalanästhesie nach Operationen immer darauf geachtet werden, dass die anästhesierte Extremität druckfrei gelagert ist. Derartige Druckschäden durch Verband bzw. Lagerung der operierten und anästhesierten Extremität scheinen mindestens so häufig zu sein wie primäre Schäden durch Nadeln oder Lokalanästhetika.

► **Gefäßverletzungen.** Sie führen meist nur zu Blutergüssen und Schwellungen. Theoretisch erscheinen auch schwerwiegendere Verletzungen möglich mit Ausbildung eines Aneurysmas oder einer arteriovenösen Fistel, sie dürften aber extrem selten sein.

► **Infektionen.** Infektionen im betäubten Areal sind nach Einmalgaben der Lokalanästhetika extrem selten. Bei postoperativer Schmerztherapie mittels Katheter steigen die Inzidenzen von Katheterinfektionen nach 7–14 Tagen stark an. Deshalb sollte bei liegendem Nervenkatheter 2-mal täglich die Punktionsstelle inspiziert (Transparentverbände!), bei wachen Patienten auf Druckschmerz geachtet und bei Infektzeichen der Katheter frühzeitig entfernt werden.

► **Unzureichende Analgesie.** Dies und ein möglicher Verfahrenswechsel gehören zu den wesentlichen Nachteilen von Plexusblockaden. Durch Einführung der Ultraschalltechnik konnte die Erfolgsquote von vielen Blockaden zwar auf deutlich über 90 % gesteigert werden, aber leider noch nicht auf 100 % (Abrahams et al. 2009). Durch Nachinjektionen von Lokalanästhetikum bzw. eine leichte Analgosedierung kann die Operation i. d. R. durchgeführt werden. Bei den übrigen Patienten wird eine Allgemeinanästhesie notwendig. Deshalb sollten auch Patienten, die „nur" eine Regionalanästhesie erhalten, immer nüchtern sein.

Vor- und Nachteile der Technik

Im Gegensatz zur Allgemeinanästhesie bzw. rückenmarksnahen Verfahren sind Kreislaufreaktionen bei Plexus- und Nervenblockaden extrem selten. Dem steht eine primäre Erfolgsquote von bestenfalls 96 % gegenüber, bei einem erhöhten Zeitaufwand für die Durchführung dieser Verfahren.

34.4.5 Intravenöse Regionalanästhesie (Bierscher Block)

Bei dieser Technik wird in die Venen einer Extremität unter Blutsperre eine große Menge Lokalanästhetikum injiziert. Nach wenigen Minuten tritt eine ausgeprägte Blockade der Extremität ein, die nach Lösen der Blutsperre rasch wieder verschwindet.

Indikationen

Indiziert ist die intravenöse Regionalanästhesie bei OP-Zeiten von weniger als 90 Minuten an oberer und unterer Extremität.

Kontraindikationen

Zu den Kontraindikationen einer intravenösen Regionalanästhesie zählen:
- Überleitungsstörungen (ein inkompletter AV-Block kann in einen kompletten AV-Block III° übergehen)
- extreme Bradykardie (Vagotonus)
- schwere Durchblutungsstörungen
- Epilepsie (Krampfinduktion durch hohe Lokalanästhetikaspiegel)
- Infektionen an der zu operierenden Extremität
- maligne Tumoren
- lange Operationen
- Blutstillung nach Öffnen der Blutsperre

Technisches Vorgehen

Zunächst wird eine Vene an der zu betäubenden Extremität punktiert, anschließend wird die Extremität mit einer Esmarch-Binde ausgewickelt. Eine aus einer Doppelkammer bestehende pneumatische Manschette wird angelegt und die proximale Kammer aufgeblasen (obere Extremität maximal 300 mmHg, untere Extremität maximal 500 mmHg). Nun werden 40–60 ml eines Lokalanästhetikums über den venösen Zugang injiziert.

Nach Erreichen des Anästhesieeffektes (Anschlagzeit durchschnittlich 8 min) wird die distale Manschette auf den gewünschten Druckwert eingestellt, der proximale Teil entleert. Dadurch liegt der wirksame (und schmerzauslösende) Teil der Manschette im anästhesierten Areal. Diese Form der Regionalanästhesie besticht durch eine einfache Technik, einen raschen Wirkungseintritt, eine steuerbare Wirkdauer und eine nahezu 100 %ige Erfolgsquote.

Komplikationen

Sollte der Manschettendruck plötzlich nachlassen und dadurch Lokalanästhetikum in den Kreislauf eingeschwemmt werden, kommt es zu den typischen Symptomen einer systemischen Lokalanästhetikaintoxikation (S. 665). Die betroffene Extremität sollte sofort wieder abgebunden und eine symptomatische Therapie begonnen werden. Langwirksame Lokalanästhetika dürfen wegen ihrer größeren Kardiotoxizität nicht verwendet werden. Zur Vermeidung von Intoxikationen wird die Manschette am Ende der Operation langsam bzw. intermittierend geöffnet.

Merke

Zwischen Applikation des Lokalanästhetikums und Wiedereröffnen der Manschette sollten wenigstens 30 min liegen.

34.4.6 Spinalanästhesie

Indikationen

Indikationen für eine Spinalanästhesie sind:
- Eingriffe im Unterbauch
- Eingriffe am Hüftgelenk und der unteren Extremität
- periphere gefäßchirurgische Eingriffe
- Eingriffe an Prostata und Blase
- gynäkologische und geburtshilfliche Eingriffe
- Eingriffe im perianalen und analen Bereich

Neben Patienten mit COPD/Asthma oder Diabetes mellitus profitieren besonders von einer Spinalanästhesie:
- nicht nüchterne Patienten
- alte Patienten
- Patienten mit zu erwartender schwieriger Intubation

Kontraindikationen

► **Absolute Kontraindikationen.** Die Spinalanästhesie ist absolut kontraindiziert bei:
- Ablehnung durch den Patienten
- fehlender Kooperation
- lokaler Infektionen am Punktionsort
- Sepsis
- gesicherter Allergie auf Lokalanästhetika
- akute Meningitis bzw. Enzephalitis
- infektiöse Entzündungen der Wirbelsäule am Punktionsort
- Gerinnungsstörungen

► **Relative Kontraindikationen.** Relative Kontraindikationen sind hingegen:
- Lagerungsschwierigkeiten
- dringender Operationsbeginn (< 10 min)
- pathologisch-anatomische Veränderungen an der Wirbelsäule
- chronische neurologische Vorerkrankungen
- Hypovolämie/Hypotonie
- Vitien mit Rechts-Links-Shunt

Technisches Vorgehen

Die Punktion erfolgt im Sitzen oder in Seitenlage (► Abb. 34.29). Das Desinfektionsmittel sollte 1–2 min einwirken (Haut muss feucht gehalten werden!). Punktiert wird meist mit einer Pencil-Point-Nadel der Stärke 25 G oder dünner. Der Zugang erfolgt median (für den Anfänger empfohlen) oder paramedian bei verknöcherten Bändern. Die Punktionshöhe liegt bei L 4/5 oder L 3/4 (die Linie zwischen den Oberkanten der Darmbeinschaufeln kreuzt entweder den Dornfortsatz L 4 – bei 50 % der Patienten – oder den Zwischenwirbelraum L 4/5, ► Abb. 34.30).

Merke

Bei der Punktion im Sitzen muss der Patient beobachtet und auf seinen Kreislauf geachtet werden.

Zur Spinalanästhesie werden meist iso- oder hyperbare Lokalanästhetikalösungen verwendet. Hyperbare Lösungen haben den Vorteil, dass die Ausbreitung der Anästhesie auch nach Injektion des Medikaments in den Liquorraum noch durch entsprechende Lagerung beeinflusst werden kann. So werden bspw. durch die Injektion einer geringen Dosis hyperbaren Lokalanästhetikums beim sitzenden Patienten nur die sakralen Segmente blockiert (Reithosenanästhesie). Sie erlaubt die Durchführung perianaler Eingriffe, ohne dass es zu einer motorischen Blockade der Beine bzw. einer Sympathikolyse und damit verbunden der Gefahr von Blutdruckabfällen kommt. Umgekehrt steigt durch eine Kopftieflagerung nach Injektion eines

Abb. 34.29 Spinalanästhesie.

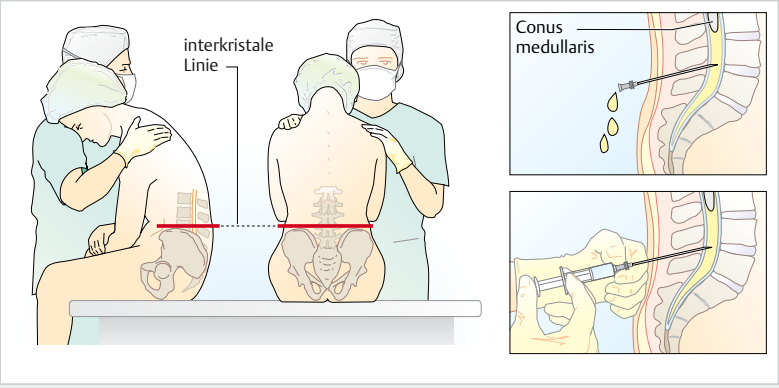


Abb. 34.30 Spinalanästhesie. Punktionshöhe L 3/4. (Roewer u. Thiel 2004)

Tab. 34.7 Chirurgische Eingriffe und benötigte Anästhesieausdehnung (n. Möllmann u. Lanz 2003).

Anästhesieausbreitung	Eingriff
Th_4 (Mamillarlinie)–Th_6	Sectio caesarea Appendektomie Leistenhernie (Th_6) Eingriffe an Hoden und Ovarien (Oberbaucheingriffe)
Th_6–Th_8 (Xiphoid)	gynäkologische Operationen im Becken Eingriffe am Ureter Eingriffe am Nierenbecken
Th_{10} (Bauchnabel)	transurethrale Resektionen mit Blasendehnung vaginale Entbindung Eingriff an Vagina und Uterus Hüftgelenksoperationen Operation am Kniegelenk oder tiefer mit Blutsperre
L_1 (Leistenband)	transurethrale Resektionen ohne Blasendehnung Ober- und Unterschenkeloperationen
L_2–L_3	Operation am Kniegelenk oder tiefer ohne Blutsperre
S_2–S_5	perineale und perianale Eingriffe

Tab. 34.8 Dosierung von Bupivacain bei Spinalanästhesien (n. Möllmann u. Lanz 2003).

Lokalanästhetikum	0,5 %iges Bupivacain hyperbar (Angaben in mg)
Anästhesiehöhe Th_6	12,5–20,0
Anästhesiehöhe Th_{10}	10,0–12,5
Anästhesiehöhe L_1	7,5
Anästhesiehöhe S_1–S_5	5,0
Wirkdauer (min)	bis 160

hyperbaren Lokalanästhetikums die segmentale Ausbreitung nach kranial. ▸ Tab. 34.7 gibt die für bestimmte chirurgische Eingriffe benötigte Anästhesieausdehnung an.

Applizierte Medikamente

Der ▸ Tab. 34.8 sind die Dosierungen bei Spinalanästhesien unterschiedlicher Höhe zu entnehmen. Bei adipösen Patienten und Schwangeren erfolgt eine Dosisreduktion um 20–30 %.

Merke

Bei isobaren Medikamenten ist nur das injizierte Volumen von Bedeutung für die Anästhesieausbreitung, nicht die Lage des Patienten.

Nebenwirkungen

An Nebenwirkungen bei einer Spinalanästhesie können auftreten:
- totale Spinalanästhesie
- Sympathikolyse
- Muskelzittern
- Miktionsstörungen
- Rückenschmerzen
- Postpunktionskopfschmerz
- TNS-Syndrom (Transient neurological Symptoms, auch Transient radicular Irritation)
- neurologische Komplikationen

▸ **Totale Spinalanästhesie.** Bei relativer Überdosierung des Lokalanästhetikums kommt es zur raschen kranialen Ausbreitung der Blockade unter Einschluss der oberen Extremität mit nachfolgender Ateminsuffizienz und -lähmung aufgrund der motorischen Blockade der rumpfnahen Atemmuskulatur und des Zwerchfells. Es tritt ebenfalls eine komplette Sympathikusblockade mit ausgeprägter Hypotonie bzw. Bradykardie oder Asystolie auf. Wird der N. oculomotorius an der Schädelbasis betroffen, sind weite Pupillen zu beobachten, während bei kompletter Sympathikusblockade die Pupillen eng sind. Die Therapie ist symptomatisch, d. h. Intubation, Beatmung, Gabe von Parasympatholytika, Vasopressoren bzw. Katecholaminen, ggf. Volumensubstitution.

▸ **Sympathikolyse.** Durch eine ausgedehnte Sympathikolyse kann es zu Blutdruckabfall mit Bradykardie bis hin zum Kreislaufstillstand kommen. Hierbei ist frühzeitig auf Warnsymptome zu achten: Verkleinerung der Blutdruckamplitude, Bradykardie, Unruhe, Übelkeit, Erbrechen, Blässe, eingetrübtes Bewusstsein bis zur Bewusstlosigkeit! Therapeutisch wird frühzeitig Sauerstoff gegeben; Bradykardie bzw. Hypotonie werden durch Tieflagerung des Oberkörpers sowie Gabe von Vasopressoren und Volumen behandelt.

▸ **Muskelzittern.** Ähnlich wie bei der Allgemeinanästhesie kann es bei einer ausgedehnten Regionalanästhesie durch die Störung der Wärmeregulation intra- bzw. postoperativ zu Muskelzittern kommen. Deshalb sollte man darauf achten, dass die Patienten während der Anlage der Regionalanästhesie und der Operation nicht auskühlen. Dementsprechend ist bei Auftreten von Muskelzittern Wärmezufuhr eine kausale Therapie. Symptomatisch kann man das häufig sehr unangenehm empfundene Zittern mit Clonidin oder Pethidin unterdrücken (Cave: Es kann eine latente Hypovolämie demaskiert werden).

▸ **Miktionsstörungen.** Sie treten bei bis zu 50 % der Patienten auf und werden auch von der Wirkdauer des gewählten Lokalanästhetikums beeinflusst. Deshalb sind bei Spinalanästhesie übermäßige Flüssigkeitsgaben zu vermeiden! Falls notwendig, sollte einmalkatheterisiert

werden, um einen Harnwegsinfekt durch einen Dauerkatheter zu vermeiden.

► **Rückenschmerzen.** Sie treten in bis zu 25 % nach einer Spinalanästhesie auf, aber nicht häufiger als nach Allgemeinanästhesie. Ursachen können sein: Überdehnung der Bänder, Gelenke und Muskeln durch die Relaxation der Rückenmuskulatur oder ein Trauma an der Punktionsstelle. Die Therapie erfolgt symptomatisch.

► **Postpunktionskopfschmerz.** Postpunktionelle Kopfschmerzen treten in Abhängigkeit von der Nadelgröße mit einer Häufigkeit von unter 1 % (27 G Whitacre- oder Sprotte-Nadel) bis zu 75 % (18 G Tuohy-Nadel) auf. Oft beginnen die Beschwerden am 1. oder 2. postoperativen Tag und haben einen typischen lageabhängigen Charakter mit Zunahme der Symptome in aufrechter Lage. Außerdem können Zeichen der meningealen Reizung wie Nackensteife, Sehstörungen, Irritationen der Hirnnerven zusammen mit den Kopfschmerzen beobachtet werden. Differenzialdiagnostisch sollte immer an entzündliche Prozesse (z. B. Meningitis) gedacht werden. Siehe auch Therapie bei postpunktuellem Kopfschmerz (S. 674).

► **TNS-Syndrom.** Es handelt sich um einen dumpfen Schmerz, der sich innerhalb von 24 h nach Abklingen der Spinalanästhesie entwickelt und in Gesäß und Oberschenkel ausstrahlt. Es werden keine neurologischen Ausfälle beobachtet. Die Symptome werden auf eine direkte nervenschädigende Wirkung von Lidocain (bei Bupivacain und Prilocain deutlich weniger Fälle) und/oder eine ungünstige Lagerung (besonders nach Steinschnittlage) zurückgeführt. Diese Symptome verschwinden meist von selbst nach einigen Tagen, symptomatisch werden Krankengymnastik und Antiphlogistika empfohlen.

► **Neurologische Komplikationen.** Sie sind nach Spinalanästhesie extrem selten. Die Inzidenzen bleibender motorischer Lähmungen werden mit 0–0,08 % angegeben (Auroy et al. 1997). Ursachen können sein: Schädigung des Rückenmarks oder der Nervenwurzeln (traumatisch, toxisch durch das Lokalanästhetikum, Hämatom), Durchblutungsstörungen, siehe Spinalis-anterior-Syndrom (S. 673), bakterielle Kontamination.

Kriterien für die Verlegung aus dem Aufwachraum

Wir empfehlen eine Regression der sensiblen Blockade bis Hautsegment L 1; alternativ kann eine Regression um mind. 2 Segmente bei stabilem Kreislauf abgewartet werden.

Abb. 34.31 Technik der Epiduralanästhesie. (Niesel u. Van Aken 2003)

34.4.7 Periduralanästhesie

Indikationen

Indikationen zur (kontinuierlichen) Periduralanästhesie sind:
- operative Eingriffe an der unteren Körperhälfte
- operative Eingriffe im Bereich des Thorax und des (Ober-)Bauches („große" Tumorchirurgie: Ösophagus, Magen, Pankreas, Leber und abführende Gallenwege, Rektum, Kolon, Lunge; zumeist in Kombination mit einer Allgemeinanästhesie)
- geburtshilfliche Anästhesie und Analgesie
- akute und chronische Schmerztherapie
- diagnostische und therapeutische Sympathikolyse, evtl. bei Darmatonie

Patienten mit folgenden Erkrankungen oder Störungen profitieren von einer Periduralanästhesie:
- nicht nüchterne Patienten
- Patienten mit COPD/Asthma
- Diabetiker
- alte Patienten
- Patienten mit zu erwartender schwieriger Intubation

Kontraindikationen

► **Absolute Kontraindikationen.** Als absolute Kontraindikationen gegen eine (kontinuierliche) Periduralanästhesie gelten:
- Ablehnung durch den Patienten
- dringender Operationsbeginn (< 25 min)
- fehlende Kooperation
- Infektion an der Punktionsstelle
- Sepsis
- nachgewiesene Allergie auf Lokalanästhetika
- akute Menningitis bzw. Enzephalitis
- infektiöse Entzündungen der Wirbelsäule
- Gerinnungsstörungen (Richtlinien s. Gogarten et al. 2007)

► **Relative Kontraindikationen.** Zu den relativen Kontraindikationen zählen:
- Lagerungsschwierigkeiten
- pathologisch-anatomische Veränderungen an der Wirbelsäule

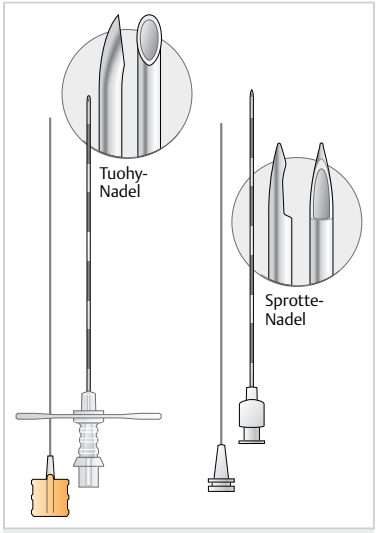


Abb. 34.32 Nadeltypen für die rückenmarknahe Leitungsanästhesie. (Roewer u. Thiel 2004)

- chronische neurologische Vorerkrankungen
- Schock
- Vitien mit Rechts-Links-Shunt

Technisches Vorgehen

Die Punktion erfolgt im Sitzen oder in Seitenlage (► Abb. 34.31). Das Desinfektionsmittel sollte 1–2 min einwirken (Haut muss feucht gehalten werden!). Punktiert wird i. d. R. mit einer Tuohy-Nadel der Stärke 18 G (► Abb. 34.32) unter Zuhilfenahme der Widerstandsverlust-Methode mit Kochsalzlösung. Die Punktionshöhe hängt vom Eingriff ab. Prinzipiell sollte die Katheterspitze immer in Höhe des Maximums des zu erwartenden Schmerzes liegen (► Tab. 34.9), wobei die Katheterspitze 3–5 cm nach kranial in den Periduralraum eingeführt wird. Bei Schwierigkeiten bei der Platzierung im Periduralraum darf der Katheter wegen der Gefahr des Abscherens niemals mit Gewalt durch die Kanüle zurückgezogen werden.

Tab. 34.9 Empfohlene Höhen für die Periduralanästhesie bei verschiedenen Eingriffen (n. Langner 2003).

Eingriff	Analgesieausbreitung	Punktionshöhe
Thorakotomie	Th_2–Th_8	Th_2–Th_6
thorakoabdomineller Eingriff	Th_4–Th_{12}	Th_6–Th_8
Oberbaucheingriff	Th_6–Th_{12}	Th_6–Th_{10}
Unterbaucheingriff	Th_8–L_2	Th_8–Th_{10}
Eingriff an unterer Extremität	Th_{12}–S_1	L_1–L_4

Merke

Bei der Punktion im Sitzen muss der Patient beobachtet und auf seinen Kreislauf geachtet werden.

Merke

Die Vorteile der PDA hinsichtlich der Darmdurchblutung gelten nur bei kompletter Sympathikusblockade der Splanchnikusregion, d. h. bei Blockade der Sympathikusfasern von Th 5–Th 10! Deshalb sollte bei intraabdominellen Eingriffen nicht unterhalb Th 9–Th 10 punktiert werden.

Applizierte Medikamente

Die Blockadeintensität nach Bolusapplikation hängt von der Konzentration des Lokalanästhetikums ab. Die Ausbreitung der Blockade ist abhängig

- vom Volumen des Lokalanästhetikums,
- dem Zugang zum Periduralraum bzw. dessen Volumen,
- der Konfiguration der Wirbelsäule,
- Patientencharakteristika (Alter, Größe, Gravidität, Adipositas),
- der Injektionstechnik,
- der Lagerung (die untere Seite ist bei Seitenlagerung bevorzugt) und
- Typ bzw. Funktion der Nervenfasern.

Die Dauer der Blockade wird beeinflusst durch

- das Volumen bzw. die Konzentration des Lokalanästhetikums,
- die Anzahl blockierter Segmente,
- das Volumen des Periduralraumes,
- die kontinuierliche Technik sowie
- Typ bzw. Funktion der Nervenfasern.

Vor Applikation der Medikamente und Aufsetzen des Filters ist sorgfältig zu aspirieren. Es wird eine Testdosis mit oder ohne Vasokonstriktorenzusatz zum Ausschluss einer Fehllage des Katheters injiziert. Das regulär erforderliche Volumen pro Segment liegt für die lumbale Periduralanästhesie altersabhängig zwischen 0,7 und 1,5 ml pro Segment und ist bei thorakaler Punktion um 15 % und bei Patienten mit Schwangerschaft, Adipositas oder Arteriosklerose um bis zu 30 % zu reduzieren. Prinzipiell sind bei adäquater Lage der Katheterspitze im „Zentrum des Schmerzes" initial ungefähr 10 ml Bupivacain 0,5 % oder Ropivacain 0,75 % evtl. unter Zusatz von 10 µg Sufentanil zu injizieren.

Um eine primäre oder sekundäre (s. unten) totale Spinalanästhesie zu vermeiden bzw. eine intravenöse Injektion rechtzeitig zu bemerken, sollte fraktioniert injiziert werden. Nach jeweils einer Stunde kann die Hälfte der initialen Dosis nachgegeben werden.

► **Perfusor oder PCEA-Pumpe.** Alternativ können direkt nach der initialen Bolusapplikation ein Perfusor bzw. eine PCEA-Pumpe (patientenkontrollierte Periduralanalgesie) angeschlossen werden. Hier hat sich die Gabe aus Ropivacain 0,2 % oder Bupivacain 0,175 %, evtl. unter Zusatz eines Opioids (z. B. Sufentanil 0,75 µg/ml), bewährt. Bei Patienten über 70 Jahren sollte kein Opioid eingesetzt werden, und bei Morphin kann es auch 24 h nach der Applikation noch zu einer Atemdepression kommen.

Perfusor einstellen auf 6–10 ml/h, die Infusionsrate der PCEA-Pumpe einstellen auf 5 ml/h, Bolus 2 ml, Sperrzeit 20 min (▶ Tab. 34.10). Angepasst an das Körpergewicht des Patienten können eventuell auch höhere Dosen verwendet werden.

Nebenwirkungen

Als Nebenwirkungen der Periduralanästhesie können auftreten:

- Gefäßpunktion und intravasale Katheterlage
- Subduralanästhesie
- totale Spinalanästhesie
- Sympathikolyse
- Muskelzittern
- spinale Infarkte (Spinalis-anterior-Syndrom)
- Miktionsstörungen
- postpunktionelle Kopfschmerzen
- Abszesse
- Hämatome

► **Gefäßpunktion und intravasale Katheterlage.** Die Inzidenz liegt bei etwa 0,7 %, bei Schwangeren sogar bei bis zu 10 %. Fließt nach der Punktion einer Periduralvene spontan oder bei Aspiration Blut aus der Kanüle bzw. in die aufgesetzte Spritze, so sollte die Injektion in diesem Zwischenwirbelraum unterbleiben (Kanüle entfernen). Eine erneute Punktion in einem benachbarten Zwischenwirbelraum kann durchgeführt werden. Bei Blutaspiration kann versucht werden, den Katheter unter gleichzeitigem Spülen mit physiologischer Kochsalzlösung langsam zurückzuziehen. Bei negativer Aspiration kann das Lokalanästhetikum vorsichtig und fraktioniert injiziert werden (besonders auf Zeichen einer zentralnervösen Intoxikation achten). Bei Punktion einer periduralen Vene ist immer auch an die Entwicklung eines Hämatoms (S. 673) zu denken. Deshalb sollten nach blutiger Punktion Eingriffe, die eine Vollheparinisierung erfordern, in den folgenden 24 h unterbleiben.

► **Subduralanästhesie.** Nach einer (sub-)totalen Injektion des Lokalanästhetikums in den Subduralraum, d. h. den Raum zwischen Dura und Arachnoidea, kommt es zu einer hohen, häufig untypischen Ausbreitung der Blockade. Diese Komplikation kommt in bis zu 0,8 % der Fälle vor und soll gehäuft sein, wenn die Tuohy-Nadel nach Erreichen des Periduralraumes gedreht wird.

► **Totale Spinalanästhesie.** Diese Nebenwirkung tritt oft nach versehentlicher Injektion des gesamten, zur geplanten Peri-

Tab. 34.10 Dosierungen bei patientenkontrollierter Regionalanästhesie.

Regionalanästhesie	Lokalanästhetikum	Basalrate	Bolus	Sperrzeit
ISK (Ilfeld et al. 2004)	Ropivacain 0,2 %	8 ml/h	2 ml	20 min
VIB (Ilfeld et al. 2004)	Ropivacain 0,2 %	8 ml/h	2 ml	20 min
Axillärer Plexus (Rawal et al. 2002)	Ropivacain 0,2 % Bupivacain 0,125 %	–	jew. 10 ml	jew. 60 min
Femoralis (3 in 1; Singelyn u. Gouverneur 2000)	Bupivacain 0,125 %	–	10 ml	60 min
PDK (Brodner et al. 1997)	Bupivacain 0,175 % Ropivacain 0,2 %	jew. 5 ml/h	jew. 2 ml	jew. 20 min

duralanästhesie erforderlichen Lokalanästhetikumvolumens in den Subarachnoidalraum bei unbemerkter Duraperforation auf. Zu Symptomen und Therapie dieser seltenen Komplikation siehe Kap.34.4.8 (S. 670).

► **Sympathikolyse.** Symptome und Therapie einer ausgeprägten Sympathikolyse sind die gleichen wie bereits bei der Spinalanästhesie (S. 670). Im Gegensatz zur Spinalanästhesie setzen diese Symptome nach Periduralanästhesie langsamer ein und sind in Abhängigkeit von der verwendeten Lokalanästhetikakonzentration auch nicht so ausgeprägt.

► **Muskelzittern.** Zum Muskelzittern siehe Kap. 34.4.6 (S. 670).

► **Spinale Infarkte.** Durch die arterielle Hypotonie (Sympathikolyse) kann eine Minderperfusion des Rückenmarks bei gleichzeitiger Steigerung des venösen und interstitiellen Drucks (peridurale Injektion) entstehen. Als Folge droht ein irreversibler Infarkt des Rückenmarks. Symptome sind eine zunächst schlaffe Lähmung sowie Blasen- und Mastdarmlähmung bei zum Teil erhaltener Sensibilität.

Ein Spinalis-anterior-Syndrom ist sehr selten und kann auch unter Allgemeinanästhesie auftreten. Die Diagnose ist schwierig und akut nur durch eine sehr aufwendige (Angio-MRT) oder risikoreiche invasive Bildgebung (Angiografie der A. spinalis anterior) gestellt werden. Ein irreversibler Infarkt ist später auch mittels normaler Kernspintomografie (MRT) zu entdecken. Prophylaktisch sollten physiologische Druckverhältnisse durch Vasopressoren und/oder Volumensubstitution aufrechterhalten werden. Diese Maßnahmen sollten auch therapeutisch eingesetzt werden. Der hochdosierte Einsatz von Steroiden ist umstritten.

► **Miktionsstörungen.** Zu Symptomatik und Therapie siehe Kap.34.4.6 (S. 670). Bei längerer periduraler Gabe von Lokalanästhetika und vorbestehenden Erkrankungen (Prostatahyperplasie) ist möglicherweise die Anlage eines Dauerkatheters sinnvoll.

► **Postpunktionelle Kopfschmerzen.** Wie bereits beschrieben, kann es nach versehentlicher Duraperforation mit einer Tuohy-Nadel in bis zu 75 % der Fälle zu postpunktionellen Kopfschmerzen kommen (S. 671). Aber auch bei vollkommen unauffälliger Anlage einer Periduralanästhesie treten Kopfschmerzen auf. Dies wird mit einer unbemerkten kleinen Läsion der Dura durch die Tuohy-Nadel erklärt. Zur Behandlung siehe Therapie bei postpunktuellem Kopfschmerz (S. 674).

► **Abszesse.** Die Inzidenz von Abszessen nach Anlage einer PDA ist sehr gering. Die Folgen können aber für den Patienten katastrophal sein (Paraplegie, Tod). Epidurale Abszesse entstehen durch unsterile Arbeitsweise bei Neuanlage einer PDA, direkte Erregerausbreitung von infiziertem Gewebeareal oder hämatogene Aussaat bei Bakteriämie.

Typische Symptome sind:
- Rückenschmerzen
- Nervenwurzelirritationen
- Muskelschwächen und Paralysen
- Fieber, Kopfschmerzen, Nackensteife
- Leukozytose, erhöhte BSG
- Blasen- oder Mastdarmstörungen

Die Spannbreite des ersten Auftretens von Symptomen variiert zwischen 40 h und 6 Wochen. Nach entsprechender Diagnostik (MRT, CT) sollte eine antibiotische und operative Therapie erfolgen.

► **Hämatome.** Die Inzidenz von peduralen Hämatomen ist ebenfalls sehr gering, aber die Konsequenzen für den Patienten können ebenfalls katastrophal sein (Paraplegie, Tod).Vor allem bei Gerinnungsstörungen und/oder schwierigen Punktionen ist differenzialdiagnostisch an Hämatome zu denken. Symptome sind:

Muskelschwäche, Rückenschmerzen
- sensorisches Defizit, Harnverhalt

Die Diagnose wird mittels MRT, CT oder Myelogramm gestellt. Eine Operation innerhalb von 8 h hat eine gute therapeutische Prognose. Deshalb muss bei der Schmerztherapie über einen Periduralkatheter engmaschig neurologisch überwacht werden.

Nebenwirkungen der Opioide

Merke

Durch die peridurale Applikation von Opioiden kann es noch nach Stunden zu Bradypnoe bis hin zur Apnoe kommen, insbesondere bei Verwendung von Morphin.

Diese Nebenwirkungen können symptomatisch (Sauerstoffgabe, Beatmung) oder kausal behandelt werden (Naloxon). Häufig verursachen rückenmarksnah applizierte Opiate auch Pruritus. Therapeutisch sind Naloxon, Ondasetron und Propofol eingesetzt worden. Miktionsstörungen stellen insbesondere postoperativ ein Problem dar (Therapie: Blasenkatheter). Obstipation durch peridurale Opioide soll in Kombination mit Lokalanästhetika nicht auftreten.

Vor- und Nachteile von Spinal- und Periduralanästhesie

Vorteile der Spinalanästhesie sind:
- einfache Technik
- schneller Wirkungseintritt
- starke Wirkung
- geringe Lokalanästhetikumdosis
- keine systemischen Nebenwirkungen

An **Nachteilen der Spinalanästhesie** sind zu nennen:
- Nebenwirkungen (bzgl. Blutdruck und Herzfrequenz) treten ggf. schneller und ausgeprägter auf.
- Sympathische Blockade liegt mind. 6 Segmente höher als sensible Blockade.
- Postspinaler Kopfschmerz ist möglich.

Zu den **Vorteilen der Periduralanästhesie** zählen:
- etablierte, kontinuierliche Technik
- gute Steuerbarkeit
- Blockade der sensiblen Nervenfasern ohne motorische Beeinträchtigung möglich

Nachteile der Periduralanästhesie sind:
- höherer Zeitaufwand (Anlage, Wirkungseintritt)
- höhere Lokalanästhetikumdosis

Kriterien für die Verlegung aus dem Aufwachraum

Bei Single-Shot-Periduralanästhesie s. u. Spinalanästhesie, bei Fortführung einer Katheter-PDA gilt: Der Patient sollte schmerzfrei und kreislaufstabil sein und die Füße bewegen können (Bromage Grad 2).

34.4.8 Postoperative Schmerztherapie

Hygieneempfehlungen für Regionalanästhesie-Verfahren

Die „Gebote“ des Wissenschaftlichen Arbeitskreises Regionalanästhesie der DGAI enthalten folgende Empfehlungen:
1. Die allgemeinen Hygienenmaßnahmen orientieren sich am Hygieneplan der Institution.
2. Die Behandlung wird in dafür hygienisch geeigneten Räumen durchgeführt.
3. Die Anzahl der anwesenden Personen ist auf das Notwendige zu reduzieren.
4. Schmuck, Uhren und Ringe sind vor der Punktion abzulegen.
5. Behaarte Stellen rasieren, am besten als Schaumrasur direkt vor der Punktion (nach neusten Empfehlungen sollen Haare allerdings gekürzt, nicht entfernt werden).

6. Haut **nicht** entfetten, nur sichtbare Verunreinigungen säubern.
7. Händedesinfektion ist obligatorisch mit einer Einwirkzeit von 60 Sekunden.
8. Desinfektion als zentrifugale Wisch-, Sprühdesinfektion mit einer Einwirkzeit von 2 min durchführen.
9. Alle an der Punktion beteiligten Personen sollten Haube und frischen Mundschutz tragen, bei kontinuierlichen Katheterverfahren auch einen sterilen Kittel.
10. Großflächige, selbstklebende Lochtücher und großzügige sterile Arbeitsflächen verwenden, um Kontaminationen zu vermeiden.
11. Nur frisch angesetzte Medikamentenlösungen verwenden (keine „Multi-Dose"-Behälter).
12. Verband steril anlegen, Verbandwechsel nur bei Bedarf durchführen.
13. Katheter und Konnektionsstellen gut fixieren.
14. Einstichstelle täglich klinisch überprüfen (Druckschmerz, Rötung, Eiter).
15. Indikation wird jeden Tag überprüfen.

Weitere Empfehlungen mit einem geringeren Evidenzgrad sind:

- Bakterienfilter einsetzen, diesen nach 72–96 h wechseln.
- Bei geplanter Liegedauer > 3 Tage Katheter untertunneln.
- Keine antibiotikahaltigen Salben anwenden.
- Keine Antibiotikaprophylaxe für die Regionalanästhesie anwenden. Ist eine Antibiotikagabe ohnehin notwendig, sollten diese vor Einbringen des Katheters appliziert werden.
- Bei geplanten Diskonnektionen Konnektionsstelle sprühdesinfizieren (60 s).
- Bei versehentlicher Diskonnektion (max. 4 h) ist eine Desinfektion des Katheters und eine großzügige Resektion und Rekonnektion mit einem frischen Konnektor vertretbar.
- Bei generalisierten Infektzeichen Katheter als Quelle der Infektion bedenken. Bei Entfernung des Katheters die Spitze zur mikrobiologischen Untersuchung einschicken, ggf. mit breiter Antibiotikatherapie beginnen (z. B. Cefotaxim u. Vancomycin).
- Einige Institutionen empfehlen Haube und Mundschutz für den Patienten während der Punktion.
- Gegebenenfalls Medikamente mittels Kanülenfilters aufziehen, zumindest bei Gebrauch einer Glasampulle (Vermeidung der Applikation von Glassplittern).

Regeln für die postoperative Schmerztherapie

Bei der postoperativen Schmerztherapie gelten folgende Regeln:

- Die Therapie beginnt im Aufwachraum.
- Nach initialem Bolus sollte die kontinuierliche Therapie erst begonnen werden, wenn die motorische Blockade nachlässt.
- Die Therapie erfolgt mit langwirksamen Lokalanästhetika in geringer Konzentration (Bupivacain, Levobupivacain, Ropivacain, evtl. unter Zusatz von Opiaten oder Clonidin bei Periduralanästhesien).
- Kontrollen nach Anlage/Entfernung des PDK alle 8 h unter Beachtung der Gerinnung durchführen (Gogarten et al. 2007).
- Es wird immer eine systemische Bedarfsmedikation (Nichtopioide) bei Schmerzen aufgeschrieben, z. B. 1 g Metamizol oder 1 g Paracetamol alle 6 h.
- Mindestens 2 Visiten täglich sind anzustreben.
- Nach Möglichkeit die Therapie zur Nacht *nicht* reduzieren.
- Bei unzureichender Analgesie über einen Nervenkatheter wird ein Bolus von 6–12 ml des niedrig konzentrierten Lokalanästhetikums (Bupivacain 0,125 % oder Ropivacain 0,2 %) über den Katheter injiziert. Kommt es binnen 20 min nicht zu einer Besserung, sollte die Therapie zugunsten einer systemischen Schmerztherapie abgebrochen werden.
- Bei unzureichender Schmerztherapie über einen PDK wird ein Bolus von 6–12 ml eines niedrig konzentrierten Lokalanästhetikums injiziert. Sollte sich binnen 20 min kein ausreichender Erfolg einstellen, sollte die Therapie abgebrochen und mit einer systemischen Schmerzmittelgabe begonnen werden.
- Motorik und Sensibilität bei jeder Visite evaluieren.
- Schmerzen bei jeder Visite quantifizieren, und zwar in Ruhe wie auch unter Belastung (falls möglich). Relativ unerheblich erscheint es dabei, ob eine Numerische Rating Skala (NRS), eine Visuelle Analogskala (VAS) oder andere Skalen verwendet werden. Siehe Kap. „Schmerzerfassung und Dokumentation" (S. 429).
- Bei jeder Visite den Punktionsort inspizieren und auf Druckschmerz palpieren.
- Verbandwechsel nur bei Verschmutzung oder Ablösung des Verbands durchführen, spätestens jedoch nach 7 Tagen.
- Unnötige Diskonnektionen vermeiden. Deshalb wird aus hygienischen Gründen empfohlen, über einen Dreiwegehahn einen Reservoirbeutel an die Perfusor- oder PCA-Spritzenpumpe anzuschließen. Ein solches Vorgehen ist aber umstritten, da es bei versehentlicher falscher Stellung des Dreiwegehahns zu einer Schwerkraftinfusion von Lokalanästhetika in den Periduralraum mit fatalen Folgen kommen kann.
- Bei Diskonnektion sollte der Katheter unter sterilen Kautelen großzügig abgeschnitten und mit einem neuen Konnektor und einem neuen Bakterienfilter verbunden werden (Morin et al. 2006).
- Bei Gerinnungsstörungen sollte der Katheter baldmöglichst (unter akzeptabler Gerinnung) entfernt werden.

Dosierung bei verschiedenen Regionalverfahren

Aufgrund der höheren Patientenzufriedenheit werden zunehmend Regionalanästhesien „patientenkontrolliert" durchgeführt. Dabei erhält der Patient eine konstante Menge Lokalanästhetikum und kann sich bei Schmerzen eine vorher definierte Menge selber per Knopfdruck (Sperrzeit > 20 min) abrufen. Dosierungsempfehlungen für patientenkontrollierte Regionalanästhesien sind in ▸ Tab. 34.10 angegeben.

Therapie bei postpunktionellem Kopfschmerz

Die Diagnose eines postpunktionellen Kopfschmerzes stützt sich weniger auf die Dokumentation einer oder mehrerer Durapunktionen, sondern auf die Symptomatik (starke lageabhängige Kopfschmerzen) nach rückenmarksnaher Regionalanästhesie. In Intensität und Lageabhängigkeit unterscheiden sich der Postpunktionskopfschmerz deutlich vom Koffeinentzugskopfschmerz bzw. den häufigen (40–60 %!) Kopfschmerzen nach Allgemeinanästhesien bzw. Analgosedierungen. Die folgenden therapeutischen Maßnahmen stehen unter Beachtung individueller Kontraindikationen zur Verfügung:

- Bettruhe (evt. Bauchlage)
- orale Flüssigkeitszufuhr soviel als möglich bzw. 2000 ml Ringerlösung/24 h
- Ibuprofen 3 x 400–600 mg
- Novalgin 4 × 1 g als Kurzinfusion bzw. 40 Trpf.
- Koffeintabletten 3 x 100 mg
- ggf. Theophyllin 400 mg/24 h
- bei Persistieren der Kopfschmerzen über 3–5 Tage:
  - Anlage eines epiduralen Blutpatches unter sterilen Kautelen

Allerdings ist der Evidenzgrad all dieser Empfehlungen gering, d. h. zumeist nicht mit systematischen, prospektiven Studien zu belegen.

34.5 Leseservice

34.5.1 Literatur

Allgemeinanästhesie

Brandt L, Rudlof B, Merkelbach D. Präoxygenierung: Anspruch und Wirklichkeit. Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 1994; 29: 227

Brüssel T. Mißlingen von Intubation und Ventilation – was ist zu tun? Refresher Course. Bd. 23. Berlin: Springer; 1997

Bundesverband Deutscher Anästhesisten. Zulässigkeit und Grenzen der Parallelverfahren in der Anästhesiologie – Entschließung des Berufsverbandes Deutscher Anästhesisten. Anästh Intensivmed 1989; 30: 56

Daunderer M, Schwender D. Messung der Narkosetiefe, Awareness und EEG. Anaesthesist 2001; 50: 231

Doenicke A et al. Anästhesiologie. 7. Aufl. Berlin: Springer; 1995

Grabow L. Lehrbuch der Anästhesie und Intensivpflege für Fachschwestern und Fachpfleger. 2. Aufl. Stuttgart: Gustav Fischer; 1988

Habler O, Meßmer K. Verfahren zur Reduktion von Fremdbluttransfusionen in der operativen Medizin. Anaesthesist 1997; 46: 915

Kretz FJ et al. Anästhesie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie. 3. Aufl. Berlin: Springer; 2001

Larsen R. Anästhesie. 7. Aufl. München: Urban & Fischer; 2002

Liu PL. Grundlagen der Anästhesiologie. Stuttgart: Gustav Fischer; 1996

Neuromuskuläres Monitoring. Anaesthesist 2000; 49 (Suppl. 1)

Paetz B. Chirurgie für Pflegeberufe. 22. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2013

Perioperative Fremdbluttransfusion. Anästhesist 2001; 50 (Suppl. 1)

Roewer N, Thiel H. Taschenatlas der Anästhesie. 2. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2004

Schewior-Popp S, Sitzmann F, Ullrich L, Hrsg. Thiemes Pflege. 11. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2009

Spahn DR, Schanz U, Pasch T. Perioperative Transfusionskriterien. Anaesthesist 1998; 47: 1011

Spöhr F, Böttinger BW. Fremdblut sparende Maßnahmen. Anaesthesist 2002; 51: 221

Tiret L et al. Complications associated with anaesthesia – a prospective survey in France. Can Anaesth Soc J 1986; 33: 336

Hämostase, Blutgerinnung und Transfusion

Barthels M. Clinical efficacy of prothrombin complex concentrates and recombinant factor VIIa in the Treatment of bleeding episodes in patient with factor VIII- and IX-Inhibitors. Thromb Res 1999; 95: 31–38

Bauer F, Baumann G, Doppler W et al. IGS. Gerinnung im klinischen Alltag. Graz: Eigenverlag Tschulik; 2010

Bundesärztekammer (BÄK), Hrsg. Querschnitts-Leitlinien zur Therapie mit Blutkomponenten und Plasmaderivaten. 4. Aufl. Köln: Deutscher Ärzteverlag; 2008

Bundesärztekammer (BÄK), Hrsg. Richtlinien zur Gewinnung von Blut und Blutbestandteilen und zur Anwendung von Blutprodukten (Hämotherapie). 2. Richtlinienanpassung. Köln: Deutscher Ärzteverlag; 2010

Caspari G, Alpen U, Greinacher A. The risk of transfusion to the wrong patient in Germany. Transfusion 2002; 42: 1238–9

Heindl B, Spannagl M. Gerinnungsmanagement beim perioperativen Blutungsnotfall. Bremen: UNI-MED; 2008

Hellstern P, Sachse H, Schwinn H, Oberfrank K. Manufacture and in vitro characterisation of solvent/detergent-treated human plasma. Vox Sang 1992; 63: 178–185

Hellstern P, Bach J, Haubelt H et al. The impact of the intensity of serial automated plasmapheresis and the speed of deep-freezing on the quality of plasma. Transfusion 2001; 41: 1601–1605

Hellstern P. Solvent/detergent-treated plasma: composition, efficacy and safety. Curr Opin Hematol 2004; 11: 346–350

Kasper K, Costa e Silva M. Registry of Clotting Factor concentrates. World Federation of Hemophilia September 1998; No 6

Kujovich JL. Hemostetic defects in end stage liver disease. Crit Care Med 2005; 21: 563–587

Lechner K. Indikation und Anwendung von rekombinanten Gerinnungsfaktoren (Faktoren VIIa, VIII, IX). Paul-Martini-Stiftung 1998

Metaxas-Bühler M. Blutgruppen und Transfusion, Theorie und Praxis. Bern: Hans Huber; 1986

Paul-Ehrlich-Institut (PEI), Bundesinstitut für Impfstoffe und biomedizinische Arzneimittel, Hrsg. Hämovigilanz-Bericht des Paul-Ehrlich-Instituts 2010. Auswertung der Meldungen von schwerwiegenden Transfusionsreaktionen nach §63c AMG. Im Internet: http://www.pei.de/SharedDocs/Downloads/vigilanz/haemovigilanz/publikationen/haemovigillanz-bericht-2010.pdf?__blob=publicationFile&v=2; Stand: 26.09.2014

Pötsch B, Madlener K. Gerinnungskonsil: Rationelle Diagnostik und Therapie von Gerinnungsstörungen. Stuttgart: Thieme; 2002

Scharrer I. Rekombinante Faktor VIII-Konzentrate. Hämostaseologie 1994; 14: 69–73

Schimpf K. Therapie der Hämophilien. Hämostaseologie 1994; 14: 44–54

Schroeder ML. Transfusion-associated graft-versus-host disease. Br J Haematol 2002; 117: 275–287

Regionalanästhesie

AAGBI Safety Guidelines: Management of severe local anaesthetic toxicity (2010). Im Internet: http://www.aagbi.org/publications/guidelines/docs/la_toxicity_2010.pdf; Stand: 20.09.2014

Abrahams MS, Aziz, MF, Fu RF et al. Ultrasound guidance compared with electrical neurostimulation for peripheral nerve block: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Br J Anaesth 2009; 102: 408

Auroy Y, Narchi P, Messiah A et al. Serious complications related to regional anesthesia: results of a prospective survey in France. Anesthesiology 1997; 87: 479

Auroy Y, Benhamou D, Bargues L et al. Major complications of regional anesthesia in France: The SOS Regional Anesthesia Hotline Service. Anesthesiology 2002; 97: 1274

Ballantyne JC. Does epidural analgesia improve surgical outcome? Br J Anaesth 2004; 92: 4

Brodner G, Pogatzki E, Wempe H et al. Patient-controlled postoperative epidural analgesia. Prospective study of 1799 patients. Anaesthesist 1997; 46: 165 (Suppl 3)

Eichhorn JH. Prevention of intraoperative anesthesia accidents and related severe injury through safety monitoring. Anesthesiology 1989; 70: 572

Fanelli G, Casati A, Garancini P et al. Nerve stimulator and multiple injection technique for upper and lower limb blockade: failure rate, patient acceptance, and neurologic complications. Study Group on Regional Anesthesia. Anesth Analg 1999; 88: 847

Gogarten W, van Aken H, Büttner J et al. Rückenmarksnahe Regionalanästhesien und Thromboembolieprophylaxe/antithrombotische Medikation. Anästhesiologie Intensivmedizin 2007; 48: S 109

Graf BM, Niesel HC. Pharmakologie der Lokalanästhetika. In: Niesel HC, van Aken H, Hrsg. Lokalanästhesie, Regio-

nalanästhesie, Regionale Schmerztherapie. Stuttgart: Thieme; 2003

Herroeder S, Pecher S, Schönherr ME et al. Systemic lidocaine infusion shortens lengths of hospital stay after colorectal surgery: a double-blinded, randomized placebo-controlled trial. Ann Surg 2007; 246: 192

Hicks SD, Salicido DD, Logue ES et al. Lipid emulsion combined with epinephrine and vasopressin does not improve survival in a swine model of bupivacaine-induced cardiac arrest. Anesthesiology 2009; 111: 138

Hiller DB, Gregorio GD, Ripper R et al. Epinephrine impairs resuscitiation from bupivacaine overdose: a threshold effect. Anesthesiology 2009; 111: 498

Ilfeld BM, Morey TE, Wright TW et al. Interscalene perineural ropivacaine infusion:a comparison of two dosing regimens for postoperative analgesia. Reg Anesth Pain Med 2004; 29: 9

Ilfeld BM, Morey TE, Enneking FK. Infraclavicular perineural local anesthetic infusion: a comparison of three dosing regimens for postoperative analgesia. Anesthesiology 2004; 100: 395

Kaba A, Laurent SR, Detroz BJ et al. Intravenous lidocaine infusion facilitates acute rehabilitation after laparoscopic colectomy. Anesthesiology 2007; 106: 11

Kerwat K, Schulz-Stübner S, Steinfeld T et al. Hygieneempfehlungen für die Regionalanästhesie. Anästh Intensivmed 2015; 56: 34

Langer KA. Praxis der thorakalen Epiduralanästhesie: Punktionstechnik. In: Koch T, Hübler M, Hrsg. Thorakale epidurale Anästhesie und Analgesie. München: Arics; 2003

Liu SS, Wu CL. Effects of postoperative analgesia on major postoperative complications: a systematic update of the evidence. Anesth Analg 2007a; 104: 689

Liu SS, Wu CL. Effects of analgesic technique on postoperative patient-reported outcomes including analgesia: a systematic review. Anesth Analg 2007b; 104: 789

Meier G, Büttner J. Atlas der peripheren Regionalanästhesie. Stuttgart: Thieme; 2004

Möllmann M, Lanz E. Spinalanästhesie. In: Niesel HC, van Aken H, Hrsg. Lokalanästhesie, Regionalanästhesie, Regionale Schmerztherapie. Stuttgart: Thieme; 2003

Niesel HC, Kaiser H. Dose limits for local anesthetics. Recommendations based on toxicologic and pharmacokinetic data. Reg Anaesth 1991; 14: 79

Niesel HC, van Aken H. Lokalanästhesie, Regionalanästhesie, Regionale Schmerztherapie. Stuttgart: Thieme; 2003

Rawal N, Allvin R, Axelsson K et al. Patient-controlled regional analgesia (PCRA) at home: controlled comparison between bupivacaine and ropivacaine brachial plexus analgesia. Anesthesiology 2002; 96: 1290

Renes SH, Rettig HC, Gielen M et al. Ultrasound-guided low-dose interscalene brachial plexus block reduces the incidence of hemidiaphragmatic paresis. Reg Anesth Pain Med 2009; 34: 498

Rigg JR, Jamrozik K, Myles PS et al. Epidural anaesthesia and analgesia and outcome of major surgery: a randomised trial. Lancet 2002; 359: 1276

Stevens MF, Werdehausen R, Golla E et al. Does interscalene placement with stimulating catheters improve postoperative pain or functional outcome after shoulder surgery? A prospective, randomized and double-blinded trial. Anesth Analg 2007; 104: 442

Volk T, Graf BM, Gogarten W et al. Empfehlungen zur Lipidbehandlung bei der Intoxikation mit Lokalanästhetika. Anästhesiol Intensivmed 2009; 50: 698

Wijeysundera DN, Beattie WS, Austin PC et al. Epidural anaesthesia and survival after intermediate-to-high risk noncardiac surgery: a population-based cohort study. Lancet 2008; 372: 562

Zausig YA, Zink W, Keil M et al. Lipid emulsion improves recovery from bupivacaine-induced cardiac arrest, but not from ropivacaine- or mepivacaine-induced cardiac arrest. Anesth Analg 2009; 1098: 1323

34.5.2 Internetadressen

http://www.asahq.org (American Society of Anesthesiologists)

Kapitel 35

Präoperatives Management

35.1 Ziele *678*

35.2 Prämedikationsgespräch *678*

35.3 Körperliche und apparative Untersuchung *681*

35.4 Aufklärung *683*

35.5 Prämedikation *683*

35.6 Planung der perioperativen Strategie *684*

35.7 Leseservice *685*

35 Präoperatives Management

Peter Lipfert, Markus Stevens

35.1 Ziele

Im Rahmen der Prämedikationsvisite legt der Anästhesist das perioperative Management fest. Nach der Indikationsstellung zur Operation durch den Chirurgen informiert sich der Anästhesist zunächst über den geplanten Eingriff und etwaige Fremdbefunde. Anschließend wird die Anamnese des Patienten erhoben und eine körperliche Untersuchung durchgeführt. In Abhängigkeit von den dabei erhobenen Befunden sind weitere Untersuchungen bzw. Konsile nötig, als deren Folge der Eingriff nach Rücksprache mit dem Chirurgen und dem Patienten evtl. auch verlegt werden muss. Der präoperative Kontakt mit dem Patienten hat also folgende Ziele:

- Risiken für den einzelnen Patienten zu eruieren,
- den Patienten über Risiken und den perioperativen Ablauf aufzuklären (damit soll in erster Linie die Angst des Patienten reduziert werden, die Aufklärung zur forensischen Absicherung des Anästhesisten sollte nur sekundär eine Rolle spielen),
- eine individuelle Strategie für das perioperative Management zu entwickeln.

Die Risikoabschätzung erfolgt anhand der Anamnese, der körperlichen Untersuchung sowie vorliegender und zu veranlassender Befunde. Die Risikoabschätzung sollte dabei niemals Selbstzweck sein, sondern immer im Hinblick auf eine mögliche Risikoreduktion durch eine individuelle Anpassung des perioperativen Managements erfolgen.

35.2 Prämedikationsgespräch

Die Anamnese wird zumeist anhand eines strukturierten Fragebogens erhoben. Größe, Gewicht und Lebensalter haben einen Einfluss auf das perioperative Risiko. Besonders gefährdet sind kachektische, extrem übergewichtige und alte Patienten sowie Frühgeborene. Vorerkrankungen, frühere Operationen bzw. eingenommene Medikamente geben dem Anästhesisten einen Eindruck vom Gesundheitszustand des Patienten. Dabei sind die Vorerkrankungen nie allein ausschlaggebend für die Beurteilung des perioperativen Risikos, sondern müssen immer im Hinblick auf die Größe und Dringlichkeit des Eingriffes bewertet werden (Eagle et al. 2002, ▶ Tab. 35.1).

Tab. 35.1 Einteilung operativer Eingriffe im Hinblick auf das kardiovaskuläre Risiko.

Risiko (Risikoklasse)	Eingriff (Beispiele)
hohes Risiko (> 5 %)	• Notfalleingriffe insbesondere bei älteren Patienten • gefäßchirurgische Eingriffe (auch peripher) • Eingriffe mit hohen Blut- oder Volumenverlust
mittleres Risiko (< 5 %)	• Karotisendarteriektomie • Kopf- und Halseingriffe • intraperitoneale und intrathorakale Eingriffe • orthopädische Eingriffe • Prostata-Operation (inkl. transurethraler Resektion)
niedriges Risiko (< 1 %)	• endoskopische Eingriffe • oberflächliche Eingriffe • Katarakt-Eingriffe • Mamma-Operationen

Tab. 35.2 Einteilung der New York Heart Association für Patienten mit Herzerkrankungen.

Grad der Herzerkrankung	Symptomstärke
I	asymptomatisch
II	Symptome unter starker Belastung, aber beschwerdefrei in Ruhe
III	Symptome unter leichter Belastung, aber beschwerdefrei in Ruhe
IV	Beschwerden in Ruhe

35.2.1 Herz-Kreislauf-Erkrankungen

Besonders wichtig sind Fragen nach Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems. Man schätzt, dass 30 % aller Patienten, die sich in den USA einer Operation unterziehen, eine koronare Herzerkrankung aufweisen und ein gegenüber der Normalbevölkerung erhöhtes perioperatives Risiko für eine myokardiale Ischämie haben (Mangano u. Goldman 1995). Besonders gefährdet sind Patienten, die in den letzten 6 Wochen einen Myokardinfarkt erlitten haben oder denen in den letzten 6 Wochen Stents in die Koronararterien implantiert wurden. Weiterhin beeinflussen eine manifeste Herzinsuffizienz, Rhythmusstörungen, Herzklappenfehler und eine Myokarditis das prä- und perioperative Management.

▶ **Herzinsuffizienz.** Bei Patienten mit einer Herzinsuffizienz ist der Grad der Leistungseinschränkung zu erfragen (Belastungsfähigkeit, Dys-, Orthopnoe, Nykturie). Eine Einteilung des Schweregrades der Herzinsuffizienz nimmt die New York Heart Association vor (NYHA, ▶ Tab. 35.2).

▶ **Rhythmusstörungen.** Für die Abschätzung des perioperativen kardialen Risikos sind neben der Herzinsuffizienz auch Rhythmusstörungen, insbesondere höhergradige AV-Blöcke, ventrikuläre Arrhythmien und supraventrikuläre Tachykardien von Bedeutung. Hingegen geht eine absolute Arrhythmie mit einer stabilen ventrikulären Frequenz nur mit einem geringen Risiko einher (Eagle et al. 2002).

▶ **Klappenfehler.** Schließlich ist zu klären, ob Herzklappenfehler vorliegen und ob eine Antibiotikaprophylaxe indiziert ist. Bei Klappenfehlern sollten der Schweregrad und die Indikation für einen operativen Klappenersatz festgestellt werden.

▶ **Hypertonie.** Ein arterieller Hypertonus (per se ein Risikofaktor für die Ausbildung einer KHK) und dessen Einstellung beeinflussen die intraoperative hämodynamische Stabilität (Mangano et al. 1990). Eine leicht- bis mittelgradige arterielle Hypertonie erhöht die perioperative Morbidität nur geringfügig.

35.2.2 Lungenerkrankungen

Bei den Erkrankungen der Lunge und der Atemwege sind für den Anästhesisten chronische oder akute Entzündungen, Asthma bronchiale, chronisch obstruktive Lungenerkrankung (COPD) und Lungenfibrose von Interesse. Die wichtigsten Punkte betreffen hierbei:

- Belastungsfähigkeit (pulmonal bedingte Dyspnoe)
- Husten und Auswurf
- Hämoptysis
- kürzliche pulmonale Infekte

- Nikotinkonsum
- pulmonale Komplikationen bei früheren Eingriffen
- Art des geplanten Eingriffs (Thorax- oder Oberbaucheingriffe gehen mit einem hohen Risiko einher)
- Dringlichkeit des Eingriffs (Notfalleingriffe haben ein mehrfach erhöhtes Risiko)

Es ist zu klären, ob eine Risikoreduktion mit einem vertretbaren Aufwand erreicht werden kann. Der theoretische Nutzen präoperativer Maßnahmen, insbesondere hinsichtlich einer verbesserten Lungenfunktion (langwierige Raucherentwöhnung, erhebliche Verlängerung des stationären Aufenthalts mit medikamentöser Therapie, Physiotherapie bzw. mehrere Aufenthalte usw.) sollte immer gegen einen möglichen Mehraufwand abgewogen werden. Entscheidung und resultierende Konsequenzen sollten mit dem Patienten besprochen und dokumentiert werden.

35.2.3 Nierenerkrankungen

Nach Schätzungen leiden 5 % der Erwachsenen in den Vereinigten Staaten an einer Nierenerkrankung. Von praktischem Interesse für den Anästhesisten sind Patienten
- mit eingeschränkter Nierenfunktion,
- mit einem Nierenersatzverfahren,
- nach Nierentransplantation.

Für jeden der 3 Fälle unterscheidet sich das perioperative Management erheblich.

► **Eingeschränkte Nierenfunktion.** Bei Patienten mit eingeschränkter Nierenfunktion sollten aktuelle Werte (Harnstoff, Kreatinin, Kalium, evtl. Kreatininclearance) bestimmt sowie die Medikation erfragt werden.

► **Nierenersatzverfahren.** Bei Patienten mit terminaler Niereninsuffizienz sind folgende Fragen zu klären:
- Art des Nierenersatzverfahrens
- letzte Nierenersatztherapie
- Restdiurese und damit die tägliche Trinkmenge
- medikamentöse Therapie
- Begleiterkrankungen und deren Behandlung
- Shuntarm (besonders gefährdet perioperativ durch externen Druck und Hypotonie)
- hämatogene Infektionen

► **Nach Nierentransplantation.** Bei nierentransplantierten Patienten ist neben der Nierenfunktion die medikamentöse, insbesondere die immunsuppressive Therapie von Bedeutung. Sie sollte perioperativ fortgeführt werden und eine Steroiddosierung dem operativen Stress angepasst werden.

Merke

Die hygienischen Standards für immunsupprimierte Patienten müssen unbedingt eingehalten werden und ein invasives Monitoring darf nur unter strenger Indikationsstellung erfolgen.

35.2.4 Lebererkrankungen

Lebererkrankungen gehen mit einem erhöhten perioperativen Risiko einher. Die wichtigste Erkrankung ist die Zirrhose. Dabei sind die Störungen der Syntheseleistung des Organs von Interesse (eingeschränkte Gerinnung, Hypalbuminämie, verzögerter Abbau von Medikamenten).

Die häufigste Ursache einer Leberzirrhose in Deutschland ist ein langjähriger übermäßiger Alkoholkonsum. Eine akute bzw. chronisch persistierende Hepatitis sollte bei Verdacht ausgeschlossen werden, denn sie erfordert meist ein Aufschieben von elektiven Eingriffen bzw. ein besonderes hygienisches Management, um nicht andere Patienten oder Personal zu gefährden.

35.2.5 Neurologische und psychiatrische Erkrankungen

Neurologische Erkrankungen

Hierbei ist nach zerebrovaskulären Erkrankungen (Schlaganfall, transiente ischämische Attacken, neurologische Defizite) zu fragen, da solche Patienten besonders empfindlich auf intraoperative Hypotension und/oder Anämie reagieren.

Merke

Nach kurz- bis mittelfristig bestehenden Lähmungen muss explizit gefragt werden, da sie eine Kontraindikation für den Einsatz von Succinylcholin darstellen.

Aus forensischen Gründen sollte auch vor einer Regionalanästhesie nach Schwächen und Gefühlsstörungen im zu betäubenden Areal geforscht werden. Weiterhin ist nach einer Epilepsie und deren medikamentösen Einstellung zu fragen, da viele Antiepileptika den Abbau von Anästhetika in der Leber beschleunigen. Außerdem sind Medikamente zu vermeiden, die die Krampfschwelle senken.

Psychiatrische Erkrankungen

Psychiatrische Erkrankungen sind für die Anästhesie von Bedeutung, da die meisten dort eingesetzten Medikamente erhebliche Nebenwirkungen haben und mit bestimmten Anästhetika unerwünschte Interaktionen zeigen.

Merke

Darüber hinaus muss geprüft werden, ob eine Betreuung besteht. Gegebenenfalls sind die Risiken der Anästhesie mit dem Betreuer für medizinische Fragen und – soweit möglich – mit dem Patienten zu besprechen.

35.2.6 Stoffwechselerkrankungen

Diabetes mellitus

Der Anästhesist muss bei einem Diabetes mellitus zwischen einer Therapie mit oralen Antidiabetika oder mit Insulin differenzieren. Viele Begleiterkrankungen können für die Narkose von Bedeutung sein. So kann eine periphere Neuropathie vorliegen, die u. a. zu einer Gastroparese führt und damit die Magenentleerung verlangsamt.

Die periphere Neuropathie ist auch dafür verantwortlich, dass bei Diabetikern stille myokardiale Ischämien (ohne Schmerzen) häufiger sind. Deshalb ist die Indikation zur Abklärung einer KHK großzügig zu stellen.

Merke

Diabetiker sollten möglichst früh am Tag operiert werden, um eine längere Nüchternheit zu vermeiden.

Nebenniereninsuffizienz

Bei einer meist durch chronische Steroidmedikation induzierten Nebenniereninsuffizienz sollte die perioperative Dosierung der Schwere des geplanten Eingriffs angepasst erhöht werden.

Hyper- oder Hypothyreose

Beide Schilddrüsenerkrankungen gehen – sofern nicht behandelt – mit einer erhöhten perioperativen Morbidität und Mortalität einher. Deshalb sollte bei klinischem Verdacht eine Abklärung vor einer geplanten Operation erfolgen.

35.2.7 Erkrankungen des Bewegungsapparates

Von Bedeutung für die Lagerung des Patienten sind Störungen am Bewegungsapparat, insbesondere an der Wirbelsäule. So sollten leichtgradige Beschwerden der Halswirbelsäule (HWS) bei der Intubation beachtet werden (Überstrecken vermeiden), bei schwerwiegenden Erkrankungen der HWS mit Parästhesien oder Ausfällen sollte eine Regionalanästhesie oder eine fiberoptische Wachintubation erwogen werden.

Merke

Angeborene oder erworbene muskuläre Erkrankungen können Kontraindikationen für die Verwendung von Succinylcholin darstellen.

Lumboischialgien

Lumboischialgien stellen je nach Schweregrad eine relative Kontraindikation für eine rückenmarknahe Anästhesie dar. Die Patienten sollten zumindest über zu erwartenden Probleme bei der Anlage einer rückenmarknahen Anästhesie und eine eventuelle postoperative Verschlechterung der Beschwerden aufgeklärt werden. Meist jedoch sind solche Verschlechterungen auf die Lagerung während der Operation zurückzuführen.

35.2.8 Allergien und Überempfindlichkeitsreaktionen

Selbstverständlich dürfen Medikamente, gegenüber denen eine tatsächliche oder mögliche Allergie bzw. Überempfindlichkeit besteht (z. B. Antibiotika, Kontrastmittel), während der Narkose nicht angewendet werden. In dieser Hinsicht ist in den letzten Jahren auch die Latexallergie von zunehmend klinischer Bedeutung. Bei Patienten mit einem hohen Risiko für die Entstehung einer Latexallergie (z. B. dauerhafte Verwendung von Blasenkathetern bei jungen Patienten) sollte ganz auf die Verwendung von latexhaltigen Materialien verzichtet werden.

Praxistipp

Die Operation eines Patienten mit einer Latexallergie sollte die erste des Tages sein, da schon die Verwendung latexhaltiger Handschuhe bei der vorhergehenden Operation zu einer Belastung der Luft mit Latexpartikeln führt, die den Patienten potenziell gefährden könnte (Hepner u. Castells 2003).

35.2.9 Medikamentenanamnese

Die Medikamentenanamnese liefert wertvolle Hinweise über Erkrankungen des Patienten. Darüber hinaus haben viele Medikamente Wirkungen und Nebenwirkungen, die die anästhesiologische Strategie erheblich beeinflussen können.

Nur ca. 50 % aller verschriebenen Medikamente werden vom Patienten in der verschriebenen Dosierung auch eingenommen. Bei Medikamenten, die sich beim Patienten subjektiv nur durch Nebenwirkungen bemerkbar machen (z. B. Antihypertensiva), erfolgt häufig keine oder nur eine unregelmäßige Einnahme. Umgekehrt werden Medikamente, die das subjektive Empfinden des Patienten verbessern, eher überdosiert (z. B. Benzodiazepine, Steroide, Opioide).

▶ **Medikamenteneinnahme am OP-Tag.** Die meisten Medikamente sollten am Operationstag in gewohnter Form und Dosierung mit etwas Wasser eingenommen werden (< 200 ml Wasser beeinträchtigt nicht das Nüchternheitsgebot). Ausnahmen von dieser Faustregel sind Antikoagulanzien, Antidiabetika, ACE-Hemmer und Angiotensin-Rezeptor-Antagonisten.

35.2.10 Substanzmissbrauch

Je unerwünschter die jeweilige Substanz in der Gesellschaft ist, desto mehr tendieren die Patienten dazu, die Einnahme zu verleugnen oder zu verharmlosen. Dies muss bei der Anamnese bedacht werden.

Tabak

Rauchen hat nicht nur allgemein gesundheitsschädigende Wirkungen, sondern auch durch eine Vielzahl von Mechanismen negative Auswirkungen vor, während und nach einer Operation, v. a. am Bronchialsystem (Jalowy et al. 1998):

- Verschlechterung der Lungenfunktion
- bronchialer Sekretverhalt
- bronchiale Hyperreagibilität und dadurch Vermehrung von intra- und postoperativen pulmonalen Komplikationen
- erhöhter Carboxyhämoglobinspiegel (leichte Kohlenmonoxydvergiftung), der die Sauerstofftransportkapazität des Blutes herabsetzt
- erhöhte perioperative Thromboseneigung (auch wenn Raucher postoperativ sich früh und viel mobilisieren, um ein Raucherzimmer zu erreichen)
- akuter Anstieg der Magensäuresekretion

Merke

Der Patient muss darauf hingewiesen werden, dass zur präoperativen Nüchternheit auch eine Nikotinkarenz gehört.

Raucher haben auch meist einen höheren Narkosemittelbedarf als Nichtraucher. Außerdem kann es durch den akuten Entzug zu einem postoperativen Durchgangssyndrom kommen.

Alkohol

Mehr als 20 % der Patienten in operativen Abteilungen sind alkoholabhängig. Deshalb ist präoperativ besonders sorgfältig die Menge und Art des konsumierten Alkohols zu eruieren. Laborchemisch lässt sich ein hoher Alkoholkonsum durch erhöhte Werte der γ-Glutamattransferase (γ-GT), des mittleren erythrozytären korpuskulären Volumens (MCV) und des kohlenhydrat-defizienten Transferrins (CDT) nachweisen.

Bei hohem Alkoholkonsum sollte neben einer Steigerung des Anästhetikabedarfs auch an die Gefahr eines Alkoholentzugsdelirs gedacht werden. Ein Delir kann trotz prophylaktischer Gabe entsprechender Medikamente entstehen (Benzodiazepine, Clonidin, Haloperidol, Äthanol, Propofol). Ein perioperativer Entzug ist kontraindiziert.

Merke

Bei „trockenen" Alkoholikern ist darauf zu achten, dass sie keine alkoholhaltigen Präparate erhalten.

Verschreibungspflichtige Substanzen und Betäubungsmittel

Abhängigkeit oder Missbrauch solcher Substanzen wird häufig von den Patienten und den verschreibenden Ärzten verleugnet bzw. verdrängt. Deshalb muss der Patient darauf hingewiesen werden, dass ein solcher Missbrauch mit einem erhöhten Risiko intraoperativer Wachheit und postoperativer Entzugssymptome einhergeht. Auch hier gilt, dass ein perioperativer Entzug kontraindiziert ist.

Merke

Bei abstinenten Drogenabhängigen ist der Einsatz der jeweiligen Substanz bzw. jeglicher Substanz mit Abhängigkeitspotenzial – soweit möglich – zu vermeiden.

Eine Regionalanästhesie ist in einem solchen Fall immer vorzuziehen. Sollte dies nicht möglich sein, sollten Opiate oder Opioide erst nach Einleitung gegeben und postoperativ vermieden werden, oder es sollte zumindest lang wirkenden Substanzen der Vorzug gegeben werden.

35.2.11 Vornarkosen

Von besonderem Interesse ist die Frage nach „Problemen bei oder nach einer Narkose". Zu einer erheblichen Gefährdung bzw. Beeinträchtigung des Patienten können führen:

- maligne Hyperthermie
- Intubationsschwierigkeiten
- verzögertes Erwachen
- postoperative Übelkeit und Erbrechen (PONV)
- subjektives Erleben der Vornarkosen

▶ **Prädisposition zur malignen Hyperthermie.** Sollte hohes Fieber bei Blutsverwandten während oder kurz nach Narkosen aufgetreten sein, ist speziell an die maligne Hyperthermie (S. 726) zu denken. Sie ist die gefährlichste Komplikation der Allgemeinanästhesie, die unbehandelt in 70–80 % der Fälle zum Tode des Patienten führt (Gronert et al. 2000).

Der malignen Hyperthermie liegt ein pharmakogenetischer Defekt der sarkoplasmatischen Kalziumhomöostase zugrunde. Die Inzidenz schwerer Erkrankungen wird zwischen 1:4 000 und 1:250 000 angegeben (Gronert et al. 2000). Bestimmte Erkrankungen sind mit einer erhöhten Inzidenz der malignen Hyperthermie verbunden.

Merke

Auslösende Pharmaka, wie Inhalationsanästhetika oder Succinylcholin, sind bei positiver Anamnese bzw. im Zweifelsfall zu vermeiden. Zur kausalen Therapie ist Dantrolen vorzuhalten.

▶ **Intubationsschwierigkeiten.** Es sollte vom Anästhesisten eruiert werden, ob es bei Vornarkosen zu Problemen bei der Intubation gekommen ist. Von Bedeutung sind auch bestimmte Erkrankungen (z. B. das Pierre-Robin-Syndrom) oder eine pyknische Konstitution, die mit schwieriger bis unmöglicher Intubation unter direkter Laryngoskopie einhergehen.

▶ **Verzögertes Erwachen.** Auch verzögertes Erwachen nach früheren Narkosen ist von Bedeutung, auch wenn eine Vielzahl von Gründen zu einem verzögerten Erwachen führen können und der Grund dafür retrospektiv nicht immer eruierbar ist. Dennoch sollte bei entsprechender Anamnese erwägt werden, ob ein Überwachungs- oder Intensivbett bereitzustellen ist.

▶ **Postoperative Übelkeit und Erbrechen (PONV).** Übelkeit bzw. Erbrechen nach einer Narkose, PONV (S. 725), kann schmerzhaft und sehr unangenehm sein und mit einer längeren Liegezeit im Aufwachraum einhergehen. Deshalb wird man eine intravenöse Anästhesie, eine Regionalanästhesie oder die prophylaktische Gabe von Antiemetika erwägen.

▶ **Subjektives Erleben der Vornarkosen.** Der Patient sollte offen gefragt werden, was er als besonders unangenehm bei Vornarkosen empfunden hat, denn häufig ist die subjektive Wahrnehmung des Patienten anders als die des Arztes.

35.3 Körperliche und apparative Untersuchung

An die Anamnese schließt sich die klinische Untersuchung an. Sie umfasst:

- Auskultation des Herzens
- Auskultation und Perkussion der Lungen
- Messung von Blutdruck und Herzfrequenz
- Erhebung eines Gefäßstatus
- bei geplanter Regionalanästhesie Inspektion des Punktionsortes
- Inspektion von Kopf und Hals zur Feststellung der Intubationsbedingungen (▶ Abb. 35.1)

Außerdem sind bei alten Patienten bzw. bei Patienten mit Vorerkrankungen oder geplanten großen Eingriffen zusätzliche Untersuchungen durchzuführen (EKG, Echokardiogramm, Röntgen-Thorax, Laboruntersuchungen).

35.3.1 Herz

Die Auskultation ergibt Hinweise auf

- Rhythmusstörungen (gleichzeitige Palpation eines peripheren Pulses wegen möglichen Pulsdefizits),
- Herzgeräusche (Klappenfehler oder Sklerosegeräusch) sowie
- veränderte oder zusätzliche Herztöne (z. B. 3. Herzton bei Herzinsuffizienz).

Lässt sich der Herzspitzenstoß außerhalb der Medioklavikularlinie tasten, besteht der Verdacht auf eine Linksherzvergrößerung. Die Inspektion kann bei Rechtsherzinsuffizienz gestaute Halsvenen aufdecken.

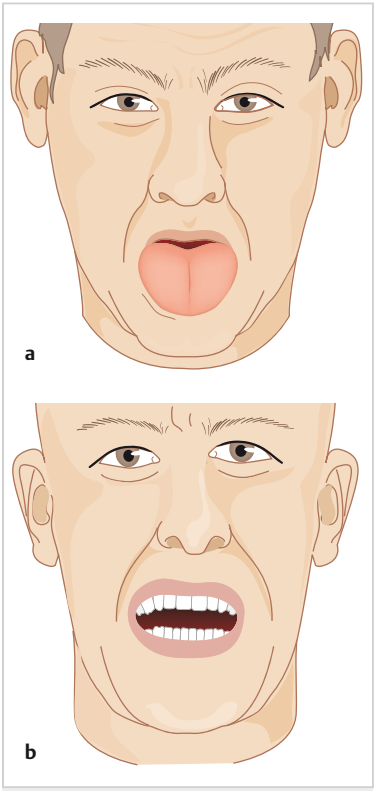


Abb. 35.1 Verschlechterte Intubationsbedingungen. (Schulte am Esch et al. 2007)
a Makroglossie.
b Eingeschränkte Mundöffnung.

35.3.2 Lungen

Beide Lungenflügel werden auskultiert und perkutiert. Auffällige Befunde (Fehlen von seitengleichem Vesikuläratmen bzw. sonorem Klopfschall) sollten Anlass für eine weitere Untersuchungen sein (Röntgen-Thorax, Blutgasanalyse, Lungenfunktionsuntersuchungen).

35.3.3 Intubationsbedingungen

Besondere Aufmerksamkeit muss dem Kopf und dem Hals in Hinblick auf mögliche Intubationsschwierigkeiten gewidmet werden (▶ Abb. 35.1). Wichtig ist es dabei, schwierige Laryngoskopien bzw. Intubationen bereits im Vorfeld zu erkennen. Drei Tests werden üblicherweise angewendet:

- Klassifikation nach Mallampati
- Beweglichkeit von Kopf und Hals
- Raum des Unterkiefers

▶ **Klassifikation nach Mallampati.** Bei der Klassifikation nach Mallampati wird

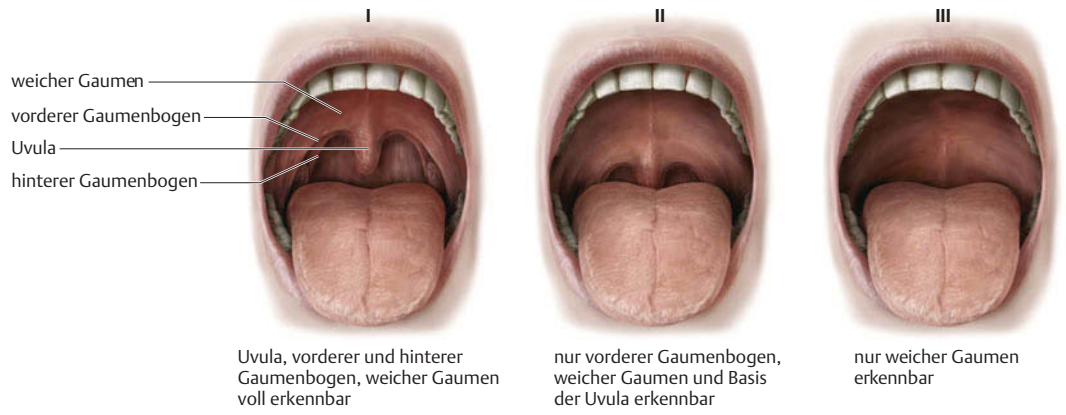


Abb. 35.2 Klassifikation nach Mallampati. (Schulte am Esch et al. 2007)

beurteilt, inwieweit die Basis der Zunge die Sicht auf pharyngeale Strukturen (Uvula, Gaumenbogen, weicher Gaumen) behindert (▶ Abb. 35.2). Die Einteilung nach Mallampati ist die gebräuchlichste, weil sie eine der einfachsten Klassifikationen darstellt. Ihre Vorhersagekraft ist aber gering.

▶ **Beweglichkeit von Kopf und Hals.** Eine eingeschränkte Beweglichkeit der Halswirbelsäule, insbesondere eine erschwerte Reklination, sind Zeichen für eine evtl. schwierige Intubation.

▶ **Raum des Unterkiefers.** Je länger und größer der Unterkiefer ist, desto leichter gestaltet sich die direkte Laryngoskopie. Ein Abstand zwischen Kinnspitze und Schildknorpel über 6 cm und eine Breite des Unterkiefers über 9 cm lassen auf eine einfache Laryngoskopie schließen.

35.3.4 Apparative Untersuchungen und Laborkontrollen

Der Wert apparativer Untersuchungen oder von Laboruntersuchungen ist umstritten. Ein prinzipielles Problem dabei ist, dass bei einer geringen Häufigkeit von damit aufzudeckenden Erkrankungen die Laboruntersuchungen häufig falsch pathologische Werte liefern, d. h., trotz eines abnormen Befundes liegt keine Erkrankung vor. Deshalb sind solche Untersuchungen immer nur dann sinnvoll, wenn sie mit hinreichender Wahrscheinlichkeit eine vermutete Erkrankung bestätigen und gleichzeitig diese neu erkannte Erkrankung zu einer erheblichen Änderung des geplanten Managements führt. Daher sollten präoperative Untersuchungen immer nach Abwägung der Vorgeschichte, des geplanten Eingriffes und des erwarteten Blutverlustes angeordnet werden. Bestimmte Untersuchungen ab einem bestimmten Lebensalter bei jedem Patienten durchzuführen, wird nicht mehr empfohlen, auch wenn sie in manchen Kliniken aus Praktikabilitätsgründen noch üblich ist.

Präoperative Untersuchungen werden dementsprechend nicht mehr ab einem bestimmten Lebensalter empfohlen, sondern nur noch bei bestimmten Diagnosen (Roizen u. Fleisher 2010).

So wird ein präoperatives EKG empfohlen bei Patienten mit folgenden Diagnosen:

- Mitralinsuffizienz
- Rhythmusstörungen
- Herzinsuffizienz, KHK
- linksventrikuläre Hypertrophie und/oder Bluthochdruck
- metabole oder Elektrolytveränderungen
- Diabetes mellitus
- zerebrovaskulären Erkrankungen

Für kardiale Risikopatienten wird ein präoperatives 12 Kanal EKG empfohlen bei einem geplantem größerem gefäßchirurgischem Eingriff bzw. Patienten mit einer bekannter KHK, pAVK oder zerebrovaskulären Erkrankung, die sich einem mittlerem oder schweren Eingriff unterziehen (Fleisher et al. 2007, Poldermans et al. 2010).

Einteilung der Risikogruppen

Nach Auswertung aller präoperativen Befunde, d. h. der Anamnese, der körperlichen Untersuchung sowie apparativer Untersuchungen bzw. Laborkontrollen wird der Patient i. d. R. einer Risikogruppe zugeordnet. Dabei hat sich die Einteilung der American Association of Anesthesiologists (ASA) durchgesetzt (▶ Tab. 35.3).

Über die Bedeutung der Einteilung in Risikogruppen für die Praxis der Narkose sind immer wieder Zweifel geäußert worden, zumal die Gruppeneinteilung subjektiv ist. Jedoch korreliert der „ASA-Status" gut mit der perioperativen Letalität, in die die Grundkrankheit(en) der Patienten und die Folgen von Operation und Anästhesie eingehen. Er hat zudem den Vorteil, sehr einfach zu sein. Die ausschließlich anästhesiebedingte Letalität liegt heute wahrscheinlich zwischen 1:6 000 und 1:185 000 Narkosen (Fleischer 2010). Allerdings liegt die Letalität bei ASA I und II Patienten und kleinen Eingriffen deutlich niedriger bzw. ist auf den dazu erforderlichen Fallzahlen nicht mehr nachzuweisen.

Tab. 35.3 ASA-Klassifizierung.

ASA-Klasse	Patient
I	normaler, sonst gesunder Patient
II	Patient mit leichter Allgemeinerkrankung ohne Leistungseinschränkung
III	Patient mit schwerer Allgemeinerkrankung und Leistungseinschränkung
IV	Patient mit schwerer, lebensbedrohlicher Allgemeinerkrankung
V	moribunder Patient, der voraussichtlich 24 h (mit oder ohne Operation) nicht überlebt
VI	hirntoter Patient mit geplanter Explantation von Organen

35.4 Aufklärung

Merke

Die Aufklärung des Patienten sollte in erster Linie die Angst des Patienten reduzieren (Börner 2001, Schmitt u. Madler 2001) und allenfalls in zweiter Linie der juristischen Entlastung des Anästhesisten dienen.

▸ **Ängste.** Die Mehrheit der Patienten hat diverse Ängste. Dabei geben Patienten häufiger Angst vor der Anästhesie an als Angst vor der Operation selber. Das persönliche Aufklärungsgespräch mit dem Anästhesisten ist daher wichtiger als Informationsbroschüren (▸ Abb. 35.3).

▸ **Risiken.** Der Patient sollte auch über die allgemeinen und spezifischen Risiken der Anästhesie aufgeklärt werden. Juristisch erfüllt jeder Heileingriff den Tatbestand der Körperverletzung. Zur Rechtfertigung bedarf es deshalb der Einwilligung des Patienten, die nur wirksam ist, wenn dieser weiß, um was es geht. Diese relative Rechtsunsicherheit hat dazu geführt, dass der Anästhesist dazu angehalten ist, über extrem seltene, aber für den Patienten katastrophale Risiken aufzuklären (z. B. Querschnittslähmung nach rückenmarksnahen Verfahren oder Infektionsrisiken, die kleiner als 2:100 000 sind).

Abb. 35.3 Das präoperative Aufklärungsgespräch kann wesentlich zur Angstreduktion beitragen.

35.5 Prämedikation

Der wichtigste Prämedikationseffekt ist die Anxiolyse des Patienten (▸ Abb. 35.4). Therapeutisch ist hier an erster Stelle das Prämedikations- oder Aufklärungsgespräch zu nennen (Schmitt u. Madler 2001).

35.5.1 Medikamente

Der Effekt des Aufklärungsgesprächs sollte durch eine pharmakologische Prämedikation unterstützt, keinesfalls jedoch durch diese ersetzt werden. Die häufigsten heute eingesetzten Medikamente sind die Benzodiazepine. Schneller und sicherer Wirkungseintritt, große therapeutische Breite, wenig Interaktion mit anderen Medikamenten und geringe Toxizität machen sie zu sicheren Substanzen.

Die Wahl der Substanz hängt von deren spezieller Pharmakokinetik ab. Der Einsatz anderer Substanzen wie Neuroleptika, Barbiturate, Opioide oder Antihistaminika ist heute weitgehend verlassen. Bei Kindern konnte neuerdings gezeigt werden, dass α_2-Rezeptoragonisten (z. B. Clonidin) in vielerlei Hinsicht den Benzodiazipinen überlegen sind (Dahmani et al. 2010).

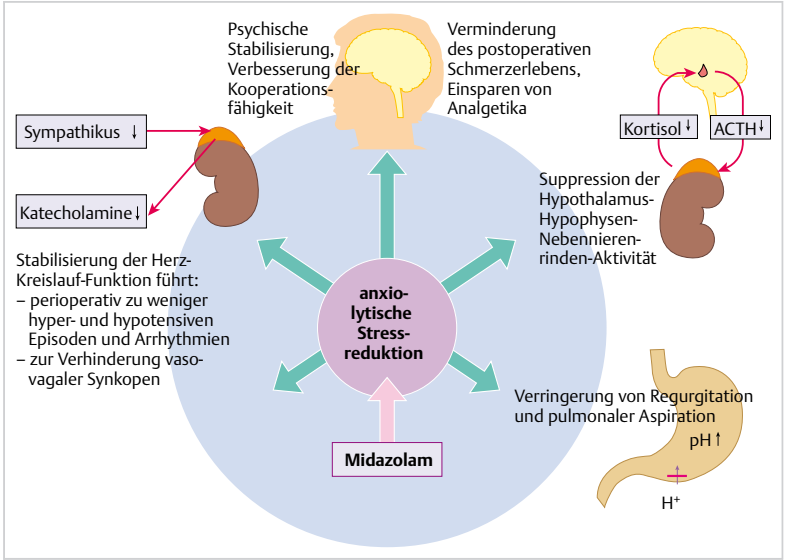


Abb. 35.4 Prämedikation. Die durch die Anxiolyse bedingte Stressreduktion hat mehrere Effekte. (Roewer u. Thiel 2008)

35.5.2 Gabe chronisch applizierter Medikamente

Herz- und Kreislaufmedikamente

Merke

Herz- und Kreislaufmedikamente sollten prinzipiell nicht abgesetzt werden, auch nicht am Morgen des Operationstages

Umstritten ist die Gabe von Herzglykosiden, da es durch eine katecholaminbedingte Hypokaliämie (Aufregung, intraoperative Katecholamingabe) zu gehäuften Rhythmusstörungen kommen kann. Die Gabe von ACE-Hemmern und AT 1-Blockern am Tag der Operation wird nicht empfohlen, insbesondere, wenn sie zusammen mit Diuretika gegeben werden.

β-Blocker sollten nicht abgesetzt werden, da sonst eine gefährliche Rebound-Hypertension auftreten kann. Auf die Gabe eines Diuretikums sollte zumindest nach Gabe der Prämedikation verzichtet werden, da einerseits die durch Nahrungskarenz induzierte Hypovolämie noch verstärkt wird, andererseits der sedierte Patient wegen einer erhöhten Sturzgefahr nicht mehr so häufig zur Toilette gehen sollte.

Antiepileptika

Auch Antiepileptika sollten weiter gegeben sowie der Plasmaspiegel vor neurochirurgischen Eingriffen kontrolliert und ggf. korrigiert werden. Viele Antiepileptika rufen eine Enzyminduktion in der Leber hervor und beschleunigen den Abbau anderer Substanzen. Auf Medikamente, die wie Neuroleptika die Krampfschwelle senken, sollte in der Prämedikation verzichtet werden.

Einige neuere Antiepileptika (z. B. Gabapentin) werden auch perioperativ zur Therapie von postoperativen Schmerzen eingesetzt.

Antidepressiva

Sie gehören zu den am häufigsten verschriebenen Medikamenten, die zur Therapie von Depressiven bzw. zur (adjuvanten) Therapie chronischer Schmerzen eingesetzt werden. Sie hemmen die Wiederaufnahme von Serotonin und Noradrenalin in das präsynaptische Neuron, d. h., sie wirken als indirekte Agonisten dieser Substanzen.

► **Nebenwirkungen.** Von großer Bedeutung sind die teilweise lebensbedrohlichen kardiovaskulären Nebenwirkungen, wie Hypo- bzw. Hypertension, Tachykardie, Überleitungsstörungen und Arrhythmien. Die Nebenwirkungen unterscheiden sich in Abhängigkeit von der Zeitdauer der Einnahme und dem jeweiligen Medikament ganz außerordentlich. Patienten, die Serotonin-Wiederaufnahmehemmer oder MAO-Hemmer (MAO: Monoaminoxidase) einnehmen, dürfen kein Dolantin erhalten, da es zu einem lebensbedrohlichen serotoninergen Syndrom kommen kann. Insgesamt sind die Risiken durch das Absetzen von Antidepressiva (Suizid!) höher als durch deren perioperative Weitergabe.

Antidiabetika

Auch Patienten mit Diabetes mellitus sollten mindestens 6 h vor einer Operation nüchtern sein.

► **Orale Antidiabetika.** Patienten mit oralen Antidiabetika sollten die Medikamente spätestens am Vorabend der Operation nicht mehr einnehmen. Insbesondere Glibenclamid kann bei älteren Patienten eine Halbwertzeit bis 48 und mehr Stunden haben. Dadurch kann es perioperativ bei den Patienten zu einer Hypoglykämie kommen.

► **Biguanide.** Weiterhin sollten auch Biguanide, speziell das Metformin, rechtzeitig präoperativ abgesetzt werden, da sonst das Risiko einer Laktatazidose besteht. Es wird deshalb empfohlen, elektive Operationen erst nach 2-tägiger Metformin-Karenz durchzuführen. Diese Empfehlung hat mehr forensische Bedeutung, da die Inzidenz von Laktatazidosen sehr gering ist (Kienbaum u. Peters 2002).

► **Insulin.** Bei Patienten, die mit Mischinsulinen therapiert werden, sollte die Hälfte bis ein Drittel der Dosis morgens subkutan injiziert und gleichzeitig 5 %-ige Glukoselösung (ungefähr 100 ml/h) infundiert werden. Bei der sog. intensivierten Therapie (Verzögerungsinsulin von 1 IE/h zur Imitation der physiologischen Basalsekretion und 1 IE Altinsulin/10 g Kohlenhydrate zu den Mahlzeiten) ist morgens nur das Verzögerungsinsulin zu applizieren. Bei großen Eingriffen sollte auf eine kontinuierliche intravenöse Zufuhr von Altinsulin umgestellt werden. Selbstverständlich sind engmaschige Blutzuckerkontrollen (alle 2 h) notwendig.

Antikoagulanzien

Allein schon aus operativer Sicht sollte auf den Einsatz von Antikoagulanzien perioperativ verzichtet oder zumindest eine Umstellung von lang wirkenden Kumarinen (z. B. Marcumar) auf Heparine erwogen werden. Dies sollte immer in Rücksprache mit den Operateuren unter individueller Risikoabwägung erfolgen. Bei Fortführung einer Therapie mit gerinnungshemmenden Substanzen sollten immer die Leitlinien zur Durchführung von rückenmarksnahen Regionalanästhesieverfahren berücksichtigt werden (Gogarten et al. 2007).

Durch den vermehrten Einsatz von sog. Drug-Eluting-Stents erhalten immer mehr Patienten Aspirin **und** einen GPIIa-IIIb-Hemmer (z. B. Clopidrogel) nach koronarangiografischen Eingriffen über einen längeren Zeitraum. Elektive Eingriffe bei Patienten mit Stents müssen eventuell verschoben werden, da einerseits nach vorzeitigem Absetzen dieser Medikamente die Rate von Koronarverschlüssen deutlich ansteigt, andererseits bei Fortführung der Medikation erhebliche Blutungen drohen. Bei dringlichen Eingriffen müssen im Einzelfall die Risiken gegeneinander abgewogen werden.

Schmerzmittel

Analgetika sollten selbstverständlich auch präoperativ weiter gegeben werden. Bei nicht steroidalen Antiphlogistika ist dabei die gerinnungshemmende Wirkung insbesondere bei geplanten rückenmarksnahen Verfahren zu beachten (Gogarten et al. 2007).

Bei Opioiden sollte darauf geachtet werden, dass es durch die Interaktion mit den Prämedikationsmedikamenten nicht zu einer Atemdepression kommt.

Merke

Patienten, die chronisch Opioide einnehmen, haben postoperativ mehr Schmerzen, und zwar trotz stark erhöhter Opioiddosen.

35.6 Planung der perioperativen Strategie

► **Zeitpunkt.** Der Zeitpunkt des Eingriffes sollte in Absprache mit den Operateuren so gewählt werden, dass das Risiko von Operation und Anästhesie möglichst gering ist. Eine Verschiebung des Eingriffs um Tage oder Wochen wird notwendig, wenn der Gesundheitszustand des Patienten erheblich verbessert werden kann. Auch aufwendigere Untersuchungen bei dringlichem Verdacht auf Erkrankungen, die das Operationsrisiko erhöhen bzw. die Indikation der Operation in Frage stellen, sollten mit dem Operateur besprochen werden (z. B. Metastasensuche vor Tumorchirurgie).

► **Blutkonserven und Medikamente.** Die Bereitstellung von gekreuzten Blutkonserven und anderen Blutprodukten oder Medikamenten sollte mit den Operateuren, der Blutbank, dem Anästhesiefachpersonal bzw. der Apotheke besprochen werden.

► **Narkoseart und Monitoring.** Mit dem Anästhesiefachpersonal muss die Narkoseart mit den notwendigen Medikamenten und Instrumenten, das gewünschte Monitoring mit den entsprechenden Kathetern und Geräten und evtl. besonderes Equipment besprochen werden.

► **Postoperative Verlegung.** Wenn es absehbar notwendig oder wünschenswert ist, den Patienten aufgrund seiner Vorerkrankungen oder der Größe des Eingriffes postoperativ auf eine Überwachungs- oder Intensivstation zu verlegen, so sollte dies frühestmöglich mit dem dortigen Personal besprochen werden.

► **Postoperative Schmerztherapie.** Die postoperative Schmerztherapie wird meist interdisziplinär zwischen Chirurgie und Anästhesie, oft auch unter Einbeziehung des Anästhesiefachpersonals durchgeführt. Die Arbeitsteilung wird dabei individuell für jede Klinik abgestimmt, um eine bestmögliche Schmerztherapie postoperativ zu erzielen.

35.7 Leseservice

35.7.1 Literatur

Börner U. Psychosomatische Aspekte der Anästhesiologie. In: Kochs E et al., Hrsg. Anästhesiologie. Stuttgart: Thieme; 2001

Dahmani et al. Premedication with clonidine is superior to benzodiazepines. A meta analysis of published results. Acta Anaesth Scand 2010, epub ahead of print

Eagle KA et al. ACC/AHA guideline update for perioperative cardiovascular evaluation for noncardiac surgery – executive summary a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. Circulation 2002; 105: 1257

Fleischer LA. Risk of Anesthesia. In: Miller RD, ed. Anesthesia. Philadelphia: Churchill Livingstone; 2010

Fleisher LA et al. ACC/AHA 2007 guidelines on perioperative cardiovascular evaluation and care for noncardiac surgery. J Am Coll Cardiol 2007; 50: e159–e241

Gogarten W et al. Rückenmarksnahe Regionalanästhesien und Thromboembolieprophylaxe/antithrombotische Medikation. Anaesth Intensivmed 2007; 48: 109–124

Gronert GAA et al. Malignant hyperthermia. In: Miller RD, Ed. Anesthesia. Philadelphia: Churchill Livingstone; 2000

Hepner DL, Castells MC. Latex allergy: an update. Anesth Analg 2003; 96: 1219

Jalowy A et al. Stellenwert der bronchialen Hyperreagibilität in der Anästhesiologie. Anasthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 1998; 33: 150

Kienbaum P, Peters J. Perioperatives Metformin und Laktatazidose. Anaesthesist 2002; 51: 866

Mangano DT et al. Association of perioperative myocardial ischemia with cardiac morbidity and mortality in men undergoing noncardiac surgery. The Study of Perioperative Ischemia Research Group. N Engl J Med 1990; 323: 1781

Mangano DT et al. Effect of atenolol on mortality and cardiovascular morbidity after noncardiac surgery. Multicenter Study of Perioperative Ischemia Research Group. N Engl J Med 1996; 335: 1713

Mangano DT, Goldman L. Preoperative assessment of patients with known or suspected coronary disease. N Engl J Med 1995; 333: 1750

Poldermans et al. Guidelines for pre-operative cardiac risk assessment and perioperative cardiac management in noncardiac surgery Eur J Anaesth 2010; 27: 92–137

Roewer N, Thiel H. Taschenatlas Anästhesie. 5. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2013

Roizen MF, Fleisher LA. Anesthetic implications of concurrent diseases. In: Miller RD, Ed. Anesthesia. Philadelphia: Churchill Livingstone; 2010

Schmitt T, Madler C. Prämedikation. In: Kochs E et al., Hrsg. Anästhesiologie. Stuttgart. Thieme, 2001

Schulte am Esch J, Bause HW, Kochs E et al. Anästhesie. 3. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2007

Kapitel 36

Narkosearbeitsplatz

36.1 Vom Narkosegerät zum Narkosearbeitsplatz *688*

36.2 Ausstattung des Arbeitsbereichs *689*

36.3 Inbetriebnahme des Narkosearbeitsplatzes *697*

36.4 Leseservice *698*

36 Narkosearbeitsplatz

Gabriele Stolecki, Dietmar Stolecki

36.1 Vom Narkosegerät zum Narkosearbeitsplatz

Ausgehend von einfachen Geräten um die Wende vom 19. zum 20. Jahrhundert hat die Technisierung bis zum heutigen Tag zu einem komplexen Arbeitsbereich und damit zur Bezeichnung „Narkosearbeitsplatz" geführt. Das zentrale Element an diesem Arbeitsplatz ist das Narkosegerät mit allen seinen Anteilen, das zu einer erhöhten Sicherheit in der Narkoseführung beigetragen hat. Ein kompaktes Monitoring sowie weiteres Equipment komplettieren den Arbeitsplatz. Alle Instrumente und Geräte verlangen auch von Pflegenden in der Anästhesie gut strukturierte Kenntnisse.

36.1.1 Entwicklung der Narkosegeräte

In den letzten 100 Jahren ist die technische Entwicklung für Narkosesysteme und -geräte vorangetrieben worden. Die nachfolgenden Daten stellen nur eine kleine, aber wichtige Auswahl an Meilensteinen dar, welche die anästhesiologische Entwicklung repräsentieren.

Lachgas, Äther und Chloroform

Nach der Entdeckung von Lachgas durch Joseph Priestley (1772), von Chloroform (1831, Justus von Liebig und Eugene Souberain) und Äther, der 1845 erstmals von Horace Wells erfolgreich bei einer Zahnextraktion eingesetzt wurde, setzte die Produktion technischer Neuerungen ein.

Einen entscheidenden Beitrag für die Entwicklung von Narkosegeräten lieferte 1862 der aus Liverpool stammende Geburtshelfer Thomas Skinner, als er unter Zuhilfenahme einer Drahtmaske die erste Äthertropfnarkose bei einer Geburt durchführte. Diese 1890 von Curt Schimmelbusch modifizierte und vorgestellte Maske, wie auch das Narkoseverfahren, behielten für viele Jahrzehnte eine besondere Bedeutung in der Anästhesie.

Mit dem Beginn des 20. Jahrhunderts setzte eine rasante Entwicklung weiterer Geräte ein. Das erste Narkosegerät der Firma Dräger aus dem Jahre 1902 stellt die Urfassung der heutigen Technik der Narkosegeräte dar. Wahlweise konnten mit ihm Sauerstoff in Verbindung mit Chloroform und/oder Äther appliziert werden. Durch eine Trennung von In- und Exspiration mittels Ventil war das erste Nichtrückatemsystem entstanden.

Kreissysteme und Gasflussmesser

Nach zahlreichen Modifikationen und Weiterentwicklungen entstand 1926 mit dem Modell A von Dräger das erste Kreissystem (▶ Abb. 36.1). In- und Exspiration wurden durch verschiedene Schläuche und Ventile getrennt und eine manuelle Beatmung integriert. Die von Magill entwickelte Absorberpatrone zur Absorption von Kohlendioxid wurde zum festen Bestandteil aller nachfolgenden Narkosegeräte.

1934 gesellte sich ein Aktivkohlefilter hinzu, der die Mitarbeiter besser vor Narkosegasen in der Abluft und so vor Müdigkeit schützte. Mit dem Modell F aus dem Jahre 1948 erhielt die Narkosetechnik eine neue Dimension: Die Dosierung von Sauerstoff und Lachgas erfolgte erstmalig durch Gasflussmesser. Gleichzeitig konnte die CO_2-Patrone ohne Aufwand schnell gewechselt werden.

Mit dem Romulus begann 1952 das Zeitalter der „Römer". Die Ausstattung wurde komfortabler, was sich durch den Einbau von Schubladen und einer Schreibfläche darstellte. Gleichzeitig wurde vermehrt auf Sicherheit geachtet, was sich durch Zusatzgeräte widerspiegelte: Neben je einer 10-l-Flasche Sauerstoff und Lachgas gesellten sich jeweils eine zusätzliche 2-l-Flasche hinzu. Darüber hinaus fand eine „Narkoseuhr" ihren Platz, mit der die Puls- und die Atemfrequenz ermittelt werden konnten. Ein zusätzlicher Wechselabsorber stand ebenso zur Verfügung wie auch die erste Bronchusabsaugung, die direkt am Gerät integriert wurde. Mit dem verbesserten Kreissystem wurden ein Überdruckventil und erstmals ein Ätherverdunster eingebaut.

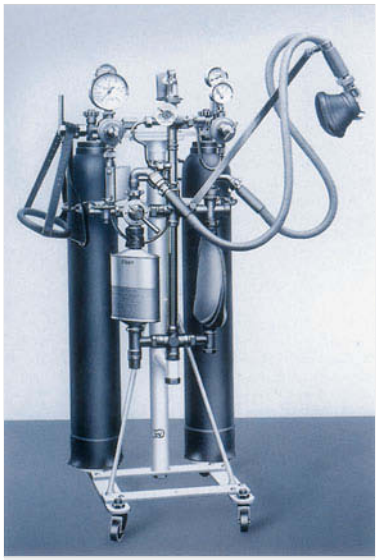


Abb. 36.1 Das erste Kreissystem. (Fa. Dräger)

Einstellbare Beatmungsparameter

Bedingt durch die Polioepidemien übertrug man den nachfolgenden Geräten die wachsenden Kenntnisse bzgl. der künstlichen Beatmung. Die Modelle der Spiromaten verfügten bis 1966 über die Einstellungen von Beatmungsvolumen, Atemfrequenz, Atemzeitverhältnis, kontrolliertem und assistiertem Beatmungsverfahren, PEEP und einer Floweinstellung.

Das Inhalationsanästhetikum Halothan löste die Ätherära ab und konnte durch einen speziellen Verdunster über alle weiteren Narkosegeräte genutzt werden. Anfang der 1980er Jahre revolutionierte der AV 1 (**A**nästhesie**v**entilator) die Anästhesie durch sein kompaktes Auftreten sowie durch zahlreiche Verbesserungen bzgl. Sicherheit (Kapnografie, Messung von Beatmungsparametern) und Komfort (leichtes Gewicht, mit Strom betrieben). Die Geräte Sulla, Cato Julian, Cicero, Fabius und Primus schreiben die „römische Geschichte" mit immer mehr Sicherheitsaspekten fort. Inzwischen hat die griechische Mythologie mit den Geräten „Zeus und Perseus" mit weiteren Innovationen Einzug gehalten.

Parallel dazu entstanden auch durch andere Firmen zahlreiche moderne Geräte mit gleichem Standard wie z. B. der „Leon" und „Leon plus" (▶ Abb. 36.2) der Fa. Heinen u. Löwenstein, die ebenfalls alle relevanten Beatmungsmodi eines Intensivrespirators erlauben. In- und exspiratorische Messungen aller Gase (O_2, CO_2, volatile Inhalationsanästhetika) sind obligat. Leon plus regelt zusätzlich die Gasmischung elektronisch, verfügt über einen integrierten Monitor mit 4 parallelen Echtzeitkurven und einem kompletten Datenmanagement. Beide Geräte können als Wand- oder Deckenampelgerät sowie als fahrbare Einheit genutzt werden, womit flexible Bedingungen für den Narkosearbeitsplatz geschaffen sind. Die Fa. Maquet hat mit der Serie Flow-i einen modularen und ergonomischen Narkoserespirator auf den Markt gebracht, der die Ansprüche an einen modernen Arbeitsplatz erfüllt.

Abb. 36.2 Narkosegerät Leon plus. (Fa. Heinen u. Löwenstein)

36.1.2 Entwicklung des Monitorings

Den Ursprung der heutigen Überwachung lieferte Rene Läennec 1816 durch die Erfindung des Stethoskops. Die Entwicklung eines Blutdruckmessgerätes durch Riva-Rocci im Jahre 1901 stellte ein zweites Element in der Überwachung dar.

Von größter Bedeutung für viele Jahrzehnte war die 1920 von Arthur E. Guedel präsentierte Arbeit über „Zeichen zur Beurteilung der Narkosetiefe", die bis heute noch eine gewisse Relevanz hat, siehe ▸ Abb. 34.4. Mit zahlreiche Neuentwicklungen von Monitoren und durch das von Einthoven 1903 verbesserte Verfahren gelangten EKG-Monitore Anfang der 60er Jahre auch in den OP, womit sich der Einsatzort des Anästhesisten immer mehr zum Narkosearbeitsplatz entwickelte.

Saidmans 1963 definierte „minimale alveoläre Konzentration" (MAC) für Inhalationsanästhetika führte zur Entwicklung von Monitoren zur Überwachung der in- und exspiratorischen Konzentration volatiler (dampfförmiger) Inhalationsanästhetika, was heute integraler Bestandteil von Narkosegeräten ist. Durch den Anspruch an hoher Sicherheit bzgl. klinischer und apparativer Überwachung des Patienten hat sich die Anzahl zusätzlich genutzter Monitore deutlich erweitert.

▸ **Standardmonitoring.** Zum Standardmonitoring gehören:

- hämodynamisch:
  - EKG, Puls
  - non-invasiver Blutdruck (NiBP)
  - respiratorisch:
    - Pulsoxymetrie
    - Atemzug- und Minutenvolumen sowie der Beatmungsdruck
    - inspiratorische Sauerstoffkonzentration
    - Kapnometrie bzw. -grafie
    - Narkosegasmessung (in- und exspiratorisch)
- Überwachung der neuromuskulären Reizübertragung
  - Relaxometrie

▸ **Erweitertes Monitoring.** Zum erweiterten Monitoring gehören Messungen bzgl. der

1. Hämodynamik:
   - invasiver arterieller Blutdruck
   - zentralvenöser Druck
   - pulmonalarterieller Druck
   - Herzzeitvolumen
2. Körpertemperatur:
   - ösophageal, vesikal, tympanal, pulmonalarteriell
3. Funktion des Zentralnervensystems zur Überwachung der Narkosetiefe mit:
   - Bispectralindex (BIS), Narcotrend oder Noxious Stimulus Response Index (NSRI)

Merke

So sehr die technische Entwicklung auch vorangeschritten ist, so sehr ist nach wie vor die gute Beobachtungsgabe sowie die hohe Fach-, Sozial- und Handlungskompetenz aller Mitarbeiter gefragt.

36.2 Ausstattung des Arbeitsbereichs

Das heutige räumliche Tätigkeitsfeld in der Anästhesie bezieht sich im OP-Bereich auf mehrere Räume: den Einleitungs- oder Vorbereitungsraum und den eigentlichen OP-Saal als primäre Bereiche. In diversen Kliniken gibt es inzwischen auch sog. Zentraleinleitungsräume. Das bedeutet, dass im Saal operiert und bereits parallel in einem Einleitungsraum die nächste Narkose vorbereitet werden kann. Ergänzend gehören Räume für die Bevorratung von Material jedweder Art dazu.

Neben den technischen Anforderungen gehören folgende Ausstattungselemente zum Arbeitsbereich:

- Vorratsschränke für notwendiges Gebrauchsmaterial (Intubation, Venenpunktion, Blasenkatheter, Magensonden, Spritzen, Kanülen, Zellstoff, Medikamente usw.)
- Kühlschränke
- Wärmeschränke für Infusionen, Decken und OP-Tischauflagen (Wärmemanagement)
- Desinfektionswannen (z. B. für Spatel)
- Notfall-Equipment mit Handbeatmungsbeutel, Geräte zur videoassistierten Laryngoskopie, Bronchoskop und Defibrillator
- Laborgerät für BGA, BZ, Hb, Hk und Elektrolyte
- Lagerraum für technisches Zubehör wie z. B. Spritzenpumpen, Ersatzteile und Schlauchsysteme für Narkosegeräte
- Beistelltische und Narkosewagen mit Abwurfbehälter, Desinfektionsmittelspender

▸ **Narkosewagen.** Während der Narkose steht in jedem OP-Saal ein sog. Endotisch oder Narkosewagen zur Verfügung (▸ Abb. 36.3a). Er beinhaltet i. d. R. folgendes standardmäßig notwendiges Zubehör:

- Desinfektionsspray, Tupfer, Pflaster, Schere
- Spritzen und Kanülen, Venenverweilkanülen und -katheter, Stauschlauch, arterielle Verweilkanülen
- Standard- und Notfallmedikamente (▸ Abb. 36.3b)
- Infusionen
- 3-Wege-Hähne, Überleitungssysteme für Infusionen/Transfusionen, Verlängerungen
- Intubationszubehör: Laryngoskop, Spatelarten verschiedener Größe (▸ Abb. 36.3c)
- Endotrachealtuben und Larynxmasken
- Magensonden
- Labormaterial, Begleitscheine

Vor Dienstbeginn muss der Wagen auf Vollständigkeit überprüft werden. Alle Materialien müssen regelmäßig auf ihr Verfalldatum kontrolliert werden.

36.2.1 Ausstattungsrichtlinien

Für die technische Ausstattung hat die Deutsche Gesellschaft für Anästhesie und Intensivmedizin (DGAI) im Sinne der Qualitätssicherung Richtlinien formuliert. Diese Richtlinien sollen, gepaart mit europäischen Normen und Forderungen des Medizin-Produkte-Gesetzes (MPG), eine sichere Versorgung von Patienten gewährleisten. Besonderes Augenmerk ist dabei auf alle Formen der apparativen Überwachung und der Alarmsysteme gerichtet.

Recht

Nach den Richtlinien dürfen seit 1998 nur noch Geräte nach der europäischen Norm EN 740 in Betrieb genommen werden, die dieser Vorschrift entsprechen.

Abb. 36.3 Endowagen für die Narkose. (D. Stolecki)
a Endowagen mit Zubehör.
b Standard- und Notfallmedikamente.
c Intubationszubehör.

Abgeleitet von diesen Richtlinien sind Forderungen für die Grundausstattung eines Narkosearbeitsplatzes, die in ▶ Tab. 36.1 aufgeführt sind.

Elementarer Bestandteil des Arbeitsplatzes ist natürlich das Narkosegerät und das Narkosesystem, das die Verbindung zum Patienten darstellt.

Tab. 36.1 Ausstattungsmerkmale eines Narkosearbeitsplatzes.

Anforderung	Zubehör
Grundausstattung (essenzielles und empfohlenes Zubehör)	• Narkosegerät nach EN 740 mit Kapnografie, Kapnometrie, in- und exspiratorische Narkosegasmessung • Blutdruckmessung non-invasiv • Monitor zur Überwachung von EKG, Sauerstoffsättigung • Module/Monitore zur Messung des invasiven Blutdrucks, ZVD, Temperatur • Notfallausrüstung mit Handbeatmungsbeutel, Intubationsbesteck, Defibrillator (mind. ein Gerät für mehrere Säle verfügbar) • Relaxometer • Geräte zur Thermoregulation • Absauggeräte
klinikspezifische Ausstattung (z. B. Herz-Thorax-Gefäß-, Neuro-Chirurgie usw.)	• 2. Modul zur Messung von PAP, HZV • Spritzen- und Infusionspumpen • Laborgerät zur Bestimmung von BGA, Elektrolyten, BZ, Hb, Hk • transösophageale Echokardiographie (TEE) • Neuromonitoring zur Überwachung: ◦ des intrakraniellen Drucks (ICP) ◦ der zerebralen Perfusion (bulbus-jugularis Blutfluss) ◦ elektrophysiologisches Monitoring (EEG, burst-suppression evozierte Potenziale) ◦ der Narkosetiefe (Bispectral-Index: BIS, NSRI)

36.2.2 Gasversorgung

Alle Narkosegeräte sind heute elektrisch betrieben. Über sie können Sauerstoff, Druckluft, Inhalationsanästhetika und Lachgas eingespeist werden, die über Gaszentralleitungen bezogen werden. Lachgas ist allerdings nahezu aus allen OP-Sälen der Kliniken verbannt worden.

Merke

Medizinische Gase sind Medikamente, sie unterliegen dem Arzneimittelgesetz und gelten als chemisch keimarm (Reinheit > 99 %).

Codierung von Gasen

Um mögliche Verwechslungen auszuschließen, sind alle Gasleitungen und Gassteckverbindungen nach der Vorschrift EN 1089–3 von 2006 farbig codiert und mechanisch genormt (▶ Tab. 36.3 und ▶ Abb. 36.4).

Zentrale Gasversorgung

▶ **Sauerstoff.** Das gelieferte Gas wird in ein außerhalb der Klinik befindliches O_2-Reservoir gefüllt, von wo aus es kontinuierlich in die Leitungen der Kliniken eingespeist wird. Der in den zentralen Gasleitungen vorherrschende Druck von > 5 bar wird zunächst durch Druckreduzierventile auf ca. 1,5 bar und darüber hinaus nochmals durch die Gasmischer im Narkosegerät (auch Beatmungsgerät) auf ca. 200 mbar gesenkt. Um einen Gasfluss über das Narkosegerät zu ermöglichen, muss die Steckverbindung in den vorgesehenen Anschluss gedrückt werden, wobei der Stecker hörbar einrastet.

Tab. 36.2 Gasspezifische Anschlüsse.

Gasart	Farbe nach EN 1089–3	Steckverbindung
Sauerstoff	weiß	sechskant
Lachgas	blau	rund
Druckluft	weiß-schwarz	vierkant
Vakuum	gelb	achteck

Abb. 36.4 Gasanschlüsse. Manche Schläuche sind neutral in der Farbe schwarz gehalten. (D. Stolecki)

Abb. 36.5 Versiegelter Lachgasanschluss. (D. Stolecki)

Abb. 36.6 Anästhesiegasfortleitung. (D. Stolecki)

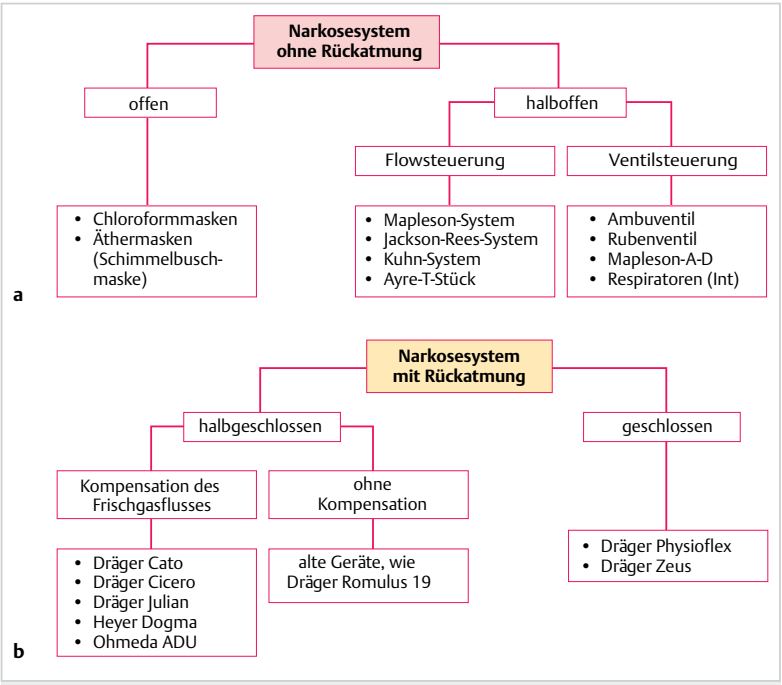


Abb. 36.7 Differenzierung von Narkosesystemen.
a Ohne Rückatmung.
b Mit Rückatmung.

► **Lachgas.** Sofern noch verwendet, wird Lachgas (Distickstoffmonoxid oder Stickoxydul) über hintereinander geschaltete Flaschenbatterien mit einem Druck von 5 bar in die zentrale Gasleitung gespeist, sodass es an jedem Arbeitsplatz bezogen werden kann. Jedoch verzichten viele Kliniken inzwischen auf die Verwendung von Lachgas wegen ozonschädlicher Emissionen und guter ergänzender Alternativen in Form von i. v.-Analgetika (▶ Abb. 36.5).

► **Druckluft.** Druckluft wird mittels eines speziellen Kompressors aus der Umgebungsluft gewonnen, in einem Reservoir gespeichert und über die zentrale Gasleitung zur 3. Steckdose zum Arbeitsplatz geleitet.

► **Anästhesiegasfortleitung.** Eine 4. Steckdose ist für die Abführung überschüssiger Narkosegase gedacht (▶ Abb. 36.6). Vor Beginn jeder Narkose mit Inhalationsnarkotika muss sichergestellt werden, dass die Narkosegasabsaugung angeschlossen und angeschaltet wird.

Verwendung von Sauerstoff in Flaschen

Sauerstoff steht auch in speziellen Gasflaschen zur Verfügung, die ebenfalls farbig und mechanisch codiert sind, sodass Verwechslungen ausgeschlossen sind. Bei der Verwendung von Gasflaschen muss auf den Füllungszustand geachtet werden, um keine unliebsamen Überraschungen zu erleben.

► **Prüfung einer Sauerstoffflasche.** Die Berechnung des Inhalts einer O_2-Flasche und die damit gekoppelte Frage „Wie lange reicht der Inhalt bei welchem Verbrauch?“ ist keine ausschließliche Frage der anästhesiologischen Abteilungen, sondern ist für jeden Bereich von Bedeutung, der mit flaschenbetriebenen Systemen arbeitet (z. B. transportables Beatmungsgerät auf der Intensivstation).

Da Sauerstoff ein komprimierbares Gas ist, kann der Flascheninhalt mit dem Boyle-Mariotte-Gesetz berechnet werden. Nach dieser Formel multipliziert man das Volumen des Sauerstoffzylinders mit dem aktuellen Füllungsdruck, der am Manometer angezeigt wird. Die Summe wird durch den eingestellten Gasfluss (Verbrauch) dividiert und damit die Zeitdauer ermittelt. Beispiel:
3-l-Flasche × 200 bar/6 l pro min = 100 min
Da die Berechnung nur eine annähernd genaue Nutzungsdauer in Bezug zum tatsächlichen Verbrauch ermittelt, sollte immer frühzeitig an eine Reserve gedacht werden.

Lernaufgabe

Ermitteln Sie, wie lange der Sauerstoffvorrat einer O_2-Flasche maximal hält, wenn das Manometer einen Druck von 90 bar aufweist und die Flasche ein Volumen von 3 l beinhaltet und der Patient mit 4 l/min beatmet wird.

36.2.3 Narkosesysteme und Narkosegeräte

Über ein Narkosesystem kann ein volatiles Anästhetikum appliziert werden. Historisch betrachtet werden 4 verschiedene Narkosesysteme unterschieden, von denen 2 heute eine klinische Relevanz haben. Narkosesysteme werden bzgl. der Rückatmung von Exspirationsluft differenziert (▶ Abb. 36.7):
- Narkosesysteme mit Rückatmung
- Narkosesysteme ohne Rückatmung

► **Ohne Rückatmung.** Narkosesysteme ohne Rückatmung von Exspirationsluft werden unterteilt in:
- offene Systeme
- halboffene Systeme

► **Mit Rückatmung.** Narkosesysteme mit Rückatmung werden eingeteilt in:
- halbgeschlossene Systeme
- geschlossene Systeme

Offene Narkosesysteme

Der klassische Vertreter dieses Typus ist die von Schimmelbusch modifizierte Drahtmaske aus dem Jahre 1890. Das System ist nur noch historisch bedeutsam, klinisch kommt es nicht mehr zum Einsatz.

Das Funktionsprinzip beruhte darauf, dem Patienten eine Drahtmaske (Narkosegerät) mit Mullkompressen auf die äußeren Atmungsorgane zu legen und Äther (Narkosegas) tropfenweise zu applizieren. Da Äther bei Raumluft verdampft, atmete der Patient Äther zusammen mit Raumluft (Trägergas) ein, bis eine ausreichende Narkosetiefe erzielt wurde und eine Operation möglich war. Die Nachteile des Systems waren:

- Der Patient war nicht beatmet.
- Es konnte gleichzeitig nur sehr schlecht Sauerstoff appliziert werden.
- Die Narkosetiefe war schlecht zu steuern, sodass die von Guedel beschriebenen Beobachtungen zur Beurteilung der erreichten Narkosestadien notwendig waren. Siehe ▶ Abb. 34.4.
- Die Konzentration des verwendeten Gases am Arbeitsplatz stieg kontinuierlich an und sorgte für Müdigkeit und eine Gefährdung des Personals.

Der einzige Vorteil bestand in den geringen Kosten des Verfahrens.

Halboffene Narkosesysteme

Definition

Unter halboffenen Narkosesystemen versteht man Systeme, bei denen In- und Exspiration nahe am Patienten getrennt werden und die gesamte Exspirationsluft aus dem System entfernt und durch reines Frischgas ersetzt wird.

Das wird durch 2 Prinzipien erreicht:

- Ventilsteuerung
- Flowsteuerung

▶ **Ventilsteuerung.** Die sog. Ventilsteuerung nahe am Patienten, wie z. B. an einem Handbeatmungsbeutel, sorgt dafür, dass das Ventil bei der Inspiration öffnet und die Beatmung ermöglicht. Mit der Exspiration verschließt das Ventil den Inspirationsschenkel und leitet die Exspirationsluft in die Atmosphäre.

▶ **Flowsteuerung.** Bei der Flowsteuerung wird die Exspirationsluft durch einen patientennah einströmenden Gasfluss verdrängt und über ein Loch im Handbeatmungsbeutel in die Umgebungsluft abgegeben. Um eine Rückatmung von CO_2 sicher zu verhindern, muss ein gegenüber dem Atemminutenvolumen des Patienten 2–3-fach höherer Gasfluss eingestellt sein.

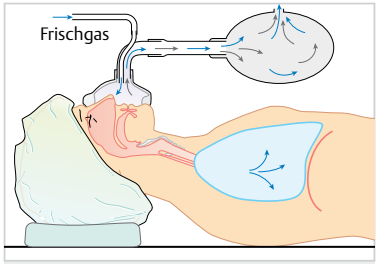


Abb. 36.8 Kuhn-System. Das Kuhn-System ist ein typisches halboffenes System. Das Frischgas wird patientennah zugeführt; eine Rückatmung muss durch einen hohen Frischgasfluss verhindert werden. (Roewer u. Thiel 2013)

▶ **Kuhn-System.** Ein klassischer Vertreter dieser Narkosesysteme ist das Kuhn-System (▶ Abb. 36.8), das mit geringem technischem Aufwand, einfacher Handhabung und geringem Totraum genutzt werden kann. Das Frischgas wird patientennah zugeführt, das exspirierte Gas über ein Loch im Atembeutel in die Umgebungsluft abgeleitet. Eine Rückatmung von CO_2 muss durch einen hohen Flow verhindert werden. Wegen diverser Nachteile (ökonomisch: hoher Verbrauch an Narkosegasen; ökologisch: hohe Arbeitsplatzbelastung und Gesundheitsgefährdung; Sicherheit: mangelnde respiratorische Überwachung) und gleichzeitig wegen neuerer Entwicklungen ist das System aus den deutschen Operationssälen verdrängt worden.

Halbgeschlossenes Narkosesystem

Das halbgeschlossene Narkosesystem gehört zu den sog. Rückatmungssystemen und ist zum Standard in der Anästhesie geworden. Es stellt die Verbindung zwischen Narkoserespirator und Patient dar. Es ist ökonomisch wie ökologisch ausgereifter und verfügt über adäquate respiratorische Überwachungsfunktionen. Alle Anteile des Systems sind quasi kreisförmig angeordnet, sodass man hier auch von einem Kreissystem spricht.

▶ **Partielle Rückatmung.** Ökonomisch vorteilhaft ist, dass ein Teil der Exspirationsluft nach Elimination von CO_2 und nach Zumischung von Frischgasen (Sauerstoff, Inhalationsanästhetika) zum Patienten zurückgeführt wird. Dies wird mit dem Begriff der partiellen Rückatmung bezeichnet. Die zum Patienten zurückkehrende Luft ist von CO_2 vollständig befreit, enthält aber nicht gebrauchtes O_2 und Anteile des verwendeten Inhalationsanästhetikums. Folglich wird im Laufe der Zeit weniger an Inhalationsanästhetikum zugeführt werden müssen. Überschüssiges Narkosegas wird über ein Ventil aus dem System durch eine Absauganlage eliminiert.

Merke

Bei Nutzung des Systems ist zu beachten, dass die angebotene Gasmenge höher sein muss als der Gasverbrauch des Patienten.

Das System ist bis zum heutigen Tag immer weiter ergänzt und optimiert worden. Heute verfügen Narkosegeräte mit einem halbgeschlossenen System über

- Gasdosiereinrichtungen für Sauerstoff, Air und Stickoxydul (Lachgas, N_2O),
- Narkosemittelverdunster (z. B. Vapor) oder -verdampfer,
- ein Kreissystem mit In- und Exspirationsventilen,
- Kohlendioxidabsorber mit Atemkalk,
- Messsysteme für die in- und exspiratorische O_2- und für die CO_2-Konzentration,
- Messsysteme für die Konzentration der Inhalationsanästhetika (in- und exspiratorisch).

Alle modernen Narkosegeräte mit einem halbgeschlossenen Narkosesystem werden mittels zentraler Gasversorgung unterhalten. Einige Narkosegeräte verfügen aus Sicherheitsgründen zusätzlich noch über Reserveflaschen, die täglich in einem Sicherheitscheck geprüft werden müssen.

Praxistipp

Um ein besseres Verständnis für die Funktionsweise von Narkosegeräten mit einem halbgeschlossenen Narkosesystem zu entwickeln, folgt man einfach gedanklich dem Fluss der Gase.

Gasdosierung

Nachdem die Steckkupplungen in der zentralen Gasversorgung arretiert sind, können Gase über das Gasdosiersystem des Narkosegerätes eingestellt werden.

Flowmeter

Mit den am Narkosegerät befindlichen Gasflussmessern wird der Gasfluss von der Gasquelle bis zum Patienten eingestellt. Die Flussmesser für O_2, N_2O und Air

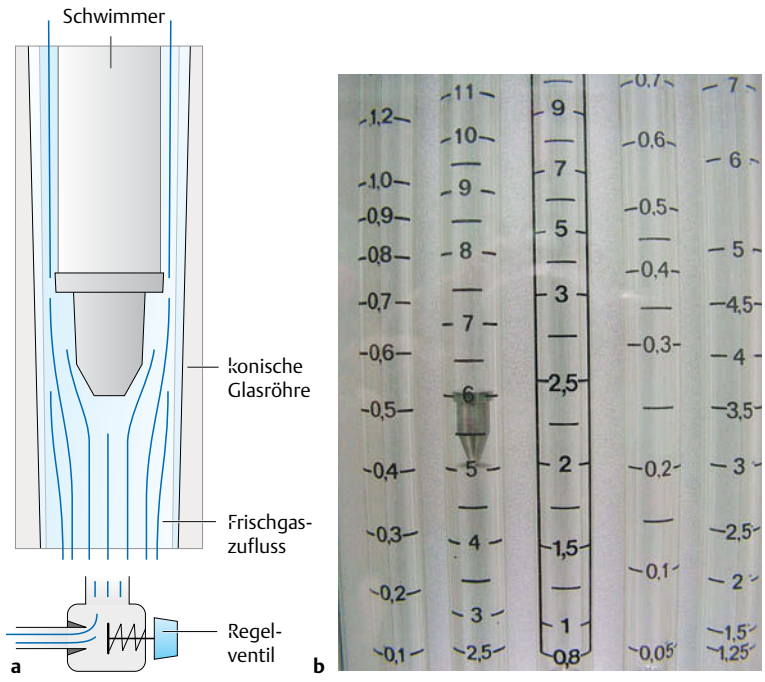


Abb. 36.9 Gasdosiereinrichtung. (D. Stolecki)
a Grafische Darstellung.
b Rotameter mit Schwimmer.

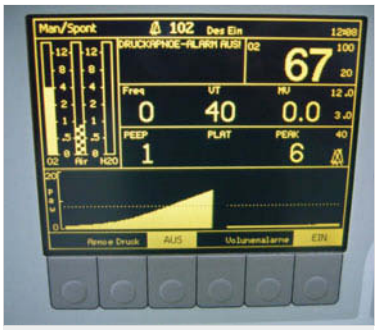


Abb. 36.10 Digitale Rotameter. (D. Stolecki)

Abb. 36.11 Vapor 19.3 mit Quickfil-Anschluss für Sevofluran. (D. Stolecki)

stehen in mechanischer und digitaler Form zur Verfügung und werden auch Flow- oder Rotameter genannt (▶ Abb. 36.9). Befinden sich alle 3 Messröhren nebeneinander, werden sie auch als Rotameterblock bezeichnet.

Jeder mechanische Flowmeter besteht aus einer gasartspezifischen Glasröhre mit einer Graduierung, einem Schwimmer und einem Gasventil. Bei der Einstellung des Gasflusses orientiert man sich am Schwimmer. Nach dem Öffnen des Gasdosierventils hebt sich der Schwimmer, bis die Dosierung eingestellt ist. Am oberen Rand des Schwimmers wird die (Milli-)Literzahl abgelesen. Eine exakte Dosierung ist nur möglich, wenn sich der Schwimmer frei in der Röhre bewegen kann. Die Messgenauigkeit muss im Toleranzbereich von ±10 % des eingestellten Wertes liegen.

Elektronische Gasflussmessung

Zahlreiche Narkosegeräte nehmen eine elektronische Frischgasflussmessung vor. Das Narkosegerät Leon plus der Fa. Heinen-Löwenstein (▶ Abb. 36.2) zeigt die Frischgase in Form von digitalen Rotametern an (▶ Abb. 36.10). Neben einem Balkendiagramm wird der exakt eingestellte Wert auch mittels einer Zahl angezeigt. Andere Narkosegeräte zeigen lediglich einen digitalen Wert des tatsächlichen Gasflusses an.

Narkosemittelverdunster und -verdampfer

Der eingestellte Gasfluss z. B. von Sauerstoff oder Lachgas wird auf dem Weg zum Patienten über sog. Vaporen geleitet. Die Vaporen beinhalten ein Inhalationsanästhetikum, das zur Narkose eingesetzt werden kann. Da Inhalationsanästhetika bei Raumtemperatur flüssig sind, sorgen die Vaporen dafür, dass die Inhalationsanästhetika in den gasförmigen Zustand umgewandelt und mit den Frischgasen zum Patienten transportiert werden. Das gelingt durch unterschiedliche Systeme mittels Verdunstung oder Verdampfung.

Bypass-System

Bei diesem System ist der Vapor ein Oberflächenverdunster, der im Frischgasstrom (O_2, N_2O) integriert ist (▶ Abb. 36.11). Der Oberflächenverdunster besteht aus 2 Kammern. Bei ausgestelltem Narkosemittelverdunster wird das komplette Frischgas am Verdunster vorbei direkt zum Kreissystem geleitet. Bei aktiviertem Verdunster strömt ein Teil des Frischgases in die unten befindliche Verdunsterkammer, wird mit Narkosegas aufgesättigt, vermischt sich hinter der Kammer mit dem Restfrischgas und verlässt das System durch das Auslassventil in Richtung Kreissystem.

Je höher die eingestellte Konzentration am Verdunster gewählt wird, desto größer ist die Aufsättigung des Frischgases (▶ Abb. 36.12).

Merke

Der Sauerstoffbypass wird niemals durch den Vapor geleitet!

Venturi-System

Das Funktionsprinzip dieses Systems entspricht einem Vergaser. Über die sog. Venturidüse reißt der Frischgasfluss Nar-

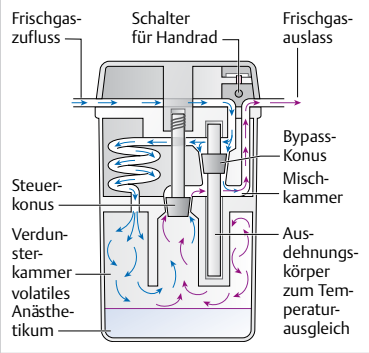


Abb. 36.12 Narkosemittelverdunster (Vapor). (Roewer u. Thiel 2013)

kosemittel mit und zerstäubt dieses zu einem Aerosol, das wiederum dem Frischgas und damit dem Patienten zugeführt wird. Die Einstellung der Konzentration erfolgt durch eine Drosselklappe.

Verdampfer

Von einem Verdampfer spricht man, wenn durch eine exogene Zufuhr von Energie das flüssige Anästhetikum in den gasförmigen Aggregatzustand umgewandelt wird. Ein typisches Beispiel ist der TEC-6-Verdampfer der Fa. GE Healthcare, mit dem über eine elektronische Steuerung die Temperatur in der Verdampferkammer konstant gehalten wird. Dieser speziell für Desfluran entwickelte Verdampfer liefert in Abhängigkeit vom Frischgasfluss genau die gewünschte Menge an Gas. Integrierte LEDs zeigen den jeweiligen Status an: niedriger Füllstand, keine Narkotikagabe, Aufwärmphase, Betriebsbereitschaft (▶ Abb. 36.13).

Abb. 36.13 Elektrisch betriebener Verdampfer. (D. Stolecki)

Einige Vaporen und Verdampfer verfügen über die Besonderheit, dass sie vom Narkosegerät über einen Magnetcode automatisch identifiziert und die eingestellte Narkosegaskonzentration automatisch protokolliert wird.

Anforderungen an Narkosemittelverdunster

Für jedes Anästhetikum wird aufgrund unterschiedlicher MAC-Werte ein spezifischer Verdunster benötigt. Für alle Verdunster gelten bestimmte Anforderungen; sie müssen bei der Verdampfung unabhängig sein

- vom Umgebungsdruck und von Druckschwankungen (Druckkonstanz),
- vom Flow der Frischgase (Flusskonstanz),
- von der Umgebungstemperatur und Temperaturschwankungen (Temperaturkonstanz).

Weder Änderungen von Druck, Gasfluss oder Temperatur dürfen auf die Konzentration des eingestellten Gases Einfluss nehmen. Gleichwohl muss man wissen, dass alle Verdunster jeweils nur für einen definierten Einsatzbereich zugelassen sind, was der jeweiligen Produktinformation zu entnehmen ist.

Zur Vermeidung von Fehldosierungen ist es wichtig zu wissen, dass Vaporen der Baureihe Dräger 19.x nicht über 45° gekippt werden dürfen, da ansonsten flüssige Narkosemittel in Gaskanäle dringen und zu Gasfehldosierungen führen können.

Verdunsterkassetten (z. B. Aladin, DIVA) und Vapor 2000 sind so konstruiert, dass sie auch nach einem Umfallen eine genaue Dosierung garantieren.

Ausschluss von Verwechslungen

Um Verwechslungen auszuschließen, haben die Verdunster, die Inhalationsanästhetika wie auch die Überleitungssysteme für die Inhalationsanästhetika dieselbe Farbe (▶ Abb. 36.14). Darüber hinaus sorgt die Sicherheitsfülleinrichtung (DIN-EN 1280) zum einen dafür, dass das jeweilige Überleitungssystem nur auf die dazugehörige Gasflasche passt (genormte Flaschengewinde) und zum andern, dass das korrespondierende Überleitungssystem durch eine passende Verbindung nur ein Befüllen des jeweiligen Verdunsters ermöglicht (Schlüssel-Schloss-Prinzip).

Abb. 36.14 Inhalatlionsanästhetika mit passendem Überleitsystem. (D. Stolecki)

Tab. 36.3 Farbcodierung und Maximalbegrenzung von Verdunstern und Gasen.

Narkotikum	Farbcodierung	maximale Begrenzung
Isofluran	Violett	8 %
Sevofluran	Gelb	8 %
Desfluran	Blau	18 %

Eine weitere Sicherheit bzgl. der Nutzung von Verdunstern und Verdampfern liegt in der Maximalbegrenzung, die in ▶ Tab. 36.3 zusammen mit der Farbcodierung dargestellt ist.

Um die Sicherheit beim Befüllen von Vaporen gewährleisten zu können, sind Flaschen mit fest verschraubten Überleitsystemen entwickelt worden, die als Quickfil- oder Easyfil-Anschluss bezeichnet werden. Dadurch, dass parallel die Vaporen über ein Rückschlagventil verfügen, sind eine persönliche und eine Raumluftkontamination mit dem flüssigen Gas in den Flaschen ausgeschlossen.

Kreissystem

In den modernen Narkosegeräten befindet sich das Kreissystem in einer nach außen geschlossenen Kassette, die als Steuerkopf bezeichnet wird (▶ Abb. 36.15). Manche dieser Kreissysteme stehen auch als beheizbare Varianten zur Verfügung (z. B. Leon plus, siehe ▶ Abb. 36.2), womit die Atemgasklimatisierung optimiert wird.

Der hier ablaufende Prozess des Gasflusses lässt sich analog zur ▶ Abb. 36.16 erklären. Der am Narkosegerät eingestellte Gasfluss mündet nach dem Durchlaufen des Verdunsters im Kreissystem. Bedingt durch In- und Exspirationsventile fließen die Gase in einer definierten Richtung sozusagen im Kreis.

Abb. 36.15 Kreissystem als Steuerkopf mit APL-Ventil. (D. Stolecki)

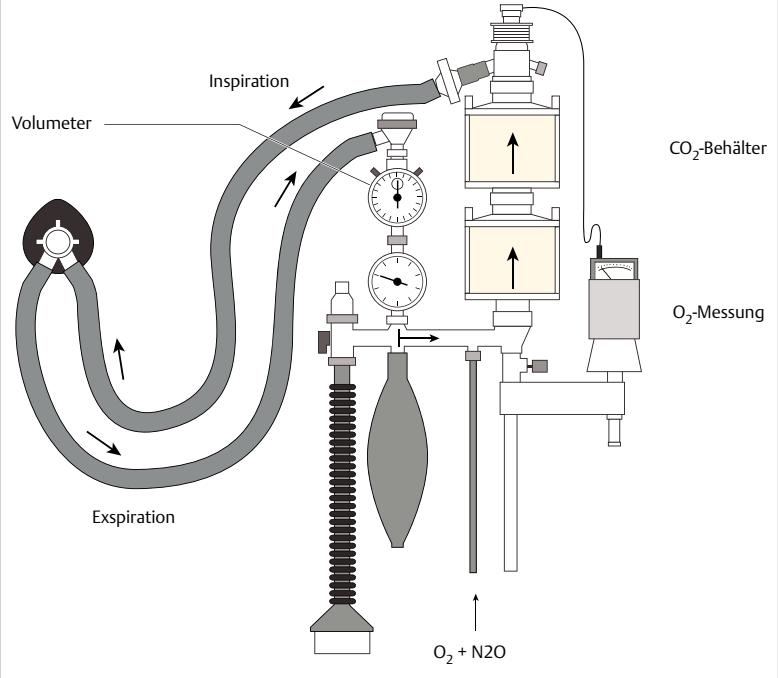


Abb. 36.16 Gasfluss in einem Kreissystem.

Die Inspirationsluft wird über den Inspirationsschenkel des Atemsystems durch den Atemkalkbehälter (CO_2-Absorber) zum Patienten fortgeführt. Nach beendigter Inspiration gelangt die Exspirationsluft des Patienten über den Exspirationsschlauch wieder in das Kreissystem. Hier angekommen, vermischt sich die Exspirationsluft mit neuen Frischgasen und wird dann wieder nach Befreiung von CO_2 dem Patienten zugeführt.

APL-Ventil

Am Kreissystem befindet sich ein APL-Ventil (Adjustable-Pressure-Limiting), mit dem einerseits eine Drucklimitierung erzielt (▶ Abb. 36.17), andererseits die Spontanatmung des Patienten ermöglicht wird. Wird der eingestellte Maximaldruck erreicht, entweicht Gas und Druck über dieses Ventil in die Narkosegasabsauganlage. In dieser Einstellung ist sowohl die maschinelle als auch die manuelle Beatmung möglich.

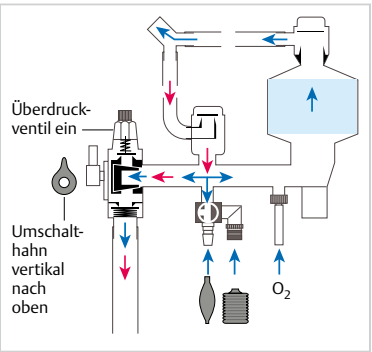


Abb. 36.17 Gasfluss bei Drucklimitierung.

Differenzierung von Kreissystemen

Kreissysteme gibt es mit und ohne Frischgasentkoppelung, wobei Kreissysteme ohne Frischgasentkoppelung kaum noch zu finden sind. Dennoch ist es für das Verständnis der technischen Entwicklung sinnvoll, darauf zu schauen.

Bei Geräten ohne Frischgasentkoppelung wird kontinuierlich Frischgas (O_2/N_2O) während der In- und Exspiration in das Kreissystem geleitet wird. Damit addiert sich zu jedem Tidalvolumen, das der Patient durch die Beatmung erhält, mit jeder Inspiration auch der eingestellte Frischgasfluss (VF), was insgesamt zu einer Erhöhung des Atemminutenvolumens (AMV) führt. Wählt man einen höheren Frischgasfluss, erhöht sich damit das AMV. Reduziert man den Frischgasfluss, reduziert sich demnach auch das AMV

▶ **Anpassung des Frischgasflusses.** Diese Unregelmäßigkeit ist durch die Frischgasentkoppelung eingestellt.

Durch ein atemphasensynchron angesteuertes Ventil wird der Frischgasstrom in den Handbeatmungsbeutel umgeleitet. Aus diesem Reservoir wird während der Exspirationsphase Luft in den Faltenbalg des Ventilators geleitet. Gleichzeitig strömt ausgeatmete Luft zusammen mit exspiratorisch fließendem Frischgas in den Faltenbalg. Dieses Volumen bildet das maschinelle Tidalvolumen. Andere Geräte verfügen über eine elektronisch geregelte Anpassung des Frischgasflusses. Durch kontinuierliche Messungen des Inspirationsvolumens wird nur so lange Frischgas eingelassen, bis das AMV erreicht ist.

Kohlendioxidabsorption

Damit es bei der partiellen Rückatmung von Narkosegasen nicht zu einem gefährlichen Anstieg von Kohlendioxid kommt, ist im Inspirationsschenkel ein Behälter (Absorber) mit Atemkalk integriert.

Atemkalk

Atemkalk ist ein weißes Granulat und besteht in Europa zumeist aus kaliumhydroxidfreiem Natriumkalk oder aus Kalziumhydroxidkalk. Die Absorptionskapazität beider Arten differiert um ca. 30 %. Unter idealen Konditionen können 100 g Atemkalk ca. 26 l CO_2 aus der Exspirationsluft des Patienten binden. Um die steigende Aufsättigung des Atemkalks mit CO_2 zu erkennen, ist ein Farbindikator (Ethylviolett) hinzugefügt. Je mehr CO_2 aufgenommen wird, desto mehr verfärbt sich der Kalk nach blau-violett (▶ Abb. 36.18).

Bei der Absorption kommt es zu einer exothermen chemischen Reaktion, wobei Wärme und Feuchtigkeit entstehen und damit der Absorber mit dem Atemkalk sekundär auch für eine Klimatisierung der Atemgase sorgt.

Die Nutzung des Atemkalks ist von verschiedenen Faktoren abhängig:

- Beschaffenheit des Atemkalks (rund oder gebrochen)
- CO_2-Produktion des Patienten
- Frischgasfluss
- Füllungszustand (Schüttdichte) des Absorbers

Abb. 36.18 Im unteren Drittel zeigt sich deutlich verfärbter Atemkalk. (D. Stolecki)

Regeln im Umgang mit Absorber und Atemkalk

Eine violette Verfärbung des Atemkalks weist auf die Sättigung mit CO2 hin und verlangt einen Wechsel des Kalks bzw. des gesamten Absorbers. Um eine längere Narkosedauer zu ermöglichen, sind inzwischen die meisten Narkosegeräte mit größeren Absorbern mit bis zu 2 l Fassungsvermögen ausgestattet. Da die alleinige Beobachtung einer Verfärbung unsicher ist, wird der tatsächliche CO2-Gehalt im Atemgas gemessen.

Licht- und UV-Einstrahlung wirken auf den Farbumschlag ein, womit eine exakte Beurteilung des Zustandes des Atemkalks nicht möglich ist. Atemkalk, der am Ende der letzten Narkose stark violett verfärbt war, kann am nächsten Morgen wieder völlig normal aussehen, verfärbt sich dann aber bei der nächsten Narkose rapide. Folglich sollte Atemkalk regelmäßig gewechselt und der Absorber mit Datum der Neubefüllung versehen werden.

Merke

Ist der Absorber frisch aufgefüllt worden und es kommt bei laufender Narkose dennoch zu einem schnellen Farbumschlag, muss man immer auch an eine maligne Hyperthermie (MH) (S. 726) beim Patienten denken!

Praxistipp

Sollten Sie einen sehr schnellen Farbumschlag feststellen, fassen Sie den Absorber an – er wäre bei einer MH sehr warm! Beachten Sie gleichzeitig die Kapnografie und Kapnometrie – bei einer MH steigt der Wert fulminant!

Ein sofortiger Absorberwechsel ist erforderlich, wenn

- der Farbumschlag ca. ⅔ der Füllhöhe des Absorbers erreicht,
- die inspiratorische CO_2-Konzentration auf 7 mmHg oder 1 Vol% angestiegen ist.

Zur Vermeidung einer Austrocknung des Atemkalks müssen am Ende des OP-Tages die Gase abgestellt und die Steckkupplungen (O_2/N_2O) gezogen werden, da sonst ein Minimalfluss zur Austrocknung beitragen kann. Trockener Atemkalk minimiert die Absorptionseigenschaften, sodass ein schnellerer Wechsel erforderlich ist und die Kosten steigen würden.

Je nach Hersteller reagiert trockener Atemkalk mit Inhalationsanästhetika und bildet Methanol, Formaldehyd sowie Kohlenmonoxid. In Verbindung mit Sevofluran entstehen die Stoffe Compound A-E als Abbauprodukt von Sevofluran. Compound A ist tierexperimentell nephrotoxisch. Beim Menschen spielt das keine Rolle.

Bei längerer Nichtnutzung eines Gerätes sollte der Absorber entfernt und mit dafür vorgesehenen Verschlusskappen versehen werden. Um einen sicheren Umgang mit Atemkalk zu gewährleisten, muss auf den Verpackungseinheiten das Verfallsdatum beachtet werden.

Messungen im Kreissystem

Kohlendioxid

Um einen möglichen Anstieg des p_aCO_2 zu erkennen, wird der CO_2-Wert kontinuierlich endexspiratorisch via Infrarotabsorption gemessen. Dazu stehen Haupt- und Nebenstromanalysatoren zur Verfügung.

▶ **Hauptstromanalyse.** Bei der Hauptstromanalyse ist der Sensor patientennah im Atemsystem integriert und liefert schnell Messwerte. Der Nachteil dieses Systems liegt in der häufigen und schnellen Verschmutzung des Sensors (Sekret, Feuchtigkeit im Atemsystem).

▶ **Nebenstromanalyse.** Bei der Nebenstromanalyse wird aus dem Atemsystem eine gewisse Menge Gas zu einem Analysator außerhalb des Patientensystems geleitet. Nach Ermittlung des CO_2 wird das entnommene Volumen wieder in das Atemsystem zurückgeführt (▶ Abb. 36.19).

Merke

Bei Kindernarkosen ist am Narkoserespirator eine Umstellung auf eine kleinere Entnahmemenge erforderlich.

Abb. 36.19 CO_2-Messung im Nebenstromverfahren. (D. Stolecki)

Sauerstoffkonzentration

Die Messung der Sauerstoffkonzentration ist für den Patienten von essenzieller Bedeutung, da eine Hypoxie frühzeitig erkannt und behoben werden muss. Die zur Verfügung stehenden unterschiedlichen Messverfahren werden ***inspiratorisch*** vorgenommen. Das beinhaltet vor Inbetriebnahme des Narkosegerätes in jedem Falle eine Kalibration des Sensors, was einerseits automatisch über einen Selbsttest erfolgt, andererseits an einigen Geräten manuell vorgenommen werden muss (z. B. Narkosegerät Fabius, siehe ▶ Abb. 36.21). Fällt die Konzentration unter den eingestellten Alarmwert, ertönt ein akustisches Warnsignal.

Beatmungsparameter

Im Gegensatz zur O_2-Konzentrationsmessung werden alle anderen Parameter im Exspirationsschenkel des Kreissystems gemessen. Hierzu gehören:

- Tidalvolumen
- Atemminutenvolumen
- Beatmungsdrücke (Pmax, Plateau, PEEP)

Um exakte Messparameter zu erhalten, muss auch hier vor Inbetriebnahme des Narkosegerätes eine Kalibration erfolgen, was in den meisten Narkosegeräten via Selbsttest erfolgt. Bei einigen Geräten geschieht auch das manuell, wozu am Narkosegerät die Taste Kalibration gedrückt werden muss. Nach Durchführung der Kalibration erscheint im Display „Kalibration beendet".

Konzentration der Inhalationsanästhetika

Ebenso wie CO_2 wird auch das Inhalationsanästhetikum im Atemgas via Nebenstromverfahren über Infrarot ermittelt. Da es zur partiellen Rückatmung von Inhalationsanästhetika kommt, ist diese Messung im Sinne der Sicherheit unverzichtbar geworden.

Alle beschriebenen Messungen sind als sicherheitstechnische Anforderung nach DIN-EN 740 vorgeschrieben.

Sicherheitstechnische Anforderungen nach DIN-EN 740 (CE-Kennzeichnung)

Im Rahmen der Qualitätssicherung sind zur Gewährleistung der Sicherheit des Patienten während einer Narkose eine Reihe von sicherheitstechnischen Ausstattungen zum Standard geworden:

- Stromausfallsignal
- Sauerstoffmangelsignal
- Sauerstoffverhältnisregelung
- Sauerstoffbypass

Stromausfallsignal

Da Narkosegeräte elektrisch betrieben sind, ist für den Fall eines Stromausfalls ein akustischer Alarm integriert (Piepton).

Sauerstoffmangelsignal

Auch für den Fall, dass es zu einem Ausfall der Sauerstoffversorgung im Hochdrucksystem kommt, ist in den Narkosegräten ein akustisches Warnsignal eingebaut worden. Bei Unterschreitung eines definierten Druckes in der O_2-Zuleitung ertönt stromunabhängig ein Pfeifton.

Sauerstoffverhältnisregelung (ORC)

Um eine versehentliche Fehldosierung und eine Lachgasdiffusionshypoxie zu vermeiden, sind Sauerstoff- und Lachgasventile derart gesteuert, dass eine reine Lachgasdosierung nicht möglich ist, wenn nicht zeitgleich auch Sauerstoff gegeben wird. Eine Unterschreitung der inspiratorischen Sauerstoffkonzentration < 21 % ist folglich nicht möglich. Alle modernen Geräte verfügen über diese Verhältnisregelung mit der Bezeichnung „ORC“ (Oxygen Ratio Control) bzw. „S-ORC“ (sensitiv). Auch bei einem sehr geringen O_2-Flow < 0,2 l/min wird Lachgas automatisch unterbrochen. Insofern existiert eine Lachgassperre.

Ältere Geräte sind ggf. nicht mit einer Lachgassperre ausgestattet, sodass eine erhöhte Vorsicht geboten ist.

Eine zweite Form der Lachgassperre ist über den Druck in der zentralen Gasversorgung gegeben. Fällt der Druck für O_2 unter 1,0 bar, wird eine Beatmung mit reinem Lachgas verhindert.

Merke

Da, wo Lachgas noch genutzt wird, muss vor Inbetriebnahme des Narkosegerätes auch die Lachgassperre als Verhältnisregelung geprüft werden. Dazu dreht man das Ventil für Lachgas auf, ohne Sauerstoff beizufügen. Bei intakter Sperre ist das alleinige Anfluten von Lachgas nicht möglich.

Sauerstoffbypass

An jedem Narkosegerät befindet sich ein Bypass für Sauerstoff, mit dem schnell 25–75 l O_2 (gerätespezifisch) in das Narkosesystem unter Umgehung des Vapors eingespeist werden können. Die Funktion ist vor Inbetriebnahme zu prüfen.

Abb. 36.20 Narkosegerät ZEUS (Fa. Dräger) mit DIVA-Vaporkassetten.

Geschlossene Narkosesysteme

Auch bei einem geschlossenen Narkosesystem findet sich ein Kreissystem. Im Gegensatz zum halbgeschlossenen wird hier die gesamte Exspirationsluft nach Elimination von CO_2 zum Patienten zurückgeführt. Über eine Mikroprozessorsteuerung wird gemessen, wie viel Gas der Patient tatsächlich aufnimmt und nur die Differenz zum noch kreisenden Anteil der Gase eingespeist. Sicher gestellt sein muss ein Sauerstoffffluss von mind. 250–300 ml, um den Verbrauch eines Erwachsenen decken zu können.

Das System bietet die Vorteile eines niedrigen Gasverbrauchs, einer sehr niedrigen Umweltbelastung und einer idealen Atemgasklimatisierung. Durch den hohen technischen Aufwand ist es allerdings sehr teuer und von daher nur wenig in den OP-Sälen zu finden. Ein Vertreter dieses Systems ist das Gerät „Zeus“ von der Fa. Dräger (▶ Abb. 36.20).

Beatmungsverfahren mit Narkoserespiratoren

Angepasst an die auf der Intensivstation genutzten Beatmungsmodi stehen neben volumenkontrollierten auch druckkontrollierte, zeitgesteuerte Verfahren zur Verfügung. Augmentierende Modi wie SIMV sind sowohl unter Volumen-Zeit- als auch Druck-Zeit-gesteuerten Verfahren gerätespezifisch möglich. Hinzu gesellen sich Beatmungsformen zur druckunterstützten Spontanatmung wie PSV oder ASB.

36.3 Inbetriebnahme des Narkosearbeitsplatzes

Neben der Vorbereitung des erforderlichen Zubehörs zur Narkose, wie Material zur Intubation und Venenpunktion, gehört auch die Überprüfung des Monitorings und des Narkosegerätes zu den täglichen Aufgaben. Allen Anwendern muss deutlich sein, dass die Prüfung der Funktionsfähigkeit und des ordnungsgemäßen Gerätezustands vor Anwendung im § 2 Abs. 5 MPBetreibV (Medizinprodukte-betreiberverordnung) verbindlich vorgeschrieben ist. Das beinhaltet auch die Tatsache, dass gemäß des Medizinproduktegesetzes (MPG) nur diejenigen das Narkosegerät bedienen dürfen, die darin auch unterwiesen sind (§ 5 Abs. 1 und 2 MPBetreibV).

36.3.1 Check des Narkosegerätes

Die Inbetriebnahme eines Narkosegerätes sollte gemäß der Deutschen Gesellschaft für Anästhesie und Intensivmedizin (DGAI) nach einer Checkliste erfolgen.

Maßnahmen nach Checkliste

Die Funktionsprüfung beinhaltet folgende Schritte:

- Ordnungsgemäßen Zustand des Gerätes (korrekter und vollständiger Aufbau, hygienische Sauberkeit, keine erkennbaren äußeren Schäden, Prüfsiegel regelmäßiger technischer Kontrollen) per Sicht prüfen.
- Vorhandensein und Funktion eines separaten Handbeatmungsbeutels überprüfen.
- Anschluss an die Strom- und Gasversorgung kontrollieren.
- Anschluss an die Anästhesiegasfortleitung kontrollieren.
- Bei möglichen Gasreserveflaschen den Füllzustand via Druckanzeige prüfen.
- Korrekten Anschluss der Probengasleitung überprüfen.
- Narkosegerät (evtl. alle Einzelmodule) und Monitorsysteme einschalten.
- Funktion des O_2-Flushs überprüfen.
- Verdampfer bzgl. des Füllungszustands, des korrekten Sitzes, der Nullstellung und evtl. den elektrischen Anschluss kontrollieren.
- CO_2-Absorber überprüfen (Befülldatum, Farbveränderungen).

Automatischer Gerätecheck

Der am jeweiligen Gerät erforderliche automatische Gerätecheck geht einher mit einer korrekten Befolgung der geforderten Prüfschritte. Der Selbsttest beinhaltet eine Kontrolle des Ventilatormoduls mit Prüfung von Volumen- und Druck-Modus, CPAP/PEEP, der Dichtigkeit, eine Prüfung der Mischgasdosierung und des Atemwegsmonitorings. Beim Zeus wird eine Kontrolle der quantitativen Anästhesie sowie der DIVA-Kassetten ergänzt. Nach dem Start der Selbsttests des Narkosegerätes kann parallel die Prüfung von Überwachungsgeräten, der Bronchusabsaugung und weiterem Zubehör erfolgen. Nach dem Selbsttest werden die Testergebnisse geprüft. Bestehen keine Fehler, kann das Gerät in Betrieb genommen werden. Sind Fehlerhinweise gegeben, so darf das Narkosegerät erst nach der Sanierung der Fehler frei gegeben werden.

Manueller Gerätecheck

Am Beispiel des Narkosegerätes Fabius lässt sich die manuelle Prüfung gut erklären.

▸ **Systemtest.** Nach Anschluss an die Strom- und Gasversorgung erfolgt zunächst ein manuell zu startender Systemtest, wozu unter dem Display die dazugehörige Taste bedient wird.

▸ **Kalibration.** Danach erfolgt die Kalibration des Flowsensors. Dazu wird ein Schlauch vom Kreisteil entfernt und die Taste „Kalibration" am Narkosegerät gedrückt. Nach Vollendung zeigt das Gerät an: „Kalibration beendet". Es folgt die Kalibration des O_2-Sensors (▸ Abb. 36.21). Bei Geräten mit externer O_2-Kapsel muss eine manuelle Kalibration bei 21 % und 100 % Sauerstoff erfolgen. Dazu zieht man den Sensor vom Kreisteil ab, sodass der Kontakt zur Raumluft hergestellt ist. Nach beendeter Kalibration zeigt das Display an: „O_2-Sensor-Kalibration abgeschlossen. O_2-Sensor wieder einsetzen". Bei Geräten mit elektromagnetischen O_2-Zellen erfolgt die Kalibration automatisch.

Abb. 36.21 O_2-Kalibration. (D. Stolecki)

▸ **Leckagetest.** Abschließend nimmt das Narkosegerät einen Leckagetest vor, wenn die Taste dazu gedrückt wird. Das Display zeigt nach dem Leck-/Compliancetest die tatsächliche Milliliterzahl an, die jederzeit in der Historie des Gerätes (auch nach Tagen) abgerufen werden kann.

Merke

Diese Tests sind von elementarer Bedeutung, da sichergestellt werden muss, dass keine Gase oder nur die vom Hersteller zugelassene Menge aus dem Narkosesystem entweicht. Parallel müssen die später ermittelten Werte des Atemwegsmonitorings exakt sein.

Ehe das Gerät in Betrieb genommen wird, ist wie bei allen anderen sich automatisch testenden Geräten

- eine Sichtprüfung vorzunehmen,
- die Sauerstoffverhältnisregelung zu prüfen,
- die Funktion des APL-Ventiles sowie des O_2-Flush zu testen.

Mit der Überprüfung der Bronchusabsaugung endet der manuelle Check, womit das Narkosegerät in Betrieb genommen werden kann.

36.3.2 Weitere Funktionskontrollen

Sekretabsaugung

Zu jedem Narkosegerät gehört unabdingbar eine Sekretabsaugung, die ebenfalls auf Funktionstüchtigkeit überprüft werden muss. Der Sog kann dabei variabel zwischen 0,1 und 1,0 bar eingestellt werden. Die Höhe des Sogs wird von der Art der Absaugung bestimmt. Für den Einsatz der Sekretabsaugung bei einer Rapid-Sequence Induction (S. 707) empfiehlt sich ein maximaler Sog zur Reduktion der Aspirationsgefahr. Analog sind ausreichend Absaugkatheter in allen gewünschten Größen vorzuhalten.

Handbeatmungsbeutel

Jedes Narkosegerät darf nur bei Vorhandensein eines funktionstüchtigen, sich selbst füllenden Handbeatmungsbeutels in Betrieb genommen werden. Bei der Überprüfung muss daher nicht nur kontrolliert werden, ob ein Handbeatmungsbeutel vorhanden ist, sondern dieser auch einer Funktionsprüfung unterzogen werden. Das kann z. B. während des Selbsttests des Narkosegerätes erfolgen.

36.4 Leseservice

36.4.1 Literatur

Baum J. Sicherheitsanforderungen, Geräte und Systeme. In: Kochs E et al., Hrsg. Anästhesiologie. Stuttgart: Thieme; 2001

Benzing A, Loop T. Anästhesie 65 plus. Patientensicherheit erhöhen – perioperative Komplikationen verringern. Köln: Deutscher Ärzteverlag; 2009

Braun R, Jahn UR, Wittenberg G. Facharztprüfung Anästhesie – 1000 kommentierte Prüfungsfragen. 4. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2011

Deutsche Gesellschaft für Anästhesie und Intensivmedizin. Mindestanforderungen an den anästhesiologischen Arbeitsplatz. Anästh Intensivmed 2013; 54: 39–42

Deutsche Gesellschaft für Anästhesie und Intensivmedizin. Funktionsprüfung des Narkosegerätes bei geplantem Betriebsbeginn, bei Patientenwechsel im laufenden Betrieb und im Notfall. Im Internet: http://www.dgai.de/publikationen/vereinbarungen; Stand: 29.09.2014

Dörges V, Byhahn C, Krier C. Atemwegsmanagement. Stuttgart: Thieme; 2009

Heck M, Fresenius M. Klinikmanual Anästhesie. Berlin: Springer; 2008

Heck M, Fresenius M. Repetitorium Anästhesie. 6. Aufl. Berlin: Springer; 2010

Knipfer E, Kochs E, Durchdenwald G. Klinikleitfaden Anästhesiepflege. 2. Aufl. München: Elsevier; 2006

Kochs E, Adams HA, Spies C. Anästhesiologie. 2. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2008

Kretz FS, Schäffer J. Anästhesie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie. 5. Aufl. Berlin: Springer; 2008

Larsen R. Praxisbuch Anästhesie. München: Elsevier; 2009

Larsen R. Anästhesie. 10. Aufl. München: Elsevier; 2012

Roewer N, Thiel H. Taschenatlas der Anästhesie. 5. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2013

Roewer N, Thiel H, Wunder C. Anästhesie compact: Leitfaden für die klinische Praxis. 4. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2012

Roissant R, Werner C, Zwissler B. Die Anästhesiologie. 2. Aufl. Berlin: Springer; 2008

Schmucker P. Geräte – Mindestanforderungen für den anästhesiologischen Arbeitsplatz. In: Kochs E et al., Hrsg. Anästhesiologie. Stuttgart: Thieme; 2001: 458

Schäfer R, Söding P: Klinikleitfaden Anästhesie. 6. Aufl. München: Elsevier; 2010

Schulte am Esch J, Bause HW, Kochs E, Scholz J, Standl T, Werner C. Anästhesie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie. MLP Duale Reihe. 4. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2011

Spies C, Kastrup M, Kerner T, Melzer-Gartzke C, Zieleke H, Kox W. SOPs in Anästhesiologie und Schmerztherapie. Stuttgart: Thieme; 2013

Striebel HW. Anästhesie, Intensivmedizin, Notfallmedizin. Für Studium und Ausbildung. 8. Aufl. Stuttgart: Schattauer; 2013

Schüttler J, Neglein J, Bremer F. Checkliste Anästhesie. Stuttgart: Thieme; 2000

Taeger K. Grundlagen der Anästhesiologie und Intensivmedizin für Fachpflegepersonal. Band II – allgemeine und spezielle Anästhesie, Intensivmedizin. 4. Aufl. Wiesbaden: Wissenschaftliche Verlagsabteilung Abbott GmbH; 2002

Tonner PH, Hein L. Pharmakotherapie in der Anästhesie und Intensivmedizin. Grundlagen und klinische Konzepte. Heidelberg: Springer; 2011

Zwißler B et al. Inhalationsanästhetika und CO2-Absorber – zur Problematik des trockenen Atemkalks. In: Anästh Intensivmed. 1998; 39: 7

Kapitel 37

Vorbereitung und Narkoseeinleitung des Patienten im OP

37.1 Vorbereitung des Anästhesiearbeitsplatzes *702*

37.2 Übernahme des Patienten in den OP *702*

37.3 Vorbereitungen zur Narkoseeinleitung am Beispiel der Allgemeinanästhesie *703*

37.4 Assistenz bei der Narkoseeinleitung für eine Allgemeinanästhesie *705*

37.5 Leseservice *710*

37 Vorbereitung und Narkoseeinleitung des Patienten im OP

Nicole Diekmann

37.1 Vorbereitung des Anästhesiearbeitsplatzes

Voraussetzung jeder Narkoseeinleitung ist die vollständige Vorbereitung und Überprüfung des Narkosearbeitsplatzes, die zu den Aufgaben der Pflegenden in der Anästhesie zählen. Neben der allgemeinen Vorbereitung des Anästhesiearbeitsplatzes, die in Kap. „Narkosearbeitsplatz" (S. 688) dargestellt ist, wird der Arbeitsplatz patientenbezogen und auf den operativen Eingriff abgestimmt vorbereitet. In vielen operativen Einheiten können die dazu benötigten Informationen mithilfe eines digitalen OP-Plans ermittelt werden:

- Name, Alter und Geschlecht des Patienten
- präoperative Station
- operativer Eingriff (Operateur, geplante OP-Dauer)
- geplantes Anästhesieverfahren (Anästhesist)
- notwendige individuelle Vorbereitungen des Patienten (aufgrund der Prämedikationsvisite)

► **Standard operating Procedures (SOP).** Zusätzlich arbeiten viele Kliniken für Anästhesie/Anästhesieabteilungen mit internen SOPs (Standard operating Procedures). Dies sind Arbeitsanweisungen für anästhesiologische Verfahren bzw. das anästhesiologische Vorgehen bei verschiedenen OP-Verfahren. Sie enthalten für die Vorbereitung des Anästhesiearbeitsplatzes bindende Informationen.

Sind die Vorbereitungen getroffen, bestellen die Pflegenden in der Anästhesie nach Rücksprache mit dem verantwortlichen Anästhesisten den Patient von der Pflegestation.

37.2 Übernahme des Patienten in den OP

Die Übernahme des Patienten in der OP-Schleuse erfolgt in vielen Operationseinheiten durch speziell für das Schleusen eingesetztes Personal oder durch das OP- oder Anästhesiepersonal. Im Sinne der Patientenorientierung ist der Empfang des Patienten in der Schleuse durch die Anästhesiepflegeperson wünschenswert, somit wäre die Anwesenheit einer Bezugsperson von der Ankunft des Patienten im OP bis zur Narkoseeinleitung gewährleistet.

Aus der Sicht des Patienten stellt die Aufnahme im OP eine nicht zu unterschätzende Ausnahmesituation dar, die mit Unsicherheit und Ängsten besetzt sein kann. Die Situation setzt aufseiten des Personals ein hohes Einfühlungsvermögen und Sicherheit vermittelndes sowie Kompetenz ausstrahlendes Vorgehen voraus. Häufig liegt der Patient flach im Bett und ist mit einem Krankenhaushemd bekleidet. Er hat u. U. alle persönlichen und für ihn wichtigen Hilfsmittel, wie Hörgerät, Brille oder Zahnprothese, abgelegt. Dies kann neben der Beeinträchtigung seiner Wahrnehmung durch die Prämedikation auch zu Einschränkungen im Sprechen, Hören oder Sehen führen und ein verstärktes Schamgefühl auslösen. Um die Kommunikation nicht zusätzlich zu erschweren, sollte das Gesichtsfeld der betreuenden Pflegeperson in dieser Phase nicht durch eine OP-Maske verdeckt sein.

Die Übernahme des Patienten sollte ohne zeitliche Verzögerung vonstatten gehen, sodass die in ► Abb. 37.1 aufgeführten Arbeitsschritte teilweise während des Einschleusens, d. h. während der Umlagerung des Patienten auf den OP-Tisch, erfolgen. Es wird darauf geachtet, dass dem Patienten, zur zweifelsfreien Sicherung seiner Identität, auf der Station ein Patientenarmband angelegt wurde.

Je nach Zustand des Patienten bestehen mehrere Möglichkeiten des Einschleusens:

- Der Patient begibt sich ohne fremde Hilfe vom Bett aus auf den OP-Tisch.
- Der Patient wird mit Hilfsmitteln (z. B. Trageschaufeln, Rollbrett) auf den OP-Tisch umgelagert (► Abb. 37.2).
- Der Patient wird mittels technischer Umbettvorrichtung (z. B. Lift- oder Roll-System) auf den OP-Tisch transferiert.

Während der Umlagerung ist darauf zu achten, dass die Intimsphäre des Patienten gewahrt bleibt. Der Transfer sollte vor den Blicken Unbeteiligter geschützt und mit ruhigen und klaren Anweisungen an den Patienten erfolgen.

Abb. 37.2 Patiententransfer auf den OP-Tisch mittels Rollbrett.

Beziehung aufbauen, Vertrauen schaffen, Identität sichern

- Patienten begrüßen und eigene Person vorstellen
- Namen und Geburtsdatum erfragen, mit OP-Plan und Unterlagen vergleichen
- kurzes Gespräch über Prämedikation und Wirkung, OP-Erfahrungen u.a.

→ dem Patienten weiteres Vorgehen erklären!

Information zum Zustand des Patienten sammeln

- Übergabe von der Pflegestation:
  Nennung der Pflegeprobleme und körperlichen Einschränkungen
  gezielte anästhesierelevante Fragen möglich!
- medizinische Anamnese aus dem Prämedikationsprotokoll
- körperlicher Zustand während der Umlagerung auf den OP-Tisch kontrollieren:
  Vigilanz, Neurologie, Hautzustand, dekubitusgefährdete Bezirke, besonders bei immobilen Patienten

Vollständigkeit der Patientenakte und Unterlagen überprüfen

- Stationsdokumentation, Patientenaufkleber, alte Akte
- Anästhesieprotokoll und Einverständniserklärung
- Laborkurve, Blutgruppenschein, Röntgenbilder, EKG (Nachforderungen im Prämedikationsprotokoll beachten)

→ fehlende Unterlagen können direkt angefordert werden!

Patientenvorbereitung für die Anästhesie kontrollieren

- nach letzter Nahrungsaufnahme und Tabakkonsum fragen:
  Karenz > 6 Stunden (Erwachsene)

→ bei < 6 Stunden sollte eine elektive Operation verschoben werden!

- Prämedikation:
  Medikament, Zeitpunkt, Wirkung
- Zahnprothese, Hörgerät, Kontaktlinsen, Brille, eigene Wäsche, Schmuck und Nagellack entfernt?

→ können direkt mit auf die Station gegeben werden

- bei Bedarf nach bestellten Blutkonserven fragen oder später in der Blutbank anrufen
- Richtigkeit der geplanten Operation prüfen und OP-Gebiet absichern
  (richtige Seite der Extremität!)

Abb. 37.1 Inhaltlicher Ablauf bei Übernahme und Einschleusen des Patienten. Dieses Vorgehen ermöglicht gerade bei fehlender präoperativer pflegerischer Visite eine Übergabe der Station und sichert eine lückenlose Informationsweitergabe.

Merke

Bei allen Verfahren ist zu beachten, dass Bett und OP-Tisch auf das gleiche Niveau eingestellt werden und soweit wie möglich ohne Lücke nebeneinander stehen. Die Bremsen müssen festgesetzt sein.

Sobald der Patient auf dem OP-Tisch liegt, wird er mit einem angewärmten OP-Tuch zugedeckt, unter dem er sein Klinikhemd ausziehen kann. So wird eine Entblößung sicher vermieden. Die Arme werden entweder auf Armstützen, die eng an den Tisch gestellt sind, oder direkt neben dem Körper gelagert. Mit Zustimmung des Patienten wird ein Hüftgurt angelegt. Die Haare werden mit einer Haube bedeckt.

► **Holding-Areas.** In einigen Kliniken haben sich aus Gründen der Prozessoptimierung Holding- Areas im OP-nahen Bereich etabliert. Die Patienten bekommen dort z. B. das Monitoring und einen peripher-venösen Zugang angelegt, bevor sie in den OP eingeschleust werden.

37.2.1 Der besondere Fall

Ein Patient, der starke Schmerzen hat, bedarf einer besonderen Vorgehensweise des Einschleusens. Es ist möglich, dass im Vorfeld eine periphervenöse Kanüle gelegt wird, über die der Anästhesist ein Schmerzmittel (z. B. ein Opioid) verabreicht. Je nach Patientenzustand kann es indiziert sein, die Narkoseeinleitung im Bett (z. B. im angrenzenden Aufwachraum) durchzuführen und den Patienten anschließend auf den OP-Tisch zu schleusen.

Eine weitere Ausnahme bilden Patienten mit instabilen Knochenfrakturen, insbesondere Wirbelsäulenverletzungen. Sie sollten mithilfe des zuständigen Chirurgen unter Stabilisierung der Fraktur auf den OP-Tisch umgelagert werden.

37.3 Vorbereitungen zur Narkoseeinleitung am Beispiel der Allgemeinanästhesie

37.3.1 Vorbereitung des Patienten

Der Patient wird auf dem OP-Tisch liegend in den Einleitungsraum oder direkt in den Operationssaal transportiert. Hier wird das Standardmonitoring angeschlossen und eine periphervenöse Kanüle gelegt. In dieser Situation ist von allen Anwesenden ein koordiniertes und ruhiges, sich an den Bedürfnissen des Patienten orientierendes Arbeiten gefordert. Dem Patienten werden während der Behandlung die Maßnahmen angemessen erklärt. Abhängig vom Zustand des Patienten und der Dauer der Vorbereitungen kann der Anästhesist ein Sedativum anordnen.

Merke

Erhält der Patient zur Anästhesievorbereitung in der Einleitung ein Sedativum intravenös injiziert, beobachtet die Pflegeperson in besonderem Maße die Atmung des Patienten.

Standardmonitoring

Das Standardmonitoring vor der Narkoseeinleitung umfasst mindestens:
- EKG-Ableitung
- peripher gemessene Sauerstoffsättigung mittels Pulsoxymetrie
- nicht invasive Blutdruckmessung
- Nervenstimulation

► **EKG-Ableitung.** Es wird ein 3- oder ein 5-poliges-EKG angelegt, wobei Letzteres die Möglichkeit der Brustwandableitung V5 nach Wilson und die ST-Segmentanalyse ermöglicht. Dabei ist auf die korrekte Platzierung der V5-Elektrode (5. ICR, vordere Axillarlinie) zu achten. Beim Anlegen des EKGs wird das Operationsgebiet berücksichtigt, z. B. bei Operationen am Abdomen/Thorax wird das EKG-Kabel am Oberkörper des Patienten vorbeigeführt.

► **Pulsoxymetrie.** Der Pulsoxymetrie-Sensor sollte an einem gut durchbluteten Finger so angebracht sein, dass er keine Druckstellen verursacht und vor dem Verrutschen gesichert ist. Alternativ zu einem Fingerklipp bietet sich z. B. ein Sensor für das Ohrläppchen oder für die Nase an.

Praxistipp

Wenn der Pulston von der Pulsoxymetrie abgeleitet wird, wird jeder Abfall der Sättigung akustisch durch Änderung der Tonhöhe zeitnah erfasst und jede Rhythmusänderung des Herzens hörbar. Der Pulsoxymetrie-Sensor sollte aufgrund der kontinuierlichen Messung nicht an den Arm der nicht invasiven Blutdruckmessung angebracht werden.

► **Nicht invasive Blutdruckmessung.** Die Manschette zur nicht invasiven Blutdruckmessung wird am Oberarm kontralateral zum Arm des intravenösen Zugangs angebracht, um einen kontinuierlichen Fluss der Infusion zu gewährleisten. Zur Narkoseeinleitung wird ein Messintervall zwischen 1–5 min eingestellt.

Merke

Bei Verletzungen oder Beeinträchtigung eines Armes (z. B. bei Frakturen, Verbrennungen, arteriovenösem Dialyse-Shunt, gleichseitiger Ablatio mammae) sollte weder die Blutdruckmanschette noch der intravenöse Zugang an dieser Extremität angebracht werden.

► **Nervenstimulation.** Der Nervenstimulator wird zur objektiven Überprüfung der durch Muskelrelaxanzien hervorgerufenen neuromuskulären Blockade eingesetzt (► Abb. 37.3). Die Anlage erfolgt bereits zur Narkoseeinleitung, um den idealen Intubationszeitpunkt (optimale Wirkung des Muskelrelaxanses) zu ermitteln. Für die Routineüberwachung wird der Nervus ulnaris stimuliert und die Beschleunigungsmessung erfolgt am Musculus adductor pollicis (lat. für Daumenheranzieher). Dazu werden 2 Elektroden über dem Nervus ulnaris auf der Volarseite des Handgelenkes aufgeklebt und das Stimulationskabel des Nervenstimulators angeschlossen. Der Beschleunigungsmesswandler, der ebenfalls am Nervenstimulator konnektiert ist, wird mit seiner glatten Flachseite mit einem Klebestreifen am Daumen fixiert. Bedient wird der Nervenstimulator nach Absprache von der betreuenden Pflegekraft oder dem Anästhesisten. Der Stimulator sollte erst aktiviert werden, wenn das Hypnotikum wirkt, da die Nervenstimulation bei Bewusstsein schmerzhaft ist.

Zur Überprüfung der Relaxierung gibt es zwei Möglichkeiten:
- Erstens ist das Ausmaß der Relaxierung durch die visuelle Überwachung der Daumenbewegung einzuschätzen (diese erfolgt sowohl durch die Pflegeperson

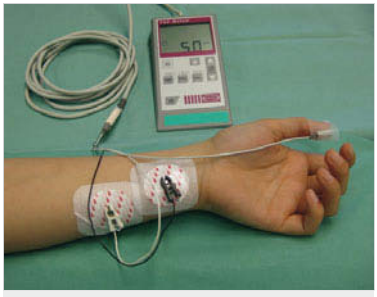


Abb. 37.3 Nervenstimulation. Um die Relaxierung zu überprüfen, wird der N. ulnaris über 2 Elektroden stimuliert. Die Daumenbewegungen werden vom Gerät aufgezeichnet und vom Arzt bzw. der Pflegeperson visuell überwacht. (N. Diekmann)

als auch den Arzt): Die motorische Antwort auf den Stimulus wird zusehends geringer. Sind kaum noch Daumenbewegungen zu beobachten, ist die Wirkung des Muskelrelaxanzes so gut, dass die Intubation erfolgen kann (für diese subjektive Einschätzung reicht es aus, nur die Stimulationskabel anzubringen).
- Zweitens wird das Ausmaß der Relaxierung elektromyografisch oder akzelerometrisch ermittelt: Das Ergebnis ist im Display des Nervenstimulators abzulesen (für diese objektive Messung müssen Stimulationskabel und Beschleunigungsmesswandler angelegt sein und der Arm während der Messung in der gleichen Position gesichert sein) (TOF-Watch Operator manual 33.500/B).

Erweiterung des Monitorings

Aus medizinischen oder OP-technischen Erfordernissen kann eine Erweiterung des Monitorings, besonders bei kardial vorerkrankten Patienten, notwendig werden. Vor der Narkoseeinleitung wird dann i. d. R. eine arterielle Kanüle zur kontinuierlichen invasiven Blutdruckmessung gelegt. Bevorzugt wird die A. radialis der nicht dominanten Hand. Häufig bedingt das OP-Verfahren, ob die rechte oder linke Hand gewählt wird. Alle Maßnahmen für ein erweitertes Monitoring (S. 645) werden erst nach der Narkoseeinleitung durchgeführt.

Periphervenöser Zugang

Der periphervenöse Zugang wird größtmöglich (abhängig vom operativen Eingriff und Patientenzustand) gewählt. In Abhängigkeit vom OP-Gebiet und der daraus resultierenden Armlagerung wird der Zugang am rechten oder linken Handrücken angelegt. Ab einer Kanülengröße von 18 G sollte die Anlage des Zugangs in Lokalanästhesie erfolgen. Die Venen des Handrückens werden bevorzugt, da das Risiko der intraarteriellen Kanülenlage oder Verletzung eines Nervens am geringsten ist. Außerdem besteht bei Fehlpunktion die Möglichkeit, die nächste Punktion weiter proximal zu versuchen.

Verfügt der Patient bereits über einen periphervenösen Katheter, muss vor Narkoseeinleitung die korrekte intravenöse Lage überprüft werden. Hierzu wird die Infusionsflasche unter das Niveau der Vene abgesenkt, sodass es zu einem sichtbaren Blutrückfluss in das Infusionssystem kommt (nicht möglich bei zwischengeschaltetem Rückschlagventil). Müssen der intravenöse Zugang und die Blutdruckmanschette an einem Arm angebracht werden, wird das Infusionssystem mit einem Rückschlagventil versehen. Dies verhindert einen Blutrückstau in das Infusionssystem während der Blutdruckmessung.

Merke

Sind intravenöser Zugang und die Blutdruckmanschette an einem Arm angebracht, ist darauf zu achten, dass während der intravenösen Gabe der Einleitungsmedikamente keine Blutdruckmessung erfolgt.

Praxistipp

Bei einem „schlechten" Venenstatus des Patienten kann die Narkoseeinleitung auch über einen kleinlumigen venösen Zugang erfolgen. Da die meisten Anästhetika eine Gefäßdilatation bewirken, lässt sich meist nach Einleitung eine großlumige Kanüle platzieren.

Patientenwärmesystem

Im Sinne des Pre-Warmings sollte ein weiteres vorgewärmtes OP-Tuch oder unmittelbar bei Eintreffen im Einleitungsraum ein konduktives oder konvektives Patientenwärmesystem (z. B. Warmtouch) eingesetzt werden. Siehe perioperatives Wärmemanagement (S. 712).

Dokumentation

Während der Vorbereitungen zur Narkoseeinleitung werden die Ausgangswerte der Vitalparameter und die durchgeführten Maßnahmen im Narkoseprotokoll dokumentiert. Die weitere Dokumentation erfolgt in Absprache im Anästhesieteam. In vielen Anästhesie-/OP-Bereichen werden die Daten über ein elektronisches Dokumentationssystem erfasst.

Lagerung zur Narkoseeinleitung

Die Narkoseeinleitung für eine Allgemeinanästhesie erfolgt soweit wie möglich in Rückenlage. Um Verletzungen oder Stürze vom OP-Tisch durch unvorhersehbare Bewegungen des Patienten zu vermeiden, muss auf eine gesicherte Lagerung geachtet werden:
- Der Körperstamm ist mittels Gurt im Hüftbereich fixiert.
- Die Arme liegen gegen das Herunterfallen geschützt auf Armstützen oder direkt neben dem Körper.
- Die Fersen liegen nebeneinander auf dem OP-Tisch.

Aufgrund der erloschenen Schutzreflexe besteht für die Zeit der Narkose eine erhöhte Gefahr von Nerven- und Hautschäden bei unsachgemäßer Lagerung. Als häufige Komplikation ist der Plexusschaden zu nennen, der durch das Herunterfallen eines Armes verursacht werden kann. Vor und nach der Narkoseeinleitung müssen geeignete Maßnahmen ergriffen werden, um vermeidbare Lagerungsschäden auszuschließen. Siehe Kap. Lagerungsmaßnahmen (S. 647). Für Patienten mit einer Körpergröße über 190 cm und stark übergewichtige Personen müssen individuelle Lösungen für die Lagerung unter Beachtung der Gebrauchsanweisung der OP-Tische gefunden werden.

Praxistipp

Wird der Patient zu seiner Bequemlichkeit auf dem OP-Tisch befragt, kann er nützliche Hinweise zur Verbesserung geben, z. B. Knierolle, Polsterung der Ellenbogen und erhöhtes Kopfkissen.

37.3.2 Vorbereitung des Instrumentariums zur Sicherung des Atemweges

Der Sicherung der Atemwege kommt eine besondere Bedeutung zu, da die häufigsten Komplikationen in der Anästhesie die Atemwege betreffen. Siehe Kap. „Atemwegsmanagement" (S. 650). Eine schwierige Intubation kann jederzeit und unerwartet auftreten, sodass das entsprechende Equipment immer zur Verfügung stehen muss. Das Vorgehen in Situationen mit schwierigem Atemweg sollte dem Anästhesieteam vertraut sein, sodass auch der schwerwiegendste Notfall, die „Cannot-ventilate-cannot-intubate"-Situation (S. 720), in der weder die Maskenbeatmung noch die Intubation möglich ist, beherrscht werden kann. Siehe Notfallkoniotomie (S. 653).

Je nach Operation kommt die orale oder die nasale Intubation mit verschiedenen Endotrachealtuben zur Anwendung. Auch die Larynxmaske kann in der Allgemeinanästhesie routinemäßig eingesetzt werden.

Material

Folgende Materialien sind grundsätzlich für die Intubation vorzubereiten:
- Masken in verschiedenen Größen und Ausführungen,
- Laryngoskop (Lichtquelle auf Funktion und Helligkeit prüfen),
- 10-ml-Spritze zum Blocken des Cuffs,
- Tubus in angemessener Größe (Frauen 7,5; Männer 8,0); Zur Vorbereitung:
  - Konnektor am Tubusende fest eindrehen,
  - Cuff mit 10 ml Luft auf Dichtigkeit und entsprechende Füllung des Kontrollballons prüfen,
  - Tubus entblocken,

- Blockerspritze mit ca. 5 ml aufgesetzt lassen,
- Pflaster zum Fixieren des Tubus,
- Stethoskop.

Zusätzlich sind jederzeit verfügbar:
- Ersatzbatterien oder -akku für das Laryngoskop oder Ersatzlaryngoskop,
- Laryngoskopspatel in verschiedenen Größen und Ausführungen,
- Guedel-Tubus (Wendl-Tubus),
- Magill-Zange (Fremdkörperentfernung, Tubus-Führungshilfe bei nasaler Intubation),
- Führungsstab (Möglichkeit der Veränderung der Tubuskrümmung bei schwieriger Intubation; Verwendung bei oralem Woodbridge-Tubus und bei Ileuseinleitung); Zur Vorbereitung:
  - Gleitmittel in das Tubuslumen sprühen (welches Gleitmittel anzuwenden ist, wird häufig diskutiert; zu beachten ist, dass nur die wenigsten Produkte für diesen Anwendungszweck zugelassen sind),
  - Führungsstab bis ca. 1 cm vor Tubusspitze einführen und am Tubusende umknicken, um ein weiteres Hereinrutschen zu verhindern (das Umknicken des Führungsstabes ist das gängige Vorgehen, um eine Verletzung der Trachea durch den Führungsstab zu verhindern, individuell weichen Anästhesisten davon ab, umso mehr Flexibilität in der Handhabung des Führungsstabes zu erhalten),
- Tracheal-Tube-Introducer, auch Eschmann- oder Bougie-Stab genannt (Einführhilfe für den Tubus),
- endotracheale Tuben in verschiedenen Größen.

► **Nasale Intubation.** Für die nasale Intubation ist zusätzlich Folgendes zu beachten:
- **Keinen** Führungsstab verwenden (hohe Verletzungsgefahr).
- Abschwellende Nasentropfen in beide Nasenlöcher geben.
- Eventuell Nasenschleimhaut mit einem Lokalanästhetikum besprühen.
- Ausreichend Gel an die Tubusspitze und/oder in das Nasenloch geben.
- Magill-Zange zum Vorschieben des Tubus im Pharynx bereitlegen (es besteht Verletzungsgefahr der Schleimhäute und die Beschädigung des Tubus-Cuffs ist möglich).

Larynxmaske

Ist nicht zwingend eine Intubation erforderlich, kann für die Sicherung der Atemwege bei der Allgemeinanästhesie auch eine Larynxmaske (LAMA, LMA) eingesetzt werden. Sie ist weniger invasiv als ein Tubus, bietet jedoch keinen sicheren Aspirationsschutz. Die Larynxmaske ist eine wichtige Alternative zur Intubation bei der Bewältigung des schwierigen Atemweges.

► **Vorbereitung.** Die Larynxmaske gibt es in der Ausführung als Einmal- und Mehrwegmaske. Sie wird wie folgt vorbereitet:
- Zustand und Funktion genauestens prüfen, besonders die Mehrwegmaske, da sie bis zu 40-mal wieder verwendet werden kann (mit Luft füllen und Maske auf Beschädigungen und Dichtigkeit kontrollieren).
- Nach Herstellerangabe Luft vollständig aus der Maske entfernen, ohne dass Falten entstehen.
- 20-ml-Blockerspritze aufstecken.
- Wasserlösliches Gleitmittel auf die Maskenspitze aufbringen.
- Ein von den Empfehlungen des Herstellers abweichendes, praktiziertes Vorgehen ist, die Larynxmaske in dem leicht geblocktem Zustand, in dem sie verpackt ist, beim Einführen zu belassen. Häufig ist bei diesem Vorgehen ein Blocken nach der Platzierung der Larynxmaske nicht notwendig.
- Der Cuffdruck der Larynxmaske soll 60 mmHg nicht überschreiten.

Der schwierige Atemweg

Zur Ausrüstung einer mobilen Notfalleinheit für die Beherrschung von Atemwegskomplikationen kommt je nach Kenntnissen und Erfahrungen des Behandlungsteams folgendes Equipment in Frage:
- Larynxmaske (S. 199)
- Intubationslarynxmaske (S. 722)
- ösophagotrachealer Kombitubus (S. 199)
- Bronchoskop zur fiberoptischen Intubation
- Bullard-Laryngoskop
- McCoy-Spatel
- Koniotomie-Besteck
- Besteck zur transtrachealen Jet-Ventilation
- Airway-Exchanger, z. B. Cook-Katheter (Möglichkeit der Sauerstoffzufuhr)

37.4 Assistenz bei der Narkoseeinleitung für eine Allgemeinanästhesie

Der Ablauf einer Narkoseeinleitung für eine Allgemeinanästhesie beim Erwachsenen erfolgt i. d. R. nach einem Standard. Zu Beginn wird der Patient präoxygeniert und erhält anschließend die Anästhetika (S. 618). Die intravenöse Einleitung bietet ein schnelles und angenehmes Einschlafen für den Patienten ohne Exzitationsstadium. Die inhalative, intramuskuläre oder rektale Narkoseeinleitung sind Alternativen zur intravenösen Einleitung, werden jedoch nur im Ausnahmefall bei nicht liegendem, intravenösem Katheter angewendet.

37.4.1 Ablauf der Narkoseeinleitung für eine Allgemeinanästhesie

Die Narkoseeinleitung für eine Allgemeinanästhesie umfasst:
- Präoxygenierung (► Abb. 37.4)
- intravenöse Einleitung:
  - Opioid (z. B. Sufentanil)
  - Einleitungsanästhetikum (z. B. Thiopental oder Propofol)
  - Muskelrelaxans (z. B. Rocuronium)
- inhalative oder intravenöse Aufrechterhaltung:
  - volatiles Anästhetikum (z. B. Sevofluran)
  - TIVA: Totale intravenöse Anästhesie (z. B. Opioid und Propofol über Perfusoren)
- Maskenbeatmung oder Sicherung der Atemwege

Um einen reibungslosen Ablauf der Narkoseeinleitung zu gewährleisten, hat es sich als sinnvoll erwiesen, alle benötigten Materialien und Medikamente vorbereitet und nah am Kopf des Patienten zu platzieren. Es bietet sich die Verwendung eines fahrbaren Tisches oder eines Narkosewagens an. In ruhiger Atmosphäre wird dem Patienten zu Narkosebeginn das Vorgehen erklärt. Über Empfindungen, die der Patient während der Einleitung voraussichtlich verspürt, sollte er informiert werden (z. B. Venenschmerz durch Propofol oder der evozierte Knoblauch-Zwiebelgeschmack durch Thiopental).

Der Ablauf einer unkomplizierten Narkoseeinleitung ist ► Tab. 37.1 zu entnehmen, wobei eine Trennung der pflegerischen und der ärztlichen Handlungen

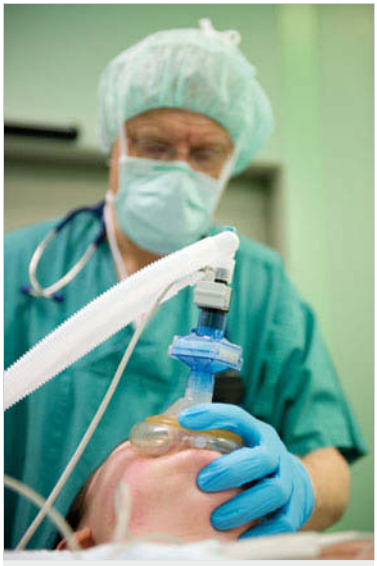


Abb. 37.4 Präoxygenierung des Patienten zu Beginn der Allgemeinanästhesie.

Tab. 37.1 Handlungsanalyse der Narkoseeinleitung.

Handlung Pflegepersonal	Handlung Arzt	Begründung/Erläuterung
	• Präoxyenierung mit 100 % Sauerstoff	• Verlängerung der Apnoetoleranz, falls Intubationsschwierigkeiten auftreten
Präoxygenierung abgeschlossen		
• Infusion aufdrehen • Einleitungsmedikamente Opioid, Hypnotikum und Muskelrelaxans nach Anordnung spritzen (um Fehlapplikationen zu vermeiden, ist die Ansage von mg und ml sinnvoll, z. B.: „350 mg Thiopental = 14 ml“)		• **Merke:** nach neueren Erkenntnissen ist das Zwischenbeatmen zwischen Gabe des Hypnotikums und des Muskelrelaxans nicht mehr erforderlich, wird aber in vielen Kliniken weiter praktiziert (da es jahrelang der Goldstandard gewesen ist)
Cave: zwischen der Gabe von Thiopental u. Rocuronium mit Nacl 0,9 % oder Ringerlösung zwischenspülen		• die beiden Medikamente verklumpen, wenn sie direkt hintereinander injiziert werden
nach 20–30 s Eintritt von Apnoe, Bewusstlosigkeit und Aufhebung der Schutzreflexe		
	• Lidreflex überprüfen • Kopfreklination, Esmarch-Handgriff und manuelle Beatmung mit der Gesichtsmaske (100 % Sauerstoff, Druckgrenze auf 20 mbar einstellen	• bei höheren Drücken kann sich der Ösophagussphinkter öffnen und ein Teil der Luft kann in den Magen insuffliert werden
Maskenbeatmung		
• Effektivität der Maskenbeatmung überprüfen • hebt und senkt sich der Thorax sichtbar? • wird Kohlendioxid in der Expirationsluft (Kapnografie) gemessen?	• bis zum Wirkungseintritt des Relaxans manuell beatmen • ggf. Inhalationsanästhetikum zum Sauerstoff zugeben • anhand der Akzeleometrie (Nervenstimulation) den idealen Intubationszeitpunkt (optimale Wirkung des Muskelrelaxans) ermitteln	
optimale Wirkung des Muskelrelaxans		
• wenn bisher kein Inhalationsanästhetikum eingesetzt wurde, ggf. Hypnotikum nach Anordnung nachgeben (besonders bei Einsatz von Muskelrelaxanzen mit langem Wirkungseintritt wie z. B. Cis-Atracurium)		• ausreichende Narkosetiefe zur Intubation (Reiz durch die Intubation ist größer als Reiz durch den Hautschnitt)
• Laryngoskop anreichen	• Frischgasfluss abdrehen • Laryngoskop einführen und positionieren	
Einsicht auf geöffnete Stimmritze		
• Tubus anreichen	• Tubus einführen und Laryngoskop herausnehmen	
• Tubuscuff blocken • Trachea mit dem geringst möglichen Druck abdichten • optimal ist ein Cuffdruck um 15 mmHg (21 cm H_2O) • bei Tuben mit Low-Pressure-Cuff ist eine Blockung mit mehr als 5 ml Luft i. d. R. nicht notwendig mögliche Verfahren: • Blocken, bis keine Leckage des Tubus mehr zu hören ist • direktes Blocken mit Cuffdruckmesser • nach Gefühl Blocken und spätere Überprüfung mittels Cuffdruckmesser		• zur Vermeidung von Drucknekrosen auf der Schleimhaut
• Tubus im Mundwinkel mit Zeigefinger und Daumen fixieren • Laryngoskop annehmen	• Sauerstoff (mit Inhalationsanästhetikum) aufdrehen • Beatmungssystem an den Tubus schließen und manuell beatmen	
• endotracheale Tuboslage überprüfen		• erfolgte die Intubation unter direkter laryngoskopischer Sicht? • wird CO_2 ausgeatmet? • beide Lungen in der Axillarlinie auskultieren, um zu prüfen, ob die Lunge seitengleich belüftet ist • **Merke:** When in doubt, take it out!! (falls Zweifel bestehen, ziehe ihn heraus!)

Tab. 37.1 Fortsetzung

Handlung Pflegepersonal	Handlung Arzt	Begründung/Erläuterung
endotracheale Lage des Tubus		
• Tubus mit Pflaster fixieren • 2 schmale Pflasterstreifen, die gegeneinander unter- und oberhalb der Lippen verlaufen, zur Fixierung des oralen Tubus verwenden; das Lippenrot dabei nicht überkleben (Verletzungsgefahr) • endotracheale Tuboslage überprüfen		• dabei auf anschließende OP-Lagerung, Hautzustand und ggf. Bartwuchs achten • Ziel ist in jedem Fall die sichere Fixierung, um versehentliche Extubation oder Dislokation zu vermeiden (dabei Längenmarkierung im Mundwinkel beachten)
• Infusionsgeschwindigkeit entsprechend der Kreislaufparameter regulieren • Tubus-Cuffdruck kontrollieren und regulieren	maschinelle Beatmung und Alarmgrenzen einstellen: • Beatmungsparameter und Einstellung der Grenzen: Atemzugvolumen, Atemminutenvolumen, Atemwegsdrücke • in- und exspiratorische Atemgasmessung und Einstellung der Grenzen: Kohlendioxid, Sauerstoff, Narkosegase	

vorgenommen wurde. In diesem Fallbeispiel wird die Narkose intravenös eingeleitet, mit einem Inhalationsanästhetikum aufrechterhalten und die Atemwege mittels Endotrachealtubus gesichert.

Die Assistenz bei der Narkoseeinleitung erfordert von den Anästhesiepflegenden die volle Aufmerksamkeit für den Patienten, dessen Vitalwerte und auch für den Anästhesisten. Auftretende Schwierigkeiten müssen sofort erkannt und behoben werden. Informationen, die dem Anästhesisten z. B. durch seine Haltung zum Monitor während der Intubation nicht zugänglich sind, müssen unmittelbar und ohne Verzögerung kommuniziert werden. Unter der Fragestellung „Ist der Patient nach Einleitung der Allgemeinanästhesie mit der Maske zu beatmen?“ muss die Pflegeperson besonders auf Thoraxbewegungen während dieser Phase achten.

Sichere Zeichen der Intubation

► **Sicherste Zeichen.** Sicherste Zeichen der Intubation sind:
- direkte laryngoskopische Sicht: sichtbarer Hinterrand des Kehlkopfes unter dem Tubus während der Intubation
- bronchoskopische Lagekontrolle
- Messung einer ausreichend hohen exspiratorischen Kohlendioxidkonzentration über mehrere Atemzyklen (nahezu sicheres Kontrollverfahren)

► **Nicht sichere Zeichen.** Hierzu gehören:
- Beobachtung von Thoraxexkursionen synchron der manuellen Beatmung
- Auskultation
- konstant bleibende Sättigung (primär sehr unsicher, da es nach der Präoxygenierung Minuten dauern würde, bis die Sättigung abfällt)

► **Sehr unsichere Zeichen.** Nicht verlässlich sind:
- Beschlagen der Tubusinnenwand
- Wiederfüllung des Handbeatmungsbeutels

Die Auskultation dient in erster Linie zur Verifizierung, ob die Lungen seitengleich belüftet sind und keine endobronchiale Tubusfehllage vorliegt. Dazu werden seitenvergleichend die beiden Lungen auf Höhe der vorderen Axillarlinie abgehört. Wenn der Intubierende bei der Laryngoskopie keine direkte Sicht auf den zwischen den Stimmbändern liegenden Endotrachealtubus hat, wird bei der Auskultation als Erstes über dem Magen abgehört (ein hörbares eindeutiges Blubbern deutet auf eine ösophageale Fehlintubation hin).

Eine schnelle Orientierung, aber kein sicheres Zeichen für eine tracheale Tuboslage ist es, wenn bei Ausübung eines kräftigen Drucks auf den Thorax Luft aus dem Tubusende ausströmt. Strömt keine Luft aus dem Tubusende aus, ist von einer ösophagealen Lage auszugehen (Larsen 2013).

Erweiterung des Monitorings

Im Anschluss an die Einleitung werden bei Bedarf weitere periphervenöse Zugänge gelegt und das Monitoring aufgrund medizinischer oder OP-technischer Erfordernisse erweitert:
- Temperaturmessung
- Blasenkatheter: Bilanzierung
- zentraler Venenkatheter: Messung des ZVDs
- Pulmonalarterienkatheter: Pulmonalarteriendrücke, Lungenkapillarenverschlussdruck, Herzzeitvolumen u. a.
- transösophageale Echokardiografie (TEE)
- EEG: Aktivität des Gehirns zur Abschätzung der Narkosetiefe
- Blutgasanalysen
- Laborparameter

37.4.2 Rapid Sequence Induction (RSI)

Die pulmonale Aspiration während der Narkoseeinleitung bei Patienten mit einem erhöhten Aspirationsrisiko zählt zu den möglichen Narkosekomplikationen. Die Aspiration von flüssigem Magensaft mit einem pH-Wert < 2,5 kann akut eine hämorrhagische Tracheobronchitis mit Bronchospasmus verursachen. Im Rahmen einer chemischen Pneumonitis (Mendelson-Syndrom) kann innerhalb von Stunden ein toxisches Lungenödem auftreten und sich im Folgenden ein ARDS (S. 468) entwickeln. (Roewer, Thiel u. Wunder 2012).

Definition

Die Rapid Sequence Induction (RSI) ist eine Einleitungsform der Allgemeinanästhesie, die sich aus Maßnahmen zusammensetzt, die eine Aspiration verhindern sollen. Synonyme: Ileuseinleitung, Crush-Intubation, Blitz-Einleitung, Schnelleinleitung, Quick Intubation.

Ein erhöhtes Risiko für eine Aspiration von Mageninhalt besteht z. B. bei Patienten mit:
- Nahrungskarenz < 6 h (Kinder bis 2 Jahre < 4 h)
- Schwangere (definitiv ab der 19. SSW, bei Hinweisen auf Reflux ab der 12. SSW, bis mind. 48 h post partum)
- Notfalleingriffe z. B. Blutungen im Hals-Nasen-Bereich, Trauma, Schmerzen, Stress, lange Nüchternzeit,

- Adipositas (BMI > 30)
- Ileus (strengste Indikation: Dünndarmileus), Peritonitis, Blutungen im Gastrointestinaltrakt,
- Refluxkrankheit, Hiatushernie, Z. n. Magenresktion
- Magenatonie, Pylorusstenose
- Ösophagusvarizen, Ösophagusstenosen, Ösophagusdivertikel

Grundsätzliche Maßnahmen bei einer RSI

Grundsätzlich sind folgende Maßnahmen bei einer RSI zu beachten:

- Auf Maskenbeatmung verzichten:
  - Narkoseeinleitung und Intubation folgen rasch aufeinander ohne Zwischenbeatmung, um ein mögliches Aufblähen des Magens mit Regurgitation und pulmonaler Aspiration zu vermeiden.
- Ausreichende, korrekte Präoxygenierung durchführen:
  - Mind. 8 l Frischgasflow, 100 % O_2 über dicht sitzende Gesichtsmaske verabreichen.
  - 3–5 min oder 8 tiefe Atemzüge lang präoxygenieren.
  - Effektivität kontrollieren: gute CO_2-Kurve, Anstieg der Sauerstoffsättigung und Anstieg des expiratorischen O_2.
- Absauggerät mit dickem Absaugkatheter bereithalten:
  - Sekretabsaugung auf volle Leistung einstellen (mind. 0,4 mbar Unterdruck).
  - Fingertipp verschließen.
  - Größtmöglichen Absauger (18 Ch) ausgepackt und griffbereit neben dem Kopf des Patienten platzieren.
  - Der Einsatz einer 2. Sekretabsaugung mit OP-Saugeransatz wird empfohlen.
- Rasch wirkende Narkosemittel einsetzen:
  - Der Einsatz von Thiopental (Trapanal) Propofol und Etomidate wird als gleichwertig beurteilt.
- Im Rahmen der RSI ist ein Muskelrelaxans mit kurzer Anschlagzeit und Wirkdauer einzusetzen:
  - Laut einem Cochrane Review von 2008 ist Succinylcholin als Muskelrelaxans im Rahmen der RSI Rocuronium überlegen. Begründung: Andere Muskelrelaxanzien sind aufgrund ihrer längeren Anschlagzeit keine Alternativen bei einer RSI (Perry et al. 2008).
  - Seit 2008 zeigen mehrere Studien den gleichwertigen bis vorteilhafteren Einsatz von Rocuronium auf, mit der Option, bei nicht möglicher Intubation die Wirkung von Rocuronium mit Sugamadex zu antagonisieren (Luxen, Trentzsch u. Urban 2014).
  - Die Kontraindikationen von Succinylcholin (S. 636) sind zu beachten und ggf. Rocuronium in einer Dosis von 0,9 mg/kgKG einzusetzen.

Merke

Keine Maskennarkose, keine Maskenbeatmung und kein geplanter Einsatz der Larynxmaske bei Patienten mit vollem Magen durchführen!

Folgende Maßnahmen im Rahmen der RSI finden in der Literatur stets Erwähnung, werden aber unterschiedlich bewertet:

- Lagerung des Patienten
- Einsatz einer Magensonde
- Krikoiddruck (Sellick-Handgriff)
- Präkurarisierung mit einem nicht depolarisierenden Muskelrelaxans:

► **Lagerung des Patienten zur Narkoseeinleitung.** Es gibt verschiedene Empfehlungen, den Patienten bei der RSI zu lagern, um eine Aspiration zu verhindern:

- steile Oberkörperhochlagerung: (40–50°):
  - Wird am häufigsten gewählt.
  - Hierbei ist kein passives Aufsteigen von Mageninhalt möglich.
  - Bei Erbrechen kann die Lagerung die Aspiration begünstigen.
- Kopftieflagerung:
  - Begünstigt die Regurgitation.
  - Verhindert, dass Mageninhalt passiv in die Trachea einläuft.
- horizontale Lagerung:
  - Verschafft i. d. R. die besten Intubationsvoraussetzungen.
- Kombination von 90 °-Seitenlagerung und 40 °-Kopftieflagerung:
  - Evidenzbasiert die beste präventive Lagerung.
  - Stellt den Anästhesisten vor große Probleme bei der Intubation.

► **Einsatz einer Magensonde**

- Ist nur bei flüssigem Mageninhalt sinnvoll, feste Bestandteile verbleiben im Magen. Cave: Der Magen wird auch durch Absaugen nicht „leer", das Volumen kann nur vermindert werden!
- Das Legen einer Magensonde vor der endtrachealen Intubation ist besonders indiziert bei Patienten mit Ileus, Peritonitis, Blutungen im oberen Gastrointestinalraum, erfolgter Laparotomie innerhalb der letzten 6 Wochen (Subileus, Darmatonie) und Pylorospasmus.
- Soll die Magensonde während der Narkoseeinleitung liegenbleiben? Auch hier gibt es unterschiedliche Argumentationen und dementsprechend verschiedene Vorgehensweisen:
  - Eine liegende Magensonde kann als Schiene für die Regurgitation von Magensaft bei der Narkoseeinleitung wirken, Vertreter dieser Argumentation ziehen die Magensonde vor der Intubation und legen nach erfolgter Intubation eine neue Magensonde.
  - Über eine offene liegende Magensonde kann während der Intubation ggf. Mageninhalt ablaufen. Entsprechend dieser Argumentation wird die geöffnete Magensonde während der Intubation belassen.

► **Krikoiddruck (Sellick-Handgriff)**

- Ist jahrzehntelang integraler Bestandteil der RSI gewesen.
- Auf den Krikoiddruck wird heute vielfach verzichtet, da seine Effektivität nicht belegt ist („anecdotal evidence", Neilipovitz 2007).
- Sinn des Sellick-Handgriffs ist, eine Regurgitation und infolge dieser eine Aspiration von Mageninhalt zu vermeiden. Durch einen von einem Helfer ausgeübten Druck (ca. 4,5 kg) wird der Ösophagus zwischen Ringknorpel und Wirbelsäule komprimiert.
- Wenn das Konzept des Krikoiddrucks eingesetzt wird, wird dieser nur aufgehoben, wenn
  - der Patient aktiv erbricht, da ein hohes Risiko der Ösophagusruptur besteht,
  - der Anästhesist ausdrücklich die Anordnung gibt,
  - die endotracheale Tubuslage gesichert ist.

► **Präkurarisierung mit einem nicht depolarisierenden Muskelrelaxans**

- Verhindert Muskelfaszikulationen durch das depolarisierende Muskelrelaxans Succinylcholin und dadurch bedingte Erhöhung des intragastralen Drucks mit erhöhter Regurgitationsgefahr sowie postoperativen Muskelkater nach Succinycholingabe. Die Gabe verzögert den Wirkungseintritt von Succinylcholin.
- Wird nicht mehr standardmäßig durchgeführt.

Teamanforderungen

Die Rapid Sequence Induction bedarf einer absolut sicheren Ablaufbeherrschung des Anästhesie-Teams. Sie sollte von erfahrenen Pflegenden in der Anästhesie und erfahrenen Anästhesisten durchgeführt werden, zumindest aber sollten diese anwesend sein. Gerade, weil es sehr viele unterschiedliche/abweichende Vorgehensweisen gibt (häufig „modifizierte RSI" genannt), müssen die Maßnahmen vorab zwischen den Beteiligten abgesprochen werden (Medikamente, Medikamentendosen, Lagerung des Patienten, Einsatz einer Magensonde, Anwendung des Sellick-Handgriffs ja oder nein).

Merke

Eine gute Kommunikation zwischen Anästhesist und Pflegenden in der Anästhesie ist eine der wichtigsten Maßnahmen bei der RSI.

Vorbereitende Maßnahmen für die RSI bei Erwachsenen

Folgende Maßnahmen sollten zur Vorbereitung durchgeführt werden:

- Materialien zur Intubation (S. 704) vorbereiten:
  - Zusätzliches Ersatzlaryngoskop ist obligat.
  - Tubus immer mit Führungsstab vorbereiten.
  - Die mit 10 ml Luft gefüllte Blockerspritze aufsetzen.
  - Eine Magensonde mit Ablaufbeutel bereit legen.
- Medikamente, die immer vorbereitet werden:
  - nicht depolarisierendes Muskelrelaxans (z. B. Rocuronium, nach Rücksprache Antagonist Sugamadex bereitlegen),
  - Einleitungsanästhetikum (z. B. Thiopental) in ausreichender Menge (Empfehlung: 2 x 500 mg),
  - Opioid (z. B. Sufentanil),
  - Notfallmedikamente,
  - Succinylcholin als depolarisierendes Muskelrelaxans (100 mg),
  - Natriumcitrat 30 ml oral, die Gabe führt zum Anheben des pH- Wertes vom Magensaft auf > 2,5 (bei 85–90 % der Patienten) und reduziert so die schädigenden Wirkungen der Säure auf das Lungengewebe und die Hypoxiegefahr (Kontraindikationen beachten, z. B. unstillbares Erbrechen).
- Larynxmaske/Equipment für Difficult-Airway-Management griffbereit haben.
- Sekretabsaugung auf volle Leistung einstellen.
- Arbeitsplatz in unmittelbarer Nähe des Patienten einrichten, um schnellen Zugriff zum Absaugkatheter zu haben.
- Absolut sichere intravenöse Medikamentenapplikation zur Einleitung gewährleisten, evtl. Rückschlagventil benutzen.
- pH-Wert-Teststreifen bereitlegen (falls es zu einer Aspiration kommt, kann die Bestimmung des pH- Wertes von gewonnenem Aspirat ggf. Hinweis auf zu erwartende Komplikationen geben).

Durchführung

Die RSI beinhaltet folgende Schritte:

- Etwa 5–10 min vor der Einleitung 30 ml Natriumcitrat 0,3 molar per os oder über die liegende Magensonde verabreichen. Wirkt sofort.
- Oberkörper des Patienten hochlagern.
- Präoxygenierung durchführen (ggf. nach Absprache Handposition für den Sellick-Handgriff einnehmen).
- Opioid, Einleitungsanästhetikum und Succinylcholin rasch nacheinander injizieren (während der Medikamentenapplikation Sellick-Handgriff ausführen).
- Keine Zwischenbeatmung durchführen.
- Bei optimaler Wirkung des Muskelrelaxans intubieren.
- Tubus mit 10 ml Luft blocken.
- Führungsstab entfernen und Tubus mundwinkelnah mit der Hand sichern.
- Manuell beatmen, auskultieren und Lage kapnografisch kontrollieren (bei Anwendung des Sellick-Handgriffs wird dieser bei sicherer endotrachealer Tubuslage beendet).
- Tubus fixieren.
- Magensonde legen, Magen absaugen, Ablaufbeutel anschließen.
- Cuffdruck mittels Cuffdruckmesser regulieren.

37.4.3 Transport des narkotisierten Patienten in den OP-Saal

Sind alle anästhesiologischen Maßnahmen abgeschlossen und der Patient ist in die erforderliche OP-Lagerung gebracht, wird der Transport in den OP-Saal vorbereitet. Hierbei ist das Ziel, die Transportzeit und Zeit bis zum Anschluss an die Geräte im Saal so kurz wie möglich zu halten, da der Patient i. d. R. in Apnoe und ohne Monitoring transportiert wird.

Praxistipp

Ein reibungsloser Transport kann durch eine vereinbarte Arbeitsteilung zwischen dem Anästhesiearzt (z. B. Narkosegerät und Beatmung) und der Anästhesiepflegeperson (z. B. Monitoring der Vitalparameter und Infusion) gewährleistet werden.

Vorbereitungen im OP

Der OP-Saal muss so vorbereitet sein, dass zum Zeitpunkt des Eintreffens des Patienten dieser von der Anästhesiepflegeperson bis zum Abschluss aller erforderlichen Handlungen nicht mehr verlassen werden muss (Ausnahmen sind unvorhersehbare Ereignisse).

Zwischen der Einleitung der Anästhesie und dem Beginn der Operation hat die Anästhesiepflegeperson im OP-Saal folgende Aufgaben:

- Patientenunterlagen, Beatmungsmaske und Medikamente direkt mit in den Saal nehmen.
- Monitorüberwachung schnellstmöglich wieder anschließen.
- Cuffdruck kontrollieren (wenn bisher noch nicht erfolgt).
- Schwerkraftinfusion aufhängen und einwandfreies Einlaufen der Infusion überprüfen.
- Warmtouchdecke auflegen (bei abdominellen Eingriffen Oberkörperdecke bis zu den Mamillen).
- Eventuell BGA-Kontrolle durchführen.
- Bei der Lagerung des Patienten helfen.

► **Checkliste.** In Form einer Checkliste wird vor dem Transport der Arbeitsplatz im OP-Saal kontrolliert bzw. vorbereitet. Die Empfehlung zum Narkosegerätecheck wurde von der DGAI ausgesprochen. Sie unterscheidet zwischen

- der normalen Inbetriebnahme eines Anästhesiegerätes (Gerätecheck „A“) ,
- der notfallmäßigen Inbetriebnahme (Gerätecheck „N“) und
- dem Anschluss eines Patienten an ein bereits in Betrieb befindlichen Gerätes (Gerätecheck „W“).

Diese Checklisten sind laut DGAI universell und unabhängig vom Gerät oder Hersteller anwendbar. Durch die Unterscheidung zwischen Check „A“ und „W“ sei ein akzeptabler Kompromiss zwischen Sicherheit und Praktikabilität gefunden worden (DGAI-Empfehlung).

Merke

Die Durchführung des Narkosegerätechecks „W“ ist eine nicht zu delegierende Aufgabe des Anästhesisten beim Anschluss eines Patienten an das Anästhesiegerät (DGAI-Empfehlung).

► **Durchführung des Narkosegerätechecks „W“.** Beim Anschluss des Patienten an ein bereits in Betrieb befindliches Anästhesiegerät, sind durch den Anästhesisten einige manuelle Beatmungszüge durchzuführen. So erfolgt die Überprüfung der korrekten Funktion des Patiententeils (richtiger Sitz der Schläuche, Dichtigkeit, Ventilfunktionen). Währenddessen prüft der Anästhesist

- den Sauerstoffffluss (Anzeige der F_iO_2),
- die Funktion des Narkosemitteldosierers (Narkosegasmessung vorhanden und zeigt an),
- sowie durch Sichtkontrolle das Gerät, den Atemkalk und die Absaugung.

Anschließend wird die maschinelle Beatmung eingeschaltet und die Ventilatoreinstellungen und -funktionen überprüft (DGAI-Empfehlung).

Die Durchführung des delegierbaren Gerätechecks „A“ bei der normalen Inbetriebnahme eines Anästhesiegerätes ist in Kap. „Inbetriebnahme des Narkosearbeitsplatzes“ (S. 697) beschrieben.

► **Wärmemanagement im OP.** Die Körpertemperatur kann je nach Gegebenheiten ösophageal, vesikal, rektal, im äußeren Gehörgang oder auch über den Pulmonalarterienkatheter gemessen werden. Das perioperative Wärmemanagement wird ausführlich in Kap. „Perioperatives Wärmemanagement“ (S. 712) dargestellt.

37.5 Leseservice

37.5.1 Literatur

Apfel C, Roewer N. Nüchternheit und Aspiration. Refresher Course DAAF 2002; 28: 1–8

Larsen R. Anästhesie.10. Aufl. München: Urban & Fischer; 2013

Luxen J, Trentzsch H, Urban B. Rocuronium und Sugammadex in der Notfallmedizin – Anforderungen an ein Muskelrelaxans für die „rapid sequence induction“. Anaesthesist 2014; 63: 331–337

Neidhart G et al. Praeoxygenierung mit NasOral-System oder herkömmlicher Gesichtsmaske? Anaesthesist 2002; 51: 634

Neilipovitz DT. No evidence for decreased incidence of aspiration after rapid sequence induction. Canadian Journal of Anesthesia 2007; 54 (9): 748–764

Perry JJ, Lee JS, Sillberg VA et al. Rocuronium versus succinylcholine for rapid sequence induction intubation. Cochrane Database Syst Rev 2008; 2: CD002 788

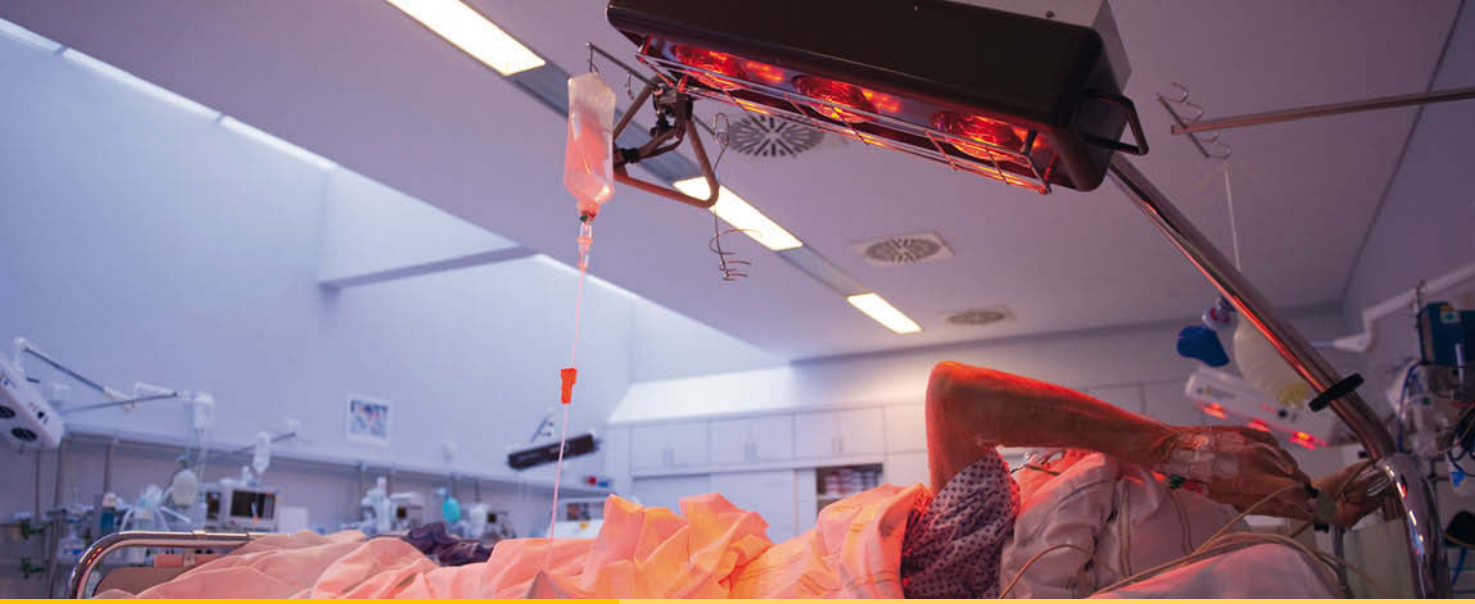
Sparr HJ, Jöhr M. Succinylcholin-Update. Anaesthesist 2002: 51: 565

Roewer N, Thiel H, Wunder C. Anästhesie compact. 4. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2012

37.5.2 Internetadressen

TOF-Watch Operator manual 33.500/B. Im Internet: http://www.mainlinemedical.com/mm/manuals/bluestar_tof_watch_instruction_manual.pdf; Stand: 29.09.2014

http://www.bda.de/docman/alle-dokumente-fuer-suchindex/oeffentlich/empfehlungen/629-check-qwq-zehn-sekunden-fuer-den-geraetecheck/file.html; Stand: 29.09. 2014



Kapitel 38

Perioperatives Wärmemanagement

38.1 Grundlagen *712*

38.2 Prinzipien des perioperativen Wärmemanagements *714*

38.3 Leseservice *717*

38 Perioperatives Wärmemanagement

Dietmar Stolecki

38.1 Grundlagen

Trotzdem sich das Bewusstsein für die Aufrechterhaltung der normalen Thermoregulation während anästhesiologischer und operativer Verfahren in den letzten Jahren grundlegend geändert hat, stellt die akzidentelle perioperative Hypothermie mit bis zu 70 % noch immer ein relevantes Problem im klinischen Alltag dar. Durch zahlreiche internationale Studien ist bestens belegt, dass diese Form von Störung als ernstzunehmende Komplikation der Anästhesie gilt und bestmöglich einzudämmen ist. Dennoch ist die Vielzahl von effektiven Patientenwärmesystemen längst nicht bei jeder OP anzutreffen, obwohl sie in den meisten Kliniken verfügbar sind. Damit ist das Problem der akzidentellen Hypothermie als ein weitverbreitetes Phänomen anzusehen.

Auch wenn sich der Energieverlust v. a. bei längeren OP-Zeiten nicht verhindern lässt, kann der Temperaturverlust jedoch deutlich durch adäquate Maßnahmen verzögert werden. Gerade im Rahmen der viel gepriesenen Kundenorientierung und vor dem Hintergrund manifester, zu erwartender Komplikationen müssen alle Kriterien zur Reduktion einer Hypothermie genutzt werden. Sollten Patienten von dem Ausmaß der Probleme und Komplikationen nicht unbedingt etwas mitbekommen haben, so bleibt ihnen allerdings oft eins in lebhafter Erinnerung: Das Gefühl, furchtbar gefroren und gezittert zu haben. Das allein ist im Sinne einer Mund-zu-Mund-Propaganda nicht nur keine gute Werbung für die jeweilige Klinik, sondern vor dem Hintergrund von Kostendiskussionen unökonomisch. Gesellt man noch ethische Aspekte hinzu, sollte folglich der postoperative Verlauf sowie die Patientenzufriedenheit durch effektive Maßnahmen zur Thermoregulation prä- und intraoperativ optimiert werden.

38.1.1 Ursachen perioperativer Hypothermie

Der Organismus produziert in Ruhe Wärme in der Größe von 150–200 W pro Stunde (W/h). Üblicherweise bleibt die Körperkerntemperatur konstant (Homoiothermie) und schwankt nur um ca. 0,3 °C. Bei körperlicher Anstrengung oder Krankheit kann die Temperatur ansteigen, sodass ab einer Temperatur von ca. 37,5 °C Schwitzen beobachtet werden kann. Fällt die Temperatur bis auf 36 °C ab, reagiert der Organismus mit einer Vasokonstriktion, um dann kompensatorisch durch Shivering (Kältezittern) die Temperatur auszugleichen. Siehe Kap. „Regulation der Körpertemperatur“ (S. 390).

Anästhesiologisch bedingte Änderung der Thermoregulation

Unter Allgemeinanästhesie und bei Regionalanästhesien wird dieser Mechanismus außer Kraft gesetzt, sodass es zu einem typischen, phasenförmigen Verlust der Temperatur kommt. Verantwortlich dafür ist die anästhesiebedingte gestörte Thermoregulation des Patienten in Kombination mit die Auskühlung forcierenden Ursachen.

1. Phase: Wärmeumverteilung

Während der ersten 60–90 min sinkt die Kerntemperatur schnell. Ursache dafür ist, dass die vor Narkoseeinleitung bestehende Möglichkeit zur Vasokonstriktion durch die genutzten Anästhetika aufgehoben wird, die Schwelle für die Vasokonstriktion wird also abgesenkt. Damit kommt es zunächst zu einer initialen Wärmeumverteilung im Organismus, womit Wärme aus dem Körperkern (wird kühler) in die Körperperipherie (wird wärmer) wandert (▶ Abb. 38.1). Verantwortlich dafür sind die verwendeten Anästhetika wie z. B. Propofol oder Inhalationsanästhetika, die durch ihre Wirkungen am Hypothalamus die kompensatorische Gegenregulation verhindern. Die thermoregulatorische Vasokonstriktion wird damit aufgehoben, es kommt zur Poikilothermie. Darunter versteht man die Unfähigkeit, die Körpertemperatur unabhängig von der Umgebungstemperatur konstant zu halten. Der Temperaturabfall verläuft dabei zunächst relativ steil mit 1–1,5 °C.

Definition

Unter Poikilothermie versteht man die Unfähigkeit, die Körpertemperatur unabhängig von der Umgebungstemperatur konstant zu halten. Der Temperaturabfall verläuft dabei relativ steil mit bis zu 1,5 °C.

2. Phase: Wärmeabgabe durch externe Einflüsse

Innerhalb den nächsten ca. 120 min setzt sich der Wärmeverlust weiter fort, da der Energieverlust (nunmehr auch auf den Gesamtorganismus bezogen) während der Narkose größer ist als jenes Maß an Wärme, das der narkotisierte Patient metabolisch erzeugen kann. So seinen

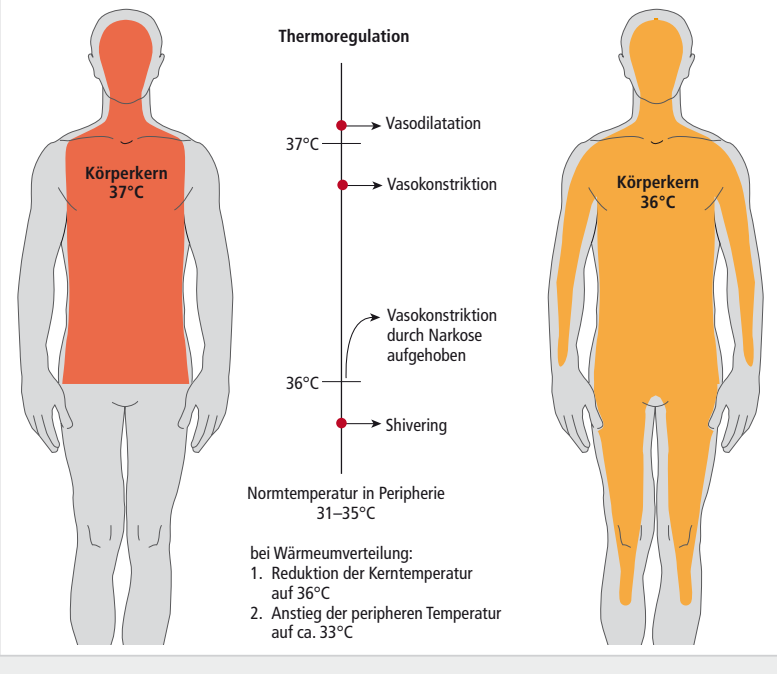


Abb. 38.1 Thermoregulation und Wärmeumverteilung unter Narkose.

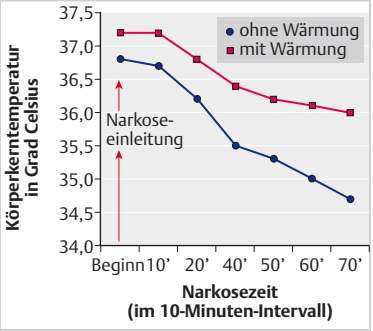


Abb. 38.2 Temperaturverlust unter Narkose mit und ohne Wärmeerhalt. (mod. n. Hynson 1993 und Sessler 1997)

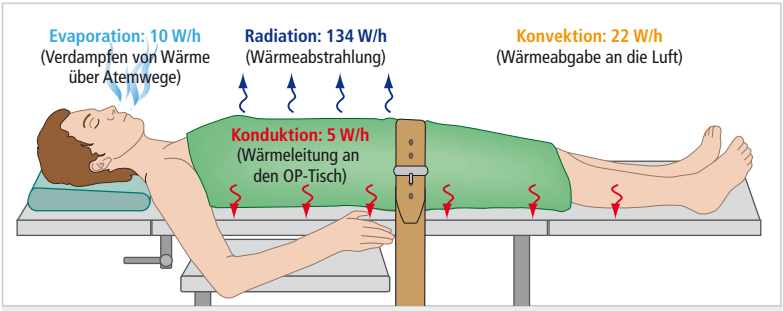


Abb. 38.3 Wärmeverlust durch physikalische Einflüsse. Die Energieproduktion beträgt in Ruhe ca. 150 W/h, der Energieverlust jedoch > 170 W/h.

Schutzfunktionen beraubt, verläuft der Temperaturabfall zwar relativ langsam, aber linear, wobei eine Wärmeabgabe an die Umgebung erfolgt. Das ist bedingt durch externe Faktoren wie:

- OP-Tisch und -auflage
- Umgebungstemperatur im OP
- kalte Infusionslösungen
- kalte Tücher
- Desinfektionsmittel
- Dauer und Art der Operation (> 2 h)
- Körperoberfläche, die für thermoprotektive Maßnahmen zur Verfügung steht
- Lagerungsart
- Blutverlust und Volumenumsatz
- Alter- und Konstitution des Patienten
- Wundfläche, Eröffnung von Körperhöhlen (OP)

Die Wärmeproduktion würde normalerweise bei 150–200 W/h liegen. Unter narkotischen und operativen Konditionen wird die Bilanz allerdings um bis zu 40 % reduziert.

3. Phase: Plateauphase oder Steady State

Nach etwa 4 h Narkosedauer stabilisiert sich die Kerntemperatur, womit es in dieser Phase zu einer Art Entkoppelung der Temperaturregelung von Körperkern und Peripherie kommt und die Temperatur bei ca. 33–34 °C konstant bleibt (▶ Abb. 38.2).

38.1.2 Formen des Wärmeverlustes

Die beschriebenen Ursachen erklären sich physikalisch durch:

1. **Konduktion** (Wärmeleitung): Die Wärmeübertragung erfolgt durch direkten Kontakt zwischen liegendem Patienten und OP-Tisch. Ist die Temperatur der OP-Tischauflage niedriger als die Körpertemperatur, gibt die Haut ihre Energie in diese Richtung als Strahlungswärme ab. Dieser konduktive Wärmeverlust über den aufliegenden Patienten ist mit 5 W/h eher gering.
2. Konvektion (Wärmeabgabe an ein Medium wie vorbeiströmende Luft oder Wasser): Bei einem auf einem OP-Tisch liegenden Patienten sind ca. 66 % der Körperoberfläche der Umgebung zugewandt, sodass hier viel Energie verloren geht, v. a. bei einer entblößten Körperoberfläche.
3. **Radiation** (Wärmestrahlung durch elektromagnetische Wellen): Zusätzlich verliert der Organismus Energie durch Wärmestrahlung.
4. **Evaporation** (Verdunstung): Addiert man noch die Verdunstung über die Atemwege (10 Watt) hinzu, ergibt sich ein deutlicher Energieverlust, der oberhalb der üblicherweise produzierten Energiemenge liegt (▶ Abb. 38.3).

Nicht angewärmte Infusionslösungen sorgen bei einem Umsatz von pro 1000 ml Infusionslösung nochmals für einen Wärmeverlust von ca. 16 W. Bei geringeren Infusionsraten von bis zu 100 ml/h liegt der Verlust allerdings nur bei ca. 2 W. Ein weiterer Verlust ist noch über die Evaporation aus dem OP-Feld mit bis zu max. 50 W anzunehmen.

Merke

Radiation und Konvektion sind gemeinsam für den größten Anteil des Wärmeverlustes verantwortlich.

38.1.3 Risikofaktoren

Eine besondere Prädisposition für eine Hypothermie haben erwachsene Patienten mit Diabetes mellitus (Neuropathie), Querschnittslähmung, zerebrovaskulären Erkrankungen, Kachexie, Hypothyreose sowie Patienten, die sich großen Eingriffen unterziehen müssen oder denen kombinierte Anästhesieverfahren zuteil werden. Dazu gesellen sich noch Patienten mit einem Alter > 60 Jahre und einer ASA-Klassifizierung, die größer ist als 1. Auch eine Prämedikation mit Neuroleptika induziert eine perioperative Hypothermie.

Kinder sind ebenfalls sehr schnell von einem perioperativen Wärmeverlust betroffen (s. Kap. 44, 45).

▶ **Wärmeverlust bei Regionalanästhesien.** Bei Regionalanästhesien (SPA, PDA) sind die Gegebenheiten ähnlich wie bei der Allgemeinanästhesie. Durch die Sympathikusblockade wird die Thermoregulation zentral gehemmt, sodass keine kompensatorische Vasokonstriktion mehr erfolgen kann. Die Vasodilatation führt zum Temperaturabfall. Die Phase bis zum Eintreten von Kälteempfinden und -zittern wird verlängert bzw. verkürzt, womit der Patient subjektiv kein Kältegefühl bemerkt, obwohl es objektiv dazu kommt (gemessener Temperaturabfall). Da die Temperaturmessung bei Regionalanästhesie nicht unbedingt zum Standardmonitoring gehört, wird die Ausprägung einer Hypothermie auch nicht bemerkt!

38.1.4 Komplikationen

Eine Hypothermie wirkt sich auf mehrere Organe und Organsysteme aus und ist ein inzwischen wissenschaftlich belegter Garant für eine erhöhte Morbidität und für längere Krankenhausverweilzeiten.

Hämostase

Im Vordergrund stehen Störungen, die die Blutgerinnung betreffen. Es konnte aufgezeigt werden, dass bei hypothermen Patienten ein größerer Blutverlust einsetzt als bei normothermen Patienten mit gleicher OP. Verantwortlich dafür sind reversible Störungen der Thrombozytenfunktion, verursacht durch eine verminderte Ausschüttung von Thromboxan-A2. Durch die temperaturabhängige plasmati-

sche Gerinnung verlängert sich die partielle Thromboplastinzeit (PTT) bei 34 °C auf 40 s (norm: 37 °C = 36 s). Je weiter die Temperatur sinkt, desto länger wird die PTT. Daraus resultiert ein erhöhtes Blutungsrisiko mit gleichzeitig gesteigertem Transfusionsbedarf.

Herz-Kreislauf

Zahlreiche Studien belegen, dass insbesondere bei älteren Patienten Probleme der Hämodynamik auftreten können. Neben Herzrhythmusstörungen (Bradykardie, Tachykardie, Arrhythmien, Vorhof- und Kammerflimmern) wird auch das Auftreten von Angina pectoris bis hin zu Ischämien beschrieben. Das Risiko für kardiale Komplikationen ist demnach bis zu 4-fach erhöht.

Wundinfektionen

Im Gegensatz zu den beschriebenen perioperativen Problemen sind die Auswirkungen einer Hypothermie für das anästhesiologische Team nicht immer gleich sichtbar, sodass der Zusammenhang von Hypothermie und Wundinfektionen zunächst verborgen bleibt. Eine unmittelbar postoperativ erniedrigte Körpertemperatur führt zu einem Abfall des subkutanen Sauerstoffpartialdruckes. Die Folgen sind

- eine verminderte Bildung von Superoxid-Radikalen (bakteriozide Wirkung),
- eine reduzierte Funktion von Lympho- und Granulozyten (immunologische Störungen) mit verringerter Phagozytose und einer mangelnden Kollagensynthese.

Alles zusammen führt zu einer 3-fach erhöhten Inzidenz von postoperativen Wundinfektionen, was durch zahlreiche Studien belegt worden ist und damit Eingang in konkreten Leitlinien gefunden hat (s. u.). Gleichsam hat diese Erkenntnis dazu geführt, dass im Rahmen des Infektionsschutzgesetzes auf die Bedeutung des Wärmemanagements hingewiesen wird.

Metabolismus

Hypothermie beeinflusst auch die Metabolisierung der während der Narkose genutzten Medikamente. Muskelrelaxanzien, wie z. B. Vecuronium und Atracurium, erfahren eine Verlängerung der Halbwertzeit um bis zu 100 %, womit eine verlängerte Überwachung im Aufwachraum notwendig wird. Auch volatile Inhalationsanästhetika und i. v.-Anästhetika wie Propofol lassen sich unter hypothermen Bedingungen verlängert im Plasma nachweisen und stellen damit eine postoperative Gefährdung des Patienten dar.

Shivering

Das Kältezittern ist insbesondere postoperativ von Bedeutung, es taucht bei ca. 50 % aller hypothermen Patienten auf und kann mehrere Stunden lang anhalten. Es führt nicht nur zu nachhaltig in Erinnerung bleibenden Missempfindungen.

Extrapyramidale Efferenzen steigern den Muskeltonus der Skelettmuskulatur und erzeugen damit ein Kältezittern. Die erhöhte Muskelaktivität führt zur Energiewandlung und damit zu einer erhöhten Wärmefreisetzung. Während die Energieausbeute durch das Shivern bei nur ca. 11 % liegt, wird der Sauerstoffverbrauch durch die massive Muskelaktivität deutlich um bis zu 40 % gesteigert. Der paO_2 sinkt infolgedessen trotz eines kompensatorisch gesteigerten Atemminutenvolumens. Für kardial vorgeschädigte Patienten u. U. eine gefährliche Situation, die frühzeitig erkannt und saniert werden muss, da auch der kardiale O_2-Verbrauch steigt und parallel das HZV sinkt. Pulsoxymetrie und arterielle RR-Messung können unter Hypothermie und Shivering unzuverlässige Werte anzeigen.

Da die Hypothermie zu einer Vasokonstriktion und zur Linksverschiebung der O_2-Dissoziationskurve führt, resultiert eine Hypoperfusion mit erhöhter Gefahr eines Dekubitus. Der durch Kältezittern erhöhte O_2-Verbrauch mündet (unbehandelt) schließlich in einer metabolischen Azidose und in einer Hypoglykämie (Cave: Diabetiker im Aufwachraum). Mit einem gepaarten Anstieg der Blutviskosität nimmt auch das Risiko einer postoperativen Thrombose zu.

Parallel treten durch das Kältezittern nicht selten massive Schmerzen ein, werden intraokularer, zerebraler und abdomineller Druck erhöht.

Sauerstoffmangel und erhöhter intraabdomineller Druck können dabei auch (zusätzliche) Ursache für postoperative Übelkeit und Erbrechen, das sog. PONV (postoperative nausea and vomiting) sein (S. 725).

Durch ein erniedrigtes HZV und durch die Vasokonstriktion wird auch die Nierenfunktion beeinträchtigt. Die Folgen sind eine Retention von Kalium- und Kalziumionen einerseits und ein vermehrter Verlust von Natriumionen andererseits, womit die glomeruläre Filtrationsrate gesenkt wird.

Therapie

Die Therapie der Hypothermie und des Shiverings ist durch 3 Maßnahmen gekennzeichnet:

1. Vermeidung eines weiteren Abkühlens durch Isolation mittels Zusatzdecken und/oder durch aktives Erwärmen mit Wärmedecken
2. Sauerstoffapplikation
3. Gabe von z. B. Clonidin (0,15–0,3 µg/kg i. v.) oder Pethidin (0,35–0,7 mg/kg i. v.) nach ärztlicher Anordnung.

Clonidin als auch Pethidin sind primär nicht für den Einsatz bei Shivering zugelassen und werden wegen erwiesener Wirksamkeit außerhalb der Zulassung (als „off-label-use“) eingesetzt.

38.2 Prinzipien des perioperativen Wärmemanagements

Wie die Ergebnisse der Leitlinien-Arbeitsgruppe in 2014 belegen, wurden „39 % der Patienten während einer Allgemein-, jedoch nur 19 % während einer Regionalanästhesie intraoperativ aktiv gewärmt“ (Torossian et al. 2014). Das verdeutlicht den oben bezeichneten Handlungsbedarf.

38.2.1 Prewarming

Die Idee des Vorwärmens (prewarming) beruht darauf, die Differenz zwischen Kerntemperatur und peripherer Temperatur so gering wie möglich zu halten, um die Umverteilung der Körperwärme bestmöglich zu vermindern. Für diese sehr einfache Methode gilt der Leitsatz: Je früher, desto besser. Eine Vorwärmzeit von 30–60 min ist schon sehr effektiv. Dazu stehen die Methoden der Isolation, des konvektiven Wärmens sowie die Versorgung mit Infrarot-Strahlern zur Verfügung. Im Sinne einer Vorbehandlung werden die Patienten frühzeitig zum Vorbereitungsraum oder zur Wartezone (holding area) gebracht.

Passives Wärmen und Isolation

Da der Großteil des Wärmeverlustes über die Haut erfolgt, ist das Warmhalten der Haut die effektivste Wärmemethode. Folglich sollte der zum OP gebrachte Patient so gut wie möglich durch eine gut isolierende Mikrofaserzudecke nicht nur in seinem Bett vor einem Wärmeverlust geschützt werden. Mit dem Einschleusen ist darauf zu achten, dass die Wärmeisolation mit vorgewärmten OP-Tüchern weiter erfolgt (▶ Abb. 38.4). Gelauflagen zur Dekubitusprophylaxe sollten erst unmittelbar vor Übernahme des Patienten aus dem Wärmeschrank entnommen und auf dem OP-Tisch platziert werden. Eine nicht vorgewärmte Gelmatte sorgt für einen schnelleren Wärmeverlust und damit für einen größeren Gradienten, den es zu verhindern gilt.

Abb. 38.4 Wärmeschrank mit vorgewärmten Decken. (D. Stolecki)

Merke

Wärmeisolation reduziert den peripheren Wärmeverlust um ca. 30 %.

Konvektives Wärmen

Konvektive Wärmesysteme bieten zurzeit die effektivste Möglichkeit zur Wärmeprotektion. Mittels spezieller Wärmegeräte (Ventilatoren) und Decken wird eine spezifische Luftströmung erzeugt, die durch speziell angeordnete Luftporen in der Wärmedecke für eine gleichmäßige Wärmeverteilung am Patienten sorgen. Diese Systeme sind einfach in der Anwendung, sind zumeist latexfrei und röntgendurchlässig und sehr effektiv. Zur Verfügung stehen unterschiedliche Deckenarten wie Ganzkörper- oder Teildecken (z. B. Warmtouch, Bair-Hugger), sodass der Patient wahlweise mit diesen Systemen zugedeckt werden kann (▶ Abb. 38.5). Je nach OP-Art können damit die jeweiligen Hautflächen nicht nur vor Wärmeverlust geschützt werden, sondern ihnen wird gezielt Wärme zugeführt.

Konduktives Wärmen

Bei konduktiven Verfahren erfolgt eine Wärmeübertragung zwischen 2 in direktem Kontakt stehenden Oberflächen. Eine konduktive Erwärmung, z. B. durch unter den Körper gelegte Heizmatten, gilt als sehr effektiv. Jedoch reduziert sich die Effektivität bedingt durch den Auflagedruck des Körpers, womit es zu einer Kompression des aufliegenden Gewebes kommt und damit die Perfusion und den Wärmefluss deutlich verringert. Folglich müssten konvektive Systeme nicht unter, sondern auf den Körper gelegt werden. Auch hier besteht natürlich die Gefahr von Verbrennungen.

Abb. 38.5 Einsatz eines konvektiven Wärmesystems mit Abdeckung des Kopfes. (D. Stolecki)

Parallel existieren erwärmbare Wassermattensysteme, die wegen ihrer druckentlastenden Wirkung einerseits sehr effektiv agieren, jedoch sehr teuer sind und daher nahezu ausscheiden.

Neben Auflagesystemen stehen auch Decken, die ohne Luftströmung auskommen, wie Barrier Easy Warm (selbstwärmende Decke) oder Hot Dog (elektrisch betriebenes Wärmeleitsystem), zur Verfügung. Mit ihnen wird der Oberkörper des Patienten effektiv erwärmt. Auch eine elektrisch betriebene Kohlefaserdecke, die mit 220 V oder auch mit 12 V (RTW) betrieben werden kann, gehört unter dem Begriff „Resistive Heating" dazu. Der Patient wird hier mittels dieser wieder verwendbaren, sehr flexiblen, reißfesten Kohlefaserdecke zugedeckt und vor Wärmeverlust geschützt. Diese Decke, auch als „Electric Blanket" bezeichnet, weist wie andere konduktive Wärmesysteme variable Einsatzmöglichkeiten auf, sodass nur die zu operierende Fläche frei gelegt werden kann. Thermosensoren schützen vor Überhitzung, sodass die Verbrennungsgefahr ausgeschlossen ist. Ausgeschlossen ist auch ein Eindringen von Feuchtigkeit. Alle Hemden und Decken dieser Art können gut im Sinne des Prewarmings eingesetzt werden.

Handhabung

Geräte, Decken als auch Hemden werden als Komplettsystem verkauft und sind damit aufeinander abgestimmt. Im Rahmen des Medizin-Produkte-Gesetzes gehören sie der Klasse II b an. Beim Einsatz solcher Systeme ist zu beachten, dass nur Originalsysteme mit dem jeweiligen zugelassenen Gerät genutzt werden dürfen, da damit das Risiko von Verbrennungen minimiert wird. Zu beachten ist weiterhin, dass eine aktive Erwärmung von nicht perfundierten Körperarealen unterbleibt, z. B. unterhalb eines abgeklemmten arteriellen Gefäßes, damit die Ischämietoleranz des Gewebes nicht reduziert wird.

Eine Kombination von unterschiedlichen Geräten und Decken eines anderen Anbieters birgt diesbzgl. ein Sicherheitsrisiko in sich. Aus hygienischer Sicht ist die mehrfache Nutzung einer Decke nicht zulässig. Stehen wiederverwendbare Systeme zur Verfügung, müssen sie nach den gültigen Vorschriften aufbereitet werden.

Hygienische Bedenken?

Die häufig zu findende Kritik im OP, dass durch den Einsatz eines konvektiven Wärmesystems die Inzidenz einer bakteriellen Kontamination des OP-Feldes steigt, kann entkräftet werden, da in nur einer einzelnen Studie Anzeichen dafür geliefert worden sind. Demgegenüber stehen zahlreiche andere Studien, die die klinische Relevanz dieser Ergebnisse anzweifeln und deutlich machen, dass kein signifikanter Unterschied bzgl. der Verbreitung von Keimen mit oder ohne Warmluft besteht. Aus diesem Grunde ist es auch nicht empfehlenswert, den frühen Einsatz dieser Wärmesysteme zu unterbinden und erst dann zuzulassen, wenn das OP-Feld vollständig abgedeckt ist.

Zeitgleich zeigen Leitlinien in diversen Ländern die Bedeutung des perioperativen Wärmemanagements zur Vermeidung peri- und postoperativer Probleme auf:

- **Deutschland:** Infektionsschutzgesetz (IfSG), Empfehlungen des Komitees zur Hygiene im Krankenhaus und Prävention von Infektionen des Robert Koch-Instituts (RKI)
- **Großbritannien:** National Collaborating Centre for Women's and Children's Health
- **USA:** American Society of Anesthesiologists (ASA), American Society of PeriAnesthesia Nurses (ASPAN), Centers for Disease Control and Prevention (CDC), Institute for Healthcare Improvement

Infusionen

Mit der Venenpunktion beginnt der perioperative Flüssigkeitsersatz. Hier ist auf die Applikation von angewärmten Infusionen wie kristalloide oder kolloidale Lösungen zu achten, die in speziellen Wärmeschränken aufbewahrt werden. Bei längerer OP-Dauer können Durchflusserwärmer eingesetzt werden, die die Flüssigkeit bis zum Eintritt in die Vene auf einer konstanten Temperatur halten (▶ Abb. 38.6). Bei nicht gewärmten Lösungen würde der Wärmeverlust pro Liter In-

Abb. 38.6 Durchflusserwärmer. (D. Stolecki)

fusion bei ca. 0,25 °C liegen. Bei Nutzung von Infusionswärmern gilt es, Folgendes zu beachten:

- Eine Erwärmung der Flüssigkeiten über 42 °C muss ausgeschlossen sein, da es sonst zu hämolytischen Erscheinungen (Blut) oder Ausfällungen (Infusion) kommen kann.
- Bei Massentransfusionen empfiehlt es sich, das Blut auf Körpertemperatur mittels geeigneter Geräte anzuwärmen (z. B. Sahara oder Plasmatherm).

Die Erwärmung von Infusionslösungen gilt als ergänzende, nicht als alleinige Maßnahme zur Aufrechterhaltung der Normothermie. Zur Erhöhung der Körpertemperatur sind Durchflusserwärmer jedoch nicht geeignet.

Erwärmung von Spüllösungen

Aus der Perspektive des chirurgischen Personals ist auf die Anwärmung von Spüllösungen sowohl für laparotomische als auch endoskopische OPs zu achten. Eine Temperatur von 38–40 °C reduziert signifikant den Wärmeverlust (Expertenkonsensus).

Anpassung der Raumtemperatur

Durch eine Anpassung der Raumtemperatur im Operationssaal kann das Risiko des Auftretens einer unerwünschten Hypothermie gesenkt werden. Ob eine dauerhaft erhöhte Temperatur für das dort tätige Personal tolerabel ist, sei dahingestellt, müssten doch mehr als 26 °C Raumtemperatur im Sinne einer gewünschten Wärmebilanz erreicht werden. Eine Raumtemperatur von 21 °C bildet einen guten Kompromiss zwischen empfohlener Temperatur für Operationssäle (DIN 1946-4) sowie oberhalb der kritischen Grenze (< 21 °C = Risikofaktor für die Entstehung von Hypothermie).

Nicht geeignete Verfahren

Erwärmung der Atemgase

Die Atemgaskonditionierung spielt im Sinne des Temperaturerhalts keine wesentliche Rolle, da einerseits über den Respirationstrakt nur bis zu 10 % an Wärme verloren geht und andererseits nur geringe Energiemengen zurückgeführt werden können.

38.2.2 Überwachung des Patienten

Die Ergebnisse aus der S 3-Leitlinien-AG zeigen zum Thermomanagement von chirurgischen Patienten auf, dass „in 13 europäischen Ländern nur bei 25 % der Patienten während einer Allgemeinanästhesie regelhaft eine Körpertemperaturmessung durchgeführt wird. Dagegen wird bei Patienten während Regionalanästhesie sogar nur in 16 % der Fälle die Temperatur ermittelt (AWMF-Leitlinie-Nr. 001/018 bzw. Torossian et al. 2014).

Die Messung der Körpertemperatur sollte bei allen Narkosen mit einer Dauer von über 30 min (bei Erwachsenen) zum Standard erhoben werden (▶ Abb. 38.7). Bei Kindern ist die Temperaturmessung obligat, unabhängig von der Dauer des operativen Eingriffs (s. Kap. 45). Da bei allen wärmezuführenden Maßnahmen die Gefahr einer Hyperthermie bis hin zur Verbrennung ausgeschlossen werden muss, erhält die Messung der Körpertemperatur eine doppelte Indikation.

Merke

Der Einsatz eines Wärmegerätes birgt das Risiko einer Verbrennung in sich, weswegen die Temperatur kontinuierlich erfasst werden muss.

38.2.3 Temperaturmessungen

Ziel des Monitorings ist die bestmögliche konstante oder intermittierende ca. 15-minütige Erfassung der Körperkerntemperatur. Es stehen invasive und weniger invasive Verfahren zur Verfügung, wobei die jeweilige Messgenauigkeit und die Praktikabilität entscheidend sind für den Einsatz. Gleichzeitig sollte das Messverfahren nicht durch Raumtemperatur und Störungen der Gewebsperfusion beeinträchtigt sein, sodass die Korrelation zur Hypothalamustemperatur gegeben ist. Im Folgenden sind die Messverfahren entsprechend ihrer Zugangswege dargestellt. Siehe auch ▶ Tab. 16.1.

Abb. 38.7 Temperaturerfassung im OP bei laufender Narkose. (D. Stolecki)

Empfohlene Messverfahren

Via Arteria pulmonalis

Als Goldstandard und damit als Referenzwert gilt die Temperaturmessung in der Pulmonalarterie mittels Pulmonalarterienkatheter (PAK), was aber einerseits eine hohe Invasivität bedeutet und andererseits nur bei bestimmten Patientengruppen (z. B. Herzchirurgie) eher als Nebenprodukt zur Verfügung steht. Der PAK bietet die höchste Messgenauigkeit bei schneller Reaktionszeit. Parallel können damit allerdings diverse Probleme wie Infektion und Herzrhythmusstörungen gegeben sein.

Via Pharynx

Auch der orale Bereich dient als Zugang zur Temperaturmessung (sublingual) mit guter Messgenauigkeit für Erwachsene und Kinder (ab 2 Jahre) und geringer Invasivität. Dazu muss das Thermometer in der hinteren Sublingualtasche platziert werden. Eine Änderung der Temperatur ist schnell erkennbar. Zu den möglichen Problemen und Komplikationen gehören Dislokation, Leckage des Cuffs und evtl. Blutungen (Empfehlungsgrad A).

Via Ösophagus

Ein weniger invasives und inzwischen standardisiertes Messverfahren mit guter Messgenauigkeit und schneller Reaktionszeit bietet sich mit der Platzierung einer Temperatursonde im distalen Ösophagus an. Hier ist darauf zu achten, dass die Sonde ausreichend tief geschoben wird, da sonst bei einer zu hohen Sondenlage Störungen durch die nahe liegenden Atemwege (Kühlung) möglich sind (Empfehlungsgrad A).

Via Harnblase

Bei Patienten, die bzgl. des Gesamtmonitorings einen Blasenkatheter benötigen und ggf. auch intensivmedizinisch weiterversorgt werden, sollte über die Nutzung eines Katheters mit Thermistor zur vesikalen Temperaturmessung nachgedacht werden (höhere Invasivität). Es besteht kein Unterschied zur Platzierung des Katheters gegenüber herkömmlichen Blasenkathetern, ist also einfach zu handhaben und relativ komplikationsarm. Bei den schnell und gut ermittelten Messwerten ist zu beachten, dass durch Änderungen der Harnmenge (Polyurie, Anurie) Differenzen gegenüber der Kerntemperatur eintreten können (Empfehlungsgrad A).

Via Rektum

Standardisiert und gekennzeichnet von hoher Prägnanz ist die Ermittlung der rektalen Temperatur. Es ist darauf zu achten, dass die Sonde ausreichend weit (ca. 10 cm) vorgeschoben wird. Ursache für Messfehler sind evtl. Stuhlablagerungen und evtl. Entzündungen in diesem Bereich (Wärme), Schock und Vasokonstriktion stellen Störfaktoren dar. Bei der selten auftretenden malignen Hyperthermie (S. 726) wurde eine Verzögerung des Temperaturanstiegs beobachtet, womit die nur relative Nähe des Messortes zum Körperkern zum Tragen kommt (Empfehlungsgrad A).

Nicht empfohlene Messverfahren

Via äußerem Gehörgang

Mittels einer Kontaktmessung im äußeren Gehörgang nahe dem Trommelfell wird die Kerntemperatur gut und schnell erfasst. Neben der Dislokation stellt die Perforation die größte Gefahr dar. Da die Messung auch eine große Variabilität aufweist, wird sie nicht empfohlen.

Im Gegensatz dazu sind bei einer Messung mit Infrarotthermometer wegen der „offenen Nachbarschaft“ zur Raumtemperatur eher ungenaue Körpertemperaturen zu ermitteln. Parallel ist sicherzustellen, dass keine Zerumen die tympanale Messungen stören können (wird ebenso nicht für den perioperativen Einsatz empfohlen).

Merke

Durch vielfältige Manipulationen am Patienten ist darauf zu achten, dass die im Gehörgang befindliche Sonde nicht weiter vorgeschoben wird und damit für Läsionen am Trommelfell (Tympanonperforation) sorgt.

Via Axilla und Stirn

Messungen in der Axilla werden wegen der nur sehr ungenauen Messwerte nicht empfohlen.

Da für transkutane Temperaturmessungen z. B. an der Stirn noch keine verwertbaren Daten vorliegen, wird diese Temperaturmessung nicht beurteilt.

38.2.4 Grundregeln des perioperativen Wärmeerhalts

Jeder Patient hat ein Recht auf eine ausgeglichene Körpertemperatur und ein damit verbundenes effektives Thermomanagement. Beachten Sie bitte von daher im Rahmen des Wärmemanagements folgendes Prozedere:

- Lassen Sie den Patienten bei der Einschleusung so lange wie möglich zugedeckt.
- Platzieren Sie ihn anschließend auf einem OP-Tisch mit vorgewärmten Gelmatten/Unterlagen.
- Decken Sie ihn unmittelbar nach der Umlagerung mit warmen Tüchern zu.
- Legen Sie bei den sich anschließenden Narkosevorbereitungen nur die Körperfläche frei, die benötigt wird (EKG, RR usw.) und decken Sie ihn sofort wieder zu.
- Nutzen Sie ergänzend für das Wärmemanagement warme Infusionen und ggf. Infusionswärmer bei langer OP-Dauer.
- Achten Sie darauf, dass der Patient erst unmittelbar vor der Hautdesinfektion abgedeckt wird.
- Setzen Sie so früh wie möglich ein konvektives Wärmesystem ein und bedecken Sie damit alle zur Verfügung stehenden Hautareale.
- Überwachen Sie den Patienten durch eine konsequente Erfassung der Körpertemperatur, insbesondere bei längeren OPs in Allgemein- und bei Regionalanästhesie.
- Sorgen Sie unmittelbar postoperativ (noch im OP) für die schnelle Zudeckung des Patienten (wenn möglich, angewärmte Zudecke) und ziehen Sie ihm ein warmes Patientenhemd an.

Durch ein adäquates Wärmemanagement

- gelingt die Frühextubation, sodass einerseits die Fasttrack-Chirurgie keine unnötigen Zeitverluste erlebt und andererseits eine postoperative Nachbeatmung vermieden wird,
- kann ein (unnötiger) Behandlungstag auf der Intensivstation vermieden werden,
- resultiert eine Reduktion des Blutverlustes und eine geringere Transfusionsrate, und – last, but not least –
- eine Senkung der Krankenhausverweildauer mit deutlich geringeren Kosten.

Merke

Bedenken Sie immer, dass Hypothermie und einhergehendes Kältezittern für den Patienten Komplikationen darstellen. Darüber hinaus hat postoperatives Shivering genau wie Übelkeit und Erbrechen einen hohen *Erinnerungswert* in der Befindlichkeit und des Wahrnehmens und beeinflusst die postoperative und postanästhesiologische Erholungszeit.

38.3 Leseservice

38.3.1 Literatur

Bock M, Bauer M, Rösler L et al. Dolasetron und „shivering“. Eine prospektive, randomisierte, placebokontrollierte pharmakoökonomische Evaluation. Der Anaesthesist 2007; 56: 63–70

Brandt S, Imhoff M, Mühlsteff J et al. Akzidentelle Hypothermie – Diagnose, Prävention und Therapie. hgg. vom Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V. (VDE) und der Deutschen Gesellschaft für Biomedizinische Technik (DGBMT). Im Internet: http://www.vde.com; Stand: 19.06.2014

Brandt S, Oguz R, Huttner H et al. Resistivepolymer versus forced-air warming: Comparable efficacy in orthopedic patients. Anesth Analg 2010; 110: 834–838

Bräuer A, Rathgeber J, Braun U. Monitoring und Wiedererwärmung von Patienten mit akzidenteller Hypothermie: Zu der Arbeit von Elsässer A et al. „Ak-

zidentelle Hypothermie“. Intensivmed 2000; 37: 244–245

Bräuer A, Perl T, Quintel M. Perioperatives Wärmemanagement. Der Anaesthesist 2006; 55: 1321–1340

Bräuer A, Quintel M. Forced-air warming: Technology, physical background and practical aspects. Curr Opin Anaesthesiol 2009; 22: 769–774

Brüx A, Girbes ARJ, Polderman KH. Kontrollierte milde und moderate Hypothermie. Der Anaesthesist 2005; 54: 225–244

Depenbusch G. Perioperative Wärmemaßnahmen für Patienten noch effektiver eingesetzt. Heiße Tipps gegen coole Fälle. intensiv 2002; 10: 48–59

El-Gamal N et al. Age-related thermoregulatory differences in a warm operating room environment (approximately 26 degrees C). Anesth Analg 2000; 90 (3): 694–698

Eshraghi Y, Sessler DI. Exploratory method-comparison evaluation of a disposable non-invasive zero heat flow thermometry system. American Society of Anesthesiologists 2012. Annual meeting. A63

Frank SM et al. Perioperative maintenance of normothermia reduces the incidence of morbid cardiac events. A randomized clinical trial. JAMA 1997; 277 (14): 1127–1134

Galvao CM et al. A systematic review of the effectiveness of cutaneous warming systems to prevent hypothermia. J Clin Nurs 2009; 18(5): 627–636

Herzog S. Regulation der Körpertemperatur. In: Ullrich L, Stolecki D, Grünewald M, Hrsg. Intensivpflege und Anästhesie. 2. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2010

Heuer L. „Pre-warming” – Einführung in ein Verfahren zur Vermeidung der perioperativen Hypothermie. Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 2003; 38: 583–586

Kurz A, Sessler DI, Lenhardt R. Perioperative normothermia to reduce the incidence of surgical-wound infection and shorten hospitalization. Study of Wound Infection and Temperature Group. N Endl J Med. 1996 May 9; 334 (19): 1209–15

Lenhardt R et al. Mild intraoperative hypothermia prolongs postanesthetic recovery. Anesthesiology 1997; 87 (6): 1318–1323

List W, Osswald PM, Hornke I. Komplikationen und Gefahren in der Anästhesie. 4. Aufl. Berlin: Springer; 2003

NICE: Perioperative hypothermia (inadvertent): the management of inadvertent perioperative hypothermia in adults. NICE Clinical Guideline 2008; 29

Pannen BHJ. Normo- und Hypothermie aus anästhesiologischer Sicht. Der Anaesthesist 2007; 56: 940–944

Perl T, Rhenius A, Eich CB, Quintel M, Heise D, Bräuer A. Conductive warming and isloation reduces perioperative hypothermia. Cent EurMed 2012; 7: 284–289

Pietsch AP, Lindenblatt N, Klar E. Perioperative Hypothermie. Der Anästhesist 2007; 56: 936–939

Rathgeber J, Schmidt JH. Pharmakologische Beeinflussung der Wärmeproduktion, Atemgasklimatisierung und Infusionswärmer. In: Weyland W, Braun U, Kettler D, Hrsg. Symposium: Perioperative Hypothermie-Probleme, Prävention und Therapie. Ebelsbach: Aktiv-Druck; 1997

Russo SG, Müller C, Perl T, Bauer M, Bräuer A. Effektivität einer neuen Wärmedecke. Der Anästhesist 2013; 62 (2): 137–142

Schmidt JH, Weyland W, Fritz U et al. Experimentelle Untersuchung zur Effektivität verschiedener Infusions- und Blutwärmeverfahren. Anaesthesist 1996; 45: 1067–1074

Schmied H, Kurz A, Sessler DI et al. Mild hypothermia increases blood loss and transfusion requirements during total hip arthroplasty. Lancet 1996; 347 (8997): 289–292

Sessler DI. Temperature monitoring and perioperative thermoregulation. Anesthesiology 2008; 109 (2): 318–38

Sharp RJ, Chesworth T, Fern ED. Do warming blankets increase bacterial counts in the operating field in a laminar-flow theatre? J Bone Joint Surg Br 2002; 84 (4): 486–8

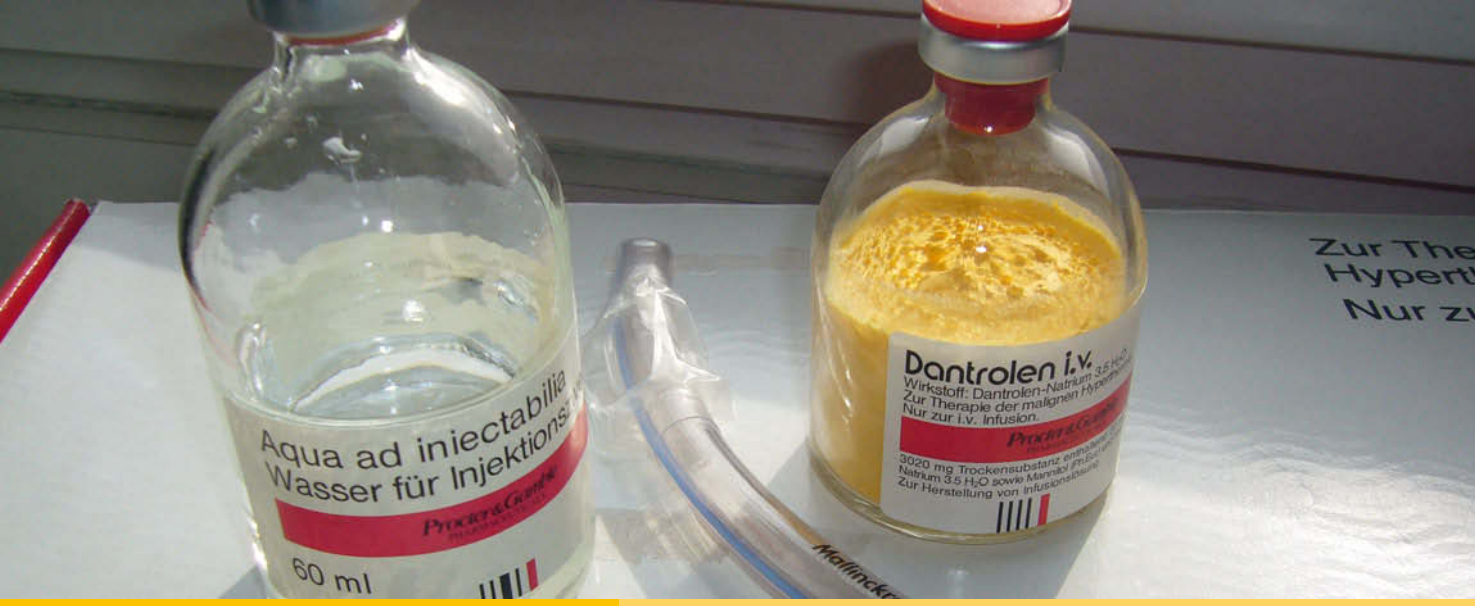
Torossian A. Monitoring in der Anästhesie. Perioperatives Temperaturmonitoring. Anaesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 2008; 43 (5): 397–399

Torossian A, Bein B, Welk I et al. S3-Leitlinie Vermeidung von perioperativer Hypothermie 2014. AWMF-Register-Nr. 001/018. Im Internet: http://www.awmf.org; Stand: 19.09.2014

Timphus A, Timphus T, Rohe G, Weyland A. Vergleich konduktiver und konvektiver Wärmung während radikaler Prostatektomie. Ebelsbach: Diomed; 2006 (Abstract-CD zum DAC 2006)

Uzun G et al. Severe burn injury associated with misuse of forced-air warming device. J Anesth 2010; 24 (6): 980–981

Weyland W, Braun U, Kettler D, Hrsg. Perioperative Hypothermie. Ebelsbach: Aktiv Druck; 1997



Kapitel 39

Komplikationen in der Anästhesie

39.1 Einleitung *720*

39.2 Respiratorische Komplikationen *720*

39.3 Weitere Komplikationen *725*

39.4 Leseservice *728*

39 Komplikationen in der Anästhesie

Antje Gottschalk, Björn Ellger

39.1 Einleitung

Lebensbedrohliche Komplikationen können zu jedem Zeitpunkt der perioperativen Versorgung auftreten und betreffen meist Komplikationen des Herz-Kreislauf-Systems und der Atmung, sodass eine individuelle und lückenlose Überwachung dieser Funktionen in der perioperativen Phase durchzuführen ist. Menschliches Versagen durch unsachgemäße Anwendung von Überwachungseinheiten, Ausstellen, Unterdrücken von Alarmen, Ablenkung, Ausbildungsdefizite und Selbstüberschätzung des Personals sind gefährliche Begleiter der Patienten.

In den Industrienationen liegt die Rate für schwerwiegende Komplikationen oder Todesfälle bei 0,4–0,8 % aller Operationen, bei 3–16 % kommt es zu perioperativen Komplikationen. Die durch ausschließlich anästhesiologische Maßnahmen bedingte Mortalitätsrate wird mit ca. 0,69/100 000 Operationen eingeschätzt, die mit der Anästhesie assoziierte Mortalitätsrate liegt bei ca. 4,7/100 000 Fällen. Treten anästhesiebedingte Komplikationen auf, ist unverzüglich professionelles Handeln gefordert, um schwerwiegende lebensbeeinträchtigende Langzeitfolgen und Todesfälle zu vermeiden.

Folgende Kernpunkte sollten beachtet werden, um diese schwerwiegenden Komplikationen zu vermeiden:

- Kenne deine Arbeitsumgebung (Technik und Organisation).
- Antizipiere und plane voraus.
- Fordere Hilfe an (lieber früh als spät).
- Übernimm die Führungsrolle … oder sei ein gutes Teammitglied.
- Verteile die Arbeitsbelastung.
- Mobilisiere alle verfügbaren Ressourcen in Bezug auf Personen und Technik.
- Kommuniziere sicher und effektiv.
- Beachte und verwende alle vorhandenen Informationen.
- Verhindere und erkenne Fixierungsfehler.
- Habe Zweifel und überprüfe genau.
- Verwende Merkhilfen und schlage nach.
- Re-evaluiere die Situation immer wieder.
- Lenke deine Aufmerksamkeit bewusst.
- Setze Prioritäten dynamisch.

Merke

Vermeide Fehler und gib Sauerstoff!

Ist der Auslöser der Komplikation nicht sofort offensichtlich und abstellbar, ist erst nach Einleiten der Therapie zur Wiederherstellung der gestörten Vitalfunktionen die exakte Differenzialdiagnose der auslösenden Ursache durchzuführen.

Im Folgenden werden nur einige der relevanten potenziell lebensbedrohlichen Komplikationen während der Allgemeinanästhesie vorgestellt. Auf häufige Komplikationen wie Lagerungsschäden, Zahnschäden, Übelkeit und gerätebedingte Schwierigkeiten sei an dieser Stelle nur kurz hingewiesen. Ziel dieses Kapitels ist es, die Grundlagen für die schnelle Diagnostik von lebensbedrohlichen Komplikationen und ihre Therapie zu vermitteln, die notwendig sind, damit aus einem Zwischenfall keine tödliche Komplikation wird.

39.2 Respiratorische Komplikationen

Sehr häufig werden schwerwiegende respiratorische Komplikationen durch die falsche Bedienung von Beatmungsgeräten ausgelöst. Dies erscheint unnötig und ist bei guter Vigilanz des Anästhesiepersonals vermeidbar. Durch einfache Standardmaßnahmen lässt sich ein großer Teil der lebensbedrohlichen respiratorischen Komplikationen verhindern:

- Die Funktion von Geräten ist vor Inbetriebnahme zu prüfen (hier empfiehlt sich die Zuhilfenahme von Checklisten).
- Tubuslage durch kontinuierliche exspiratorische CO_2-Messung und Auskultation kontrollieren.
- Schlauchsysteme auf Abknickungen und Obstruktionen (Schleim u. ä.) überprüfen.
- Diskonnektionsalarme einstellen und Alarme beachten.

39.2.1 Der schwierige Atemweg (Cannot intubate, cannot ventilate)

Definition

Die Situation des „Cannot intubate, cannot ventilate" entsteht, wenn bei einem ateminsuffizienten Patienten, z. B. nach Induktion der Allgemeinanästhesie, weder eine Beatmung mit Maske, ein alternativer Atemweg (z. B. eine Larynxmaske) noch eine endotracheale Intubation möglich sind.

Die Inzidenz liegt bei ca. 1:10 000 Narkosen, schwierige Intubationen alleine kommen bei ca. 1–6 % der Narkosen vor. Die unmögliche Intubation alleine ist noch keine Notfallsituation; erst eine in dieser Situation unmögliche Maskenbeatmung führt zur potenziellen Lebensbedrohung. Hier ist schnelles Handeln geboten, um Schäden durch Hypoxie zu vermeiden. Besser noch als das perfekte Krisenmanagement ist aber die Voraussage der schwierigen Atemwegssituation.

Ätiologie

Verschiedene Pathologien mit erhöhter Gefahr eines „Cannot intubate, cannot ventilate" sind in ▶ Tab. 39.1 aufgeführt. Bei allen Patienten mit bekannt oder vermutet schwierigem Atemweg sollten folgende Untersuchungen durchgeführt und auffällige Befunde dokumentiert werden:

Tab. 39.1 Krankheitsbilder mit erhöhter Wahrscheinlichkeit von „Cannot intubate, cannot ventilate".

Pathologie	z. B. bei
Makroglossie	M. Down, Akromegalie, Quincke-Ödem, Amyloidose, Myxödem
Missbildungssyndrome	Pierre-Robin, Treacher-Collins, Franceschetti, Klippel-Feil, Pfaundler-Hurler, Akromegalie
Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalte	
Dysgnathie	
HWS-Veränderungen	M. Bechterew, PCP, Trauma, Diabetes mellitus
Kiefergelenksveränderungen	Trauma, Tumor, Ankylose, Infektion
Voroperationen/Bestrahlungen	Neck-Dissection, Nasopharynxtumore
Struma	
Schleimhautschwellungen	Schwangerschaft, Verätzungen, Z. n. Verbrennungen
Epiglottitis	Kinder, meist durch Haemophilus influenzae
Adipositas	
Blutungen	Trauma, Epistaxis, Nachblutung nach Halsoperationen, Trachea- oder Bronchusruptur
Entzündungen der Halsweichteile	Abszess (parapharyngeal, -tonsillär), Fasciitis, Mukositis

- Frontzahnokklusion: ein ausgeprägter Überbiss oder vorstehende Schneidezähne können die Laryngoskopie und Intubation erschweren
- Mundöffnung: Schneidekantendistanz der Frontzähne
- Mallampati-Score
- Vorschiebbarkeit des Unterkiefers (Protrusion) durch Upper-Lip-Bite-Test
- Vorschiebbarkeit des Kopfes (Extension im Atlantooccipitalgelenk)
- HWS-Beweglichkeit (thyreomentale Distanz = Patil-Test): Beurteilung der Reklination (bei einer thyreomentalen Distanz < 6 cm sind Intubationsprobleme zu erwarten)
- Beweglichkeit des Larynx (z. B. bei Zustand nach Bestrahlung oder lokalem Tumorwachstum)

Bei vorhersagbar schwierigem Atemwegsmanagement ist eine frühzeitige Absprache schon am Vortag der Operation (z. B. unmittelbar nach der Prämedikationsvisite) zu empfehlen und vermeidet unnötige Hektik unmittelbar vor Narkoseeinleitung.

Symptome

Kann eine endotracheale Intubation nicht erfolgen, so weisen die folgenden Anzeichen auf eine insuffiziente Maskenbeatmung und damit auf die beginnende Notfallsituation hin:

- Entweichen von Luft am Maskenansatz, evtl. Geruch des Narkosegases
- keine Thoraxexkursionen und kein messbarer exspiratorischer Gasfluss
- kein exspiratorisch messbares CO_2-Signal
- fehlendes Atemgeräusch
- Zyanose und Absinken der Sauerstoffsättigung
- Aufblähen des Abdomens durch einen dilatierten Magen (Cave: Aspirationsgefahr!)
- hypoxisch bedingte Bradykardie und Hypotonie bis zum Kreislaufstillstand

Management des schwierigen Atemweges

Schon vor Beginn der Narkose muss bei allen Beteiligten der Algorithmus zum Management des schwierigen Atemweges sicher klar und trainiert sein. Der Aufbewahrungsort für Notfallausrüstung und -medikamente muss bekannt sein. Ein Algorithmus wird in ▶ Abb. 39.1 vorgeschla-

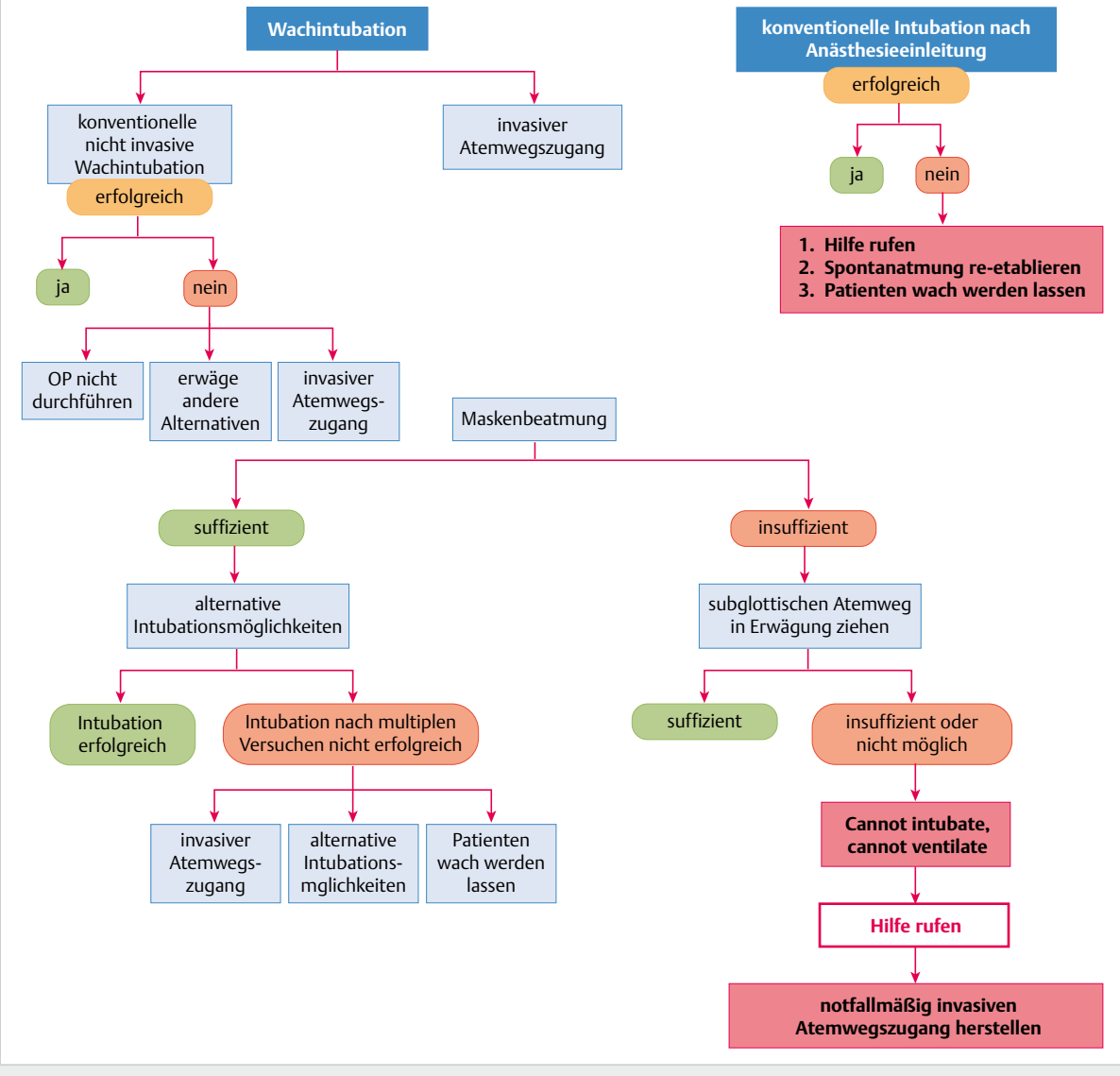


Abb. 39.1 Algorithmus zum Management des schwierigen Atemweges.

gen. Bei Patienten mit bekannten oder erwarteten Intubationsschwierigkeiten sollte die Narkoseeinleitung nur an einem Arbeitsplatz durchgeführt werden, an dem suffizientes Equipment bereitsteht und wenn notwendig schnell zusätzliches Fachpersonal zur Hilfe hinzugezogen werden kann. Bezüglich der Wahl des Anästhesieverfahrens sind die Vor- und Nachteile einer Lokal-/Regionalanästhesie versus einer Allgemeinanästhesie abzuwägen.

Die fiberoptische Wachintubation ist bei verständigen, kooperativen und gut aufgeklärten Patienten die Methode der Wahl. Bei unkooperativen Patienten und Kindern ist sie oft nur schwer möglich. In diesem Fall ist ein alternatives Vorgehen zu planen, z. B.:

- Erwachsene: z. B. Narkoseinduktion und nachfolgende blinde Intubation mittels Intubationslarynxmaske, Intubation mittels Videolaryngoskopie oder fiberoptische Intubation über eine Intubationslarynxmaske, Larynxmaske oder Gesichtsmaske;
- Kinder: z. B. Narkoseinduktion und Intubation mittels Videolaryngoskopie oder nachfolgende fiberoptische Intubation über Larynxmaske oder Gesichtsmaske.

Wichtig ist daran zu denken, dass der Patient mit schwierigem Atemweg postoperativ visitiert wird, ihm die Problematik erörtert und ein Anästhesie-Ausweis ausgestellt wird.

Notfallmaßnahmen müssen eingeleitet werden, bevor die Situation außer Kontrolle gerät. Dazu gehört zuerst das Herbeirufen kompetenter Hilfe. Ist die Maskenbeatmung unmöglich, kann das Beatmen durch Einführen eines Guedel- oder Wendl-Tubus (Cave: Würgereiz, Erbrechen durch Guedel-Tubus bei unzureichender Reflexdämpfung) evtl. erleichtert werden oder durch Verwenden beider Hände zum Maskenhalten der Sitz der Maske verbessert werden.

Praxistipp

Optimieren des Esmarchschen Handgriffs oder leichtes Seitwärtsdrehen des Kopfes können häufig die Maskenbeatmung erleichtern.

Gelingt es auch nach Durchführen dieser Maßnahmen nicht, eine gute Maskenbeatmung oder eine endotracheale Intubation durchzuführen, so werden Hilfsmittel wie Larynxmaske oder Kombitubus (S. 199) eingesetzt. Besonders hingewiesen sei auf die Intubationslarynxmaske, durch die bei sicherer Lage der Larynxmaske ein Tubus über die Maske in die Trachea vorgeschoben werden kann (▶ Abb. 39.2). Ein alternatives Tool ist die Videolaryngoskopie. Als letzter Ausweg bleiben direkte Zugänge zur Trachea z. B. durch retrograde Intubation über einen Führungsdraht, Enk-Oxygen-Flowmodulator, Notkoniotomie oder die Nottracheotomie.

Abb. 39.2 Intubationslarynxmaske mit eingeführtem Spiraltubus. (Fa. LMA-Fastrach TM, LMA Deutschland GmbH)

Eventuell sind schlechte Intubationsbedingungen oder eine unmögliche Maskenbeatmung durch unzureichende Narkosetiefe oder eine Thoraxrigidität (z. B. durch Opioide) begründet. Ein Vertiefen der Narkose oder eine Muskelrelaxierung in einer Situation mit unsicherem Atemweg sind gefährlich und sollten, wenn überhaupt, dem Erfahrenen vorbehalten sein.

Nach Operationen am Hals (z. B. Schilddrüsenresektionen, Karotis-OP oder Neck-Dissection) kann es zur Nachblutung kommen. Da die Blutung nach Hautnaht nicht entweichen kann, kommt es zu einer prä- oder paratrachealen Hämatombildung. Dieses Hämatom kann die Trachea komprimieren und den oberen Luftweg komplett verlegen. Abhilfe schafft hier nur die sofortige Eröffnung der Hautnaht auf ganzer Länge und eventueller subkutaner Nähte, damit das Hämatom entlastet werden kann. Die Spontanatmung des Patienten sollte so lange wie möglich erhalten bleiben.

Gelingen die Maßnahmen zur Atemwegssicherung nicht und tritt ein hypoxisch bedingter Kreislaufstillstand ein, so bleibt das Etablieren eines sicheren Atemwegs notwendige Bedingung, bevor eine erfolgreiche Reanimation durch Medikamente und Defibrillation erwartet werden darf.

Prophylaxe

Eine präoperative Evaluation des Atemweges ist notwendig, sodass bei vorhersehbaren Schwierigkeiten ggf. eine Atemwegssicherung beim wachen Patienten (fiberoptische Wachintubation, Tracheotomie in Lokalanästhesie) oder eine Regionalanästhesie durchgeführt werden können.

Präoxygenierung

Der Mensch speichert Sauerstoff nur in sehr geringem Maße im Gewebe oder an Erythrozyten. Als Hauptsauerstoffspeicher dienen die Lungen, genauer das Gasreservoir in Exspiration (funktionelle Residualkapazität, S. 102). Durch Präoxygenieren wird der in der Lunge vorhandene Stickstoff aus der Raumluft gegen Sauerstoff ausgetauscht.

Definition

Präoxygenieren heißt, dass der Patient über mind. 5 Minuten über eine dicht sitzende Maske reinen Sauerstoff atmet.

Bei Raumluftatmung liegen im alveolären Gasgemisch ca. 18 % Sauerstoff vor. Das entspricht bei einer funktionellen Residualkapazität von 3 l eines apnoeischen Erwachsenen ca. 500 ml reinem Sauerstoff. Bei einem Sauerstoffverbrauch in Ruhe von 300 ml/min würde also der in der Lunge gespeicherte Sauerstoff nach weniger als 2 min Apnoe verbraucht sein. Durch Präoxygenieren mit einer dicht sitzenden Maske über einige Minuten kann ein Sauerstoffanteil von ca. 80 % im alveoären Gasgemisch erreicht werden. Dies entspricht bei 3 l funktioneller Residualkapazität 2,4 l reinem Sauerstoff. Bei einem Verbrauch von 300 ml/min würde dieser Sauerstoff für 8 min ausreichen. Durch Präoxygenieren gewinnt man also Zeit, um nach Einleiten einer Allgemeinanästhesie auftretende Atemwegskomplikationen zu behandeln.

▶ **Eingeschränkte Lungenfunktion.** Patienten mit einer eingeschränkten Lungenfunktion haben häufig eine deutlich geringere Sauerstoffreserve, eine Präoxygenierung ist also weniger effektiv. Bei Kindern ist die funktionelle Residualkapazität bezogen auf das Körpergewicht kleiner; der Sauerstoffverbrauch pro Kilogramm Körpergewicht aber höher als beim Erwachsenen. Die Sauerstoffreserve ist also kleiner und die durch das Präoxygenieren gewonnene Zeit bis zum Eintritt der Hypoxämie unter Apnoe wird kürzer, je jünger das Kind ist.

► **Pulsoxymetrie.** Die pulsoxymetrisch gemessene Sauerstoffsättigung sagt nichts über die Sauerstoffreserve aus, sie sagt lediglich, wie hoch die „Auslastung" der Sauerstoffträger im Blut ist. Eine Präoxygenierung des Patienten vor Induktion der Narkose ist in jedem Fall notwendig, auch wenn das Pulsoxymeter 100 % anzeigt. Ein Abfall der pulsoxymetrisch gemessenen Sauerstoffsättigung zeigt an, dass die Sauerstoffreserven in der Lunge bereits weitgehend aufgebraucht sind.

39.2.2 Aspiration

Definition

Als Aspiration wird das Eindringen von Fremdkörpern in das Tracheobronchialsystem bezeichnet.

Das Aspirieren von Blut aus dem oberen Respirationstrakt oder Mageninhalt bei Narkoseeinleitung, Extubation und während einer Maskennarkose sind anästhesiologisch besonders relevant. Eine Aspiration von Mageninhalt kann aktiv (Erbrechen) oder passiv (Regurgitation) erfolgen und geschieht bei ca. 0,5 auf 3 000 Narkosen, in weniger als 5 % der Fälle mit tödlichem Ausgang.

Die („stumme") Aspiration des beatmeten Intensivpatienten ist sehr viel häufiger. Eine Aspiration ist immer dann möglich, wenn ein Patient keinen suffizienten Magenverschluss und keine Schutzreflexe (Glottisschluss, Husten, Schlucken) hat. Die Aspiration kann fulminant mit unmittelbarem Einsetzen von Symptomen oder als stumme Aspiration mit protrahierter Symptomatik verlaufen.

Ätiologie

► **Risikofaktoren.** Durch folgende Faktoren wird das Aspirationsrisiko bei einer Allgemeinanästhesie erhöht:

- Ileus/„Akutes Abdomen"
- (Poly-)Traumapatienten mit eingeschränkter Bewusstseinslage
- Empfehlungen zur präoperativen Nüchternheit nicht eingehalten, d. h. vor weniger als 2 h mehr als 50 ml klare Flüssigkeit (Wasser, Tee, Kaffee ohne Milch, Fruchtsaft ohne Fruchtstücke; gilt nicht für Alkohol!), vor weniger als 4 h Muttermilch, vor unter 6 h Tiermilch(-produkte), Muttermilchersatzprodukte, Sondenkost oder feste Nahrung (leichte Mahlzeit!)
- Notfalleingriff (Nüchternheitsstatus unklar bzw. verzögerte Magenentleerung und erhöhte Sekretion infolge Stress; bei Traumapatienten gilt: Entscheidend für die Magenentleerung ist das Intervall zwischen letzter Nahrungsaufnahme und Trauma – nicht zwischen Trauma und OP. Auch nach Einhaltung einer Nahrungskarenz von 6 h nach Trauma ist der Magen nicht sicher entleert, da durch Stress, Schmerz und Schmerzmittel wie Opiate die Magenpassage verzögert wird.)
- extreme Angst/Stress oder Schmerz
- starke Übelkeit und/oder aktives Erbrechen
- Motilitätsstörungen im Magen-Darm-Trakt (z. B. inkarzerierte Hernie, Volvulus, Pylorospasmus, Duodenalatresie, Gastric banding)
- symptomatische gastroösophageale Refluxerkrankung (z. B. Hiatushernie, intrathorakale Gastroösophagostomie [Magenhochzug])
- Pathologien des Ösophagus (z. B. Fistel, Divertikel, Achalasie, Sphinkterinsuffizienz)
- Blutungen aus dem oberen Gastrointestinaltrakt und/oder Nasopharyngealbereich
- Erhöhung des intraabdominellen Drucks (z. B. bei ausgeprägtem Aszites)
- Schwangere ab der 20. SSW
- Beeinträchtigung der laryngealen Schutzreflexe und der Vigilanz bei chronisch-neurologischen Erkrankungen, akuten zerebralen Ereignissen, Intoxikationen, metabolischen Störungen, zentralnervösen Infektionen usw.

Sofern keine Kontraindikationen vorliegen, ist bei Risikopatienten bzw. Krankheitsbildern, die mit einem erhöhten Aspirationsrisiko assoziiert sind, Regionalanästhesieverfahren der Vorzug zu geben. Hier verbietet sich dann eine zusätzliche (tiefe) Analgosedierung, um eine Kompromittierung der Schutzreflexe zu vermeiden.

Merke

Auch bei sehr kurzen oder kleinen Notfalleingriffen kann das Aspirationsrisiko sehr hoch sein! Keine Maskennarkose und keine Maskenbeatmung beim aspirationsgefährdeten Patienten durchführen! Eine inadäquate Narkosetiefe im Rahmen der Anästhesieeinleitung erhöht die Aspirationsgefahr.

► **Komplikationen.** Durch die Aspiration kommt es

- zur Verlegung der Atemwege (z. B. durch Nahrungsbestandteile) mit der Folge von Atelektasen,
- zum Broncho- oder Laryngospasmus oder
- zu einer chemischen Schädigung der Gasaustauschfläche (Pneumonitis), die zum ARDS führen kann.

Man geht davon aus, dass die Pneumonitis schwerwiegender wird, je größer die Aspiratmenge und je niedriger ihr pH-Wert ist. Valide Daten über die Aspiratmengen, die zur Entstehung der Pneumonitis nach Aspiration notwendig sind, gibt es aber nicht.

Symptome

Die Symptome einer Aspiration reichen von Dyspnoe, Husten, Tachypnoe und Zyanose bis zur fulminanten respiratorischen Insuffizienz mit Abfall der Sauerstoffsättigung, Hyperkapnie und Azidose (Blutgasanalyse). Auskultatorisch fallen Giemen, Brummen und Pfeifen als Hinweis auf, Bronchospastik oder über einzelnen Lungenarealen verminderte Atemgeräusche als Zeichen für Atelektasen auf.

Bronchoskopisch sieht man evtl. Nahrungsreste oder diffuse Entzündungszeichen der Schleimhaut. Kardiozirkulatorische Komplikationen können hinzukommen. Das Röntgenbild des Thorax kann zunächst unauffällig sein oder diffuse Infiltrate bis hin zum Bild eines ARDS zeigen.

Therapie bei Verdacht auf Aspiration

Wenn nach Narkoseinduktion Magensekret oder Blut im Oropharynx stehen, muss das Sekret schnell (z. B. durch Absaugen und Kopf-Tief-Lagerung) entfernt werden, um die Sekretmenge, die in den Bronchialtrakt eindringt, gering zu halten. Die erste Beatmung nach endotrachealer Intubation sollte erst nach diesen Maßnahmen erfolgen, um zu verhindern, dass sich das Aspirat durch die Beatmung verteilt. Der pH-Wert des Aspirats wird zur Diagnosesicherung bestimmt; liegt er unter 6, so kann von der Aspiration von saurem Magensaft ausgegangen werden.

Aufgrund der Gefahr der Aspiratstreuung in tiefere Lungenabschnitte muss eine blinde bronchoalveoläre Lavage unterbleiben. Zur Entfernung von Fremdkörpern, gezielten Lavage und Diagnosesicherung sollte sobald wie möglich eine Bronchoskopie durchgeführt werden. Besteht das Bild einer respiratorischen Insuffizienz, so muss der Patient auf einer Intensivstation überwacht werden. Intensive Atemtherapie wie z. B. CPAP (S. 192) oder invasive Beatmung mit PEEP (S. 220)und Antibiotikatherapie (z. B. Cephalosporin u. Makrolid) werden evtl. notwendig.

Aspirationsprophylaxe

Risikofaktoren für eine Aspiration sollten soweit wie möglich minimiert werden (hierzu gehört u. a. das Einhalten der Nahrungskarenz). Wenn möglich, sollte ein Eingriff beim Risikopatienten in Regional-

anästhesie erfolgen oder ein verschiebbarer Eingriff einige Stunden später durchgeführt werden, um eine Nüchternheit sicherzustellen.

Bei bekannten und nicht zu behebenden Risikofaktoren wird eine medikamentöse Prophylaxe zum Anheben des Magen-pH-Wertes (z. B. am Vorabend der OP und 2 h präoperativ 300 mg Ranitidin p. o.) durchgeführt und die Narkose durch „Rapid-Sequence-Induction" (Blitzeinleitung, „RSI") eingeleitet.

► **Rapid-Sequence-Induction (RSI).** Allgemeinanästhesien beim Risikopatienten werden immer als Intubationsnarkose als Rapid-Sequence-Induction (RSI) durchgeführt, da Larynxmasken keinen sicheren Aspirationsschutz bieten. Die Extubation des gefährdeten Patienten erfolgt erst bei vollständig zurückgekehrten Schutzreflexen und nach Absaugen des Mageninhaltes durch eine Magensonde. Das Vorgehen bei „Rapid-Sequence-Induction" (RSI), auch Ileus- oder Crush-Einleitung genannt, wird ausführlich im Kap. „Rapid Sequence Induction" (S. 707) beschrieben.

39.2.3 Bronchospasmus

Definition

Der Bronchospasmus ist ein primär reversibler, gegenüber der physiologischen Anpassung gesteigerter Tonus der Bronchialmuskulatur mit Schleimhautödem und daraus folgender Lumeneinengung des luftleitenden Systems.

Ätiologie

Chronisch obstruktive Atemwegserkrankungen (COPD), Asthma, allergische Erkrankungen, Atopie, Rauchen und entzündliche Erkrankungen (z. B. Virusinfekte) disponieren zu dieser bronchialen Überreaktion. Die endotracheale Intubation bei nicht ausreichender Anästhesietiefe muss neben anderen mechanischen Irritationen (endotracheales Absaugen, Tubusmanipulationen) als Hauptrisikofaktor für das Auslösen eines Bronchospasmus gelten.

Bronchospasmen können auch im Rahmen anaphylaktischer oder anaphylaktoider Reaktionen (S. 726) durch unterschiedliche Auslöser (Medikamente, Latex) verursacht werden. Eine unbemerkte Aspiration muss ebenfalls als Ursache in Erwägung gezogen werden.

Da das Bronchialsystem im Rahmen akuter, viraler respiratorischer Infekte (v. a. bei Kindern) besonders vulnerabel ist, sollten elektive Eingriffe erst 6 Wochen nach Abklingen der Symptome durchgeführt werden.

Symptome

Über der Lunge hört man typischerweise exspiratorisches Giemen, Brummen und Pfeifen. Begleitend treten Zyanose, Tachykardie, Rhythmusstörungen, Schwitzen und Blutdruckschwankungen auf. Unter maschineller Beatmung fallen ein erhöhter Atemwegsdruck, niedrige Tidalvolumina und ein langsamer Anstieg der Kapnografiekurve auf. Bei einem schweren Bronchospasmus können Atemgeräusch („Silent Lung") und endtidales CO_2-Signal fehlen. In der BGA erkennt man u. U. Azidose, Hypoxämie und Hyperkapnie. Folgen des schweren Bronchospasmus können Rechtsherzbelastung und schwere Hypoxie sein, die bis zum Kreislaufstillstand führen können.

Therapie

Bei Verdacht auf einen Bronchospasmus erfolgt die Therapie in Stufen:

- Mit 100 % Sauerstoff beatmen, Patient vorsichtig von Hand ventilieren.
- „Ursachen" wie z. B. Abknickungen im Beatmungsschlauch oder Tubusobstruktionen durch Schleim, Cuffhernie oder Torsion beheben.
- Atemwegsirritationen beseitigen (z. B. auf der Carina reitenden Tubus, Unterbrechen von chirurgischen Stimuli).
- Medikamentöse Therapieoptionen:
  - inhalative β_2-Mimetika (z. B. Fenoterol alle 10 min, tubusnah in den Inspirationsfluss oder Vernebeln von Suprarenin über Vernebler im Inspirationsschenkel)
  - Anästhesie mit volatilen Anästhetika, ggf. Ketamin
  - β_2-Mimetika (z. B. Terbutalin) subkutan (0,25–0,5 mg)
  - Adrenalin ggf. intravenös (0,1 mg auf 10 ml NaCl 0,9 % milliliterweise titrieren)
  - Glukokortikoide (z. B. 1 mg/kgKG Methylprednisolon)
  - Antihistaminika
  - Magnesium
  - Lidocain

Merke

Den Erfolg der Maßnahmen kann man am sich normalisierenden Atemmuster, den sinkenden Atemwegsdrücken und der normalisierten Kapnografiekurve direkt sehen.

Volatile Anästhetika und Ketamin wirken bronchodilatatorisch und sind somit im Rahmen einer Beatmung geeignet.

Anticholinergika (Glykopyrronium, Ipratropiumbromid) wirken erst nach 30–90 min und sind somit zum Durchbrechen des akuten Bronchospasmus ungeeignet. Theophyllin hat im akuten Anfall keinen nachgewiesenen positiven Effekt, wohl aber schwere Nebenwirkungen (Tachykardie, Kammerflimmern). Auch die Effektivität von Magnesium und Lidocain wird noch kontrovers diskutiert.

Merke

Entscheidend ist, dass v. a. in flacher Narkose Atemwegsreizungen (z. B. durch einen Tubus oder forciertes Absaugen) vermieden werden.

Regionalanästhesieverfahren werden gegenüber der Allgemeinanästhesie bei prädisponierten Patienten bevorzugt. Für die Allgemeinanästhesie ist die Larynxmaske der endotrachealen Intubation vorzuziehen, um den Reiz der Trachealschleimhaut und des Kehlkopfes zu vermindern. Zur Narkoseeinleitung eignen sich Medikamente, die wenig allergisches Potenzial und keine histaminfreisetzende Wirkung haben. Geeignet sind v. a. Propofol, Ketamin, Rocuronium und Opiate (kein Morphin wegen Histaminliberation). Zur Aufrechterhaltung der Narkose eignet sich die balancierte Anästhesie mit Opiaten und einem Inhalationsanästhetikum oder Propofol.

39.2.4 Laryngospasmus

Ätiologie

Ausgelöst wird der Laryngospasmus durch Stimulationen in zu flacher Narkose bei Intubationsversuchen, Extubation in der Exzitation, Manipulation durch Guedel- und Wendeltuben, Magensonde oder Blut/Sekret im Rachen. Auch schmerzhafte Stimulationen oder vagale Reflexe können Auslöser sein. Kinder sind besonders gefährdet.

Symptome

Bei einem partiellen Verschluss des oberen Luftweges kommt es zum pfeifenden, inspiratorischen Stridor. Beim totalen Verschluss zeigt sich das Bild der paradoxen Atmung, Atemgeräusche können fehlen. Es entwickeln sich Zeichen der Hypoxie (z. B. Zyanose, Tachykardie und Blutdruckanstieg). Innerhalb weniger Minuten kommt es zu Bradykardie, höhergradigen Rhythmusstörungen und zum Kreislaufstillstand. Eine Maskenbeatmung ist im Laryngospasmus unmöglich.

Therapie

Alle Manipulationen am Atemweg oder schmerzhafte Stimuli müssen während eines Laryngospasmus unterbleiben; so löst sich der Spasmus meist wieder. Es müssen 100 % Sauerstoff vorgelegt werden und die Narkose kann intravenös vertieft werden. Tritt der Laryngospasmus in der Einleitungs- oder Ausleitungsphase auf, so kann über eine dicht sitzende Gesichtsmaske vorsichtig mit leichtem positiven Druck versucht werden, den Laryngospasmus zu „durchbrechen". Dabei muss die Gefahr der Magenüberblähung und der Regurgitation beachtet werden.

Führt das Vorgehen nicht zum schnellen Erfolg, so muss der Patient zum Durchbrechen des Spasmus relaxiert (z. B. Succinylcholin 0,2–1,5 mg/kgKG, Neugeborene und Säuglinge bis 2 mg/kgKG) und die Narkose vertieft werden (z. B. Propofol), ggf. ist eine (erneute) Intubation nötig.

Prophylaxe

Besonders bei Kindern muss vor Manipulationen an den oberen Luftwegen auf eine ausreichende Narkosetiefe geachtet werden. Dies ist auch während des Eingriffs in (Larynx-)Maskennarkose zu beachten. Die Extubation muss entweder beim nüchternen Patienten in tiefer Narkose oder nach Rückkehr suffizienter Schutzreflexe erfolgen, eine Extubation in der Exzitation muss unbedingt vermieden werden. Beachtet man dies und unterlässt Absaugen von Sekret im Rachenraum und Stimulationen durch laute Geräusche, Umlagern oder Verbände in einem flachen Narkosestadium, so kann der Laryngospasmus weitgehend vermieden werden.

39.3 Weitere Komplikationen

39.3.1 Postoperative Übelkeit und Erbrechen (PONV)

Ätiologie

Mit einer Inzidenz von ca. 30 % ist PONV eine hochrelevante Komplikation nach Anästhesien, die – neben der unangenehmen Empfindung für den Patienten – zu Folgeproblemen wie Aspiration, Nahtdehiszenz, Pneumothorax und Flüssigkeitsimbalanzen führen kann. Zudem bringt sie u. a. eine Erhöhung des Pflegeaufwandes und der Behandlungskosten mit sich. In der Pathogenese sind afferente und efferente Reflexbahnen sowie verschiedene zentralnervöse Kerngebiete mit einer Vielzahl von Neurotransmittern beteiligt. Somit werden in der Therapie des PONV auch verschiedene Substanzklassen sinnvoll eingesetzt.

Risikofaktoren und Risikostratifizierung

Das PONV-Risiko errechnet sich nach dem vereinfachten **Apfel-Score**, der 4 Risikofaktoren umfasst:

1. weibliches Geschlecht
2. Nichtraucher
3. bekannte Reisekrankheit oder vormalige postoperative Übelkeit
4. postoperativ die voraussichtliche Gabe von Opioid-Schmerzmitteln

Sind 0, 1, 2, 3 oder 4 dieser Faktoren vorhanden, beträgt die Wahrscheinlichkeit für PONV etwa 10 %, 20 %, 40 %, 60 % oder 80 %

Prophylaxe

Als Prophylaxe haben sich ein adäquates Volumenmanagement und der Verzicht auf volatile Anästhetika bewährt. Bei Patienten mit einer positiven Anamnese für eine PONV sollte daher, wenn möglich eine Regionalanästhesie vorgezogen werden. Allein der Verzicht auf Lachgas ist effektiv, wird ein volatiles Anästhetikum durch Propofol ersetzt, so kommt es zu einer relativen Risikoreduktion von PONV um 30 %. Die in ▶ Tab. 39.2 aufgeführten, zur medikamentösen Prophylaxe vor Narkoseausleitung eingesetzten Medikamente gelten als gleich effektiv.

Als besonders nebenwirkungsarm gilt die Gabe von Kortikoiden. Ob das Vorliegen einer diabetischen Stoffwechsellage zu den Kontraindikationen für diese Indikation der Glukokortikoidmedikation zählt, kann zurzeit nicht allgemein entschieden werden. Bei den 5-HT 3-Antagonisten kann es selten zu Kopfschmerzen, gastrointestinalen Nebenwirkungen und Herzrhythmusstörungen kommen. Die Applikation von Droperidol wird in Zusammenhang mit QT-Verlängerungen und anderen tachykarden Rhythmusstörungen gebracht. Ob das gerechtfertigt ist, erscheint fraglich. Da es bei Kindern und alten Patienten relativ häufig zu extrapyramidalen Nebenwirkungen kommt, sollten die Butyrophenone bei dieser Patientengruppe nur als Medikament der zweiten Wahl eingesetzt werden. Metoclopramid als weiteres Neuroleptikum ist nicht effektiver als Placebo und sollte zur PONV-Prophylaxe nicht eingesetzt werden. Der Einsatz von Antihistaminika ist ebenfalls sinnvoll, die Medikamente scheinen aber etwas stärker sedierend zu wirken als andere Medikamente. Anticholinergika führen relativ häufig zu Sehstörungen (ca. 18 %); Mundtrockenheit und Schwindel sind seltener.

Auch nicht medikamentöse Verfahren wie die Akupunktur scheinen effektiv zu sein, bieten sich aber in der täglichen klinischen Praxis nicht als Verfahren der ersten Wahl an. Ebenso kann erwogen werden, die Narkose als TIVA mit Propofol durchzuführen.

Es darf nicht erwartet werden, dass durch die Medikamente das PONV-Risiko komplett reduziert wird. Eine Einzelmedikation führt zu einer relativen Risikoreduktion um 30 %. Die Kombination von Medikamenten verschiedener Gruppen ist sinnvoll und effektiv, aber auch durch die Kombination von 4 Medikamenten kann die Inzidenz von PONV nicht unter 10 % gesenkt werden.

Therapie

Wenn es zu PONV kommt, können alle Prophylaktika auch zur Therapie eingesetzt werden. Aufgrund der schnellen Anschlagszeit erscheinen die 5-HT 3-Antagonisten am sinnvollsten. Die wiederholte Gabe desselben Antiemetikums innerhalb von 6 h erscheint nicht sinnvoll. Aber auch die Therapie funktioniert nicht bei allen Patienten.

Tab. 39.2 Medikamente zur PONV-Prophylaxe und Therapie.

Präparat	Dosierung Erwachsene	Dosierung Kinder
Kortikoide		
• Dexamethason	4 mg	0,15 mg/kgKG
5-HT 3-Antagonisten:		
• Dolasetron	12,5 mg	0,35 mg/kgKG
• Ondansetron	4 mg	0,1 mg/kgKG
• Tropisetron	2 mg	0,1 mg/kgKG
• Granisetron	1 mg	20 µg/kgKG
Butyrophenone		
• Droperidol	**0,625 mg**	**50 µg/kgKG**
• Haloperidol	1–2 mg	keine Daten für Kinder
Antihistaminika		
• Dimenhydrinat	62 mg	0,5 mg/kgKG
Anticholinergika		
• Scopolamin	1 mg/24 h	keine Daten für Kinder

Praxistipp

Sinnvoll ist es, in jeder operativen Abteilung einen Algorithmus zur individuellen risikoadaptierten PONV-Prophylaxe und Therapie aufzustellen.

39.3.2 Maligne Hyperthermie

Definition

Die Maligne Hyperthermie (MH) ist eine metabolische Myopathie, der ein genetisch determinierter Defekt der intrazellulären Ca^{2+}-Homöostase zugrunde liegt und die bei disponierten Personen durch bestimmte Triggersubstanzen ausgelöst werden kann. Diese Triggerstoffe sind alle volatilen Anästhetika und Succinylcholin.

Ätiologie

Durch die unkontrollierte intramuskuläre Freisetzung von Ca^{2+}-Ionen über funktionell veränderte sarkoplasmatische Ca^{2+}-Kanäle – den Dihydropyridin- und Ryanodinrezeptoren – entwickelt sich bei einer MH innerhalb kürzester Zeit eine lebensbedrohliche Stoffwechselentgleisung. Es kommt zu einer Dysregulation der Kalziumhomöostase in der Muskelzelle, was zu hohen intrazellulären Ca^{2+}-konzentrationen führt. Dadurch wird eine muskuläre Daueraktivierung mit einem konsekutiven Muskelspasmus, der auch durch Relaxanzien nicht zu durchbrechen ist, ausgelöst. Dieser extreme Spasmus löst einen Zusammenbruch der Zellstruktur aus, was die Symptome und Komplikationen der MH erklärt.

Die Genmutationen und damit die Disposition für die Erkrankung treten familiär gehäuft auf. Für Deutschland wurde die Inzidenz von fulminanten MH-Verläufen mit 1:60 000 Allgemeinanästhesien angegeben, bei einer geschätzten Prävalenz der genetischen Veranlagung von 1:10 000. Es gilt als gesichert, dass die MH bei allen ethnischen Gruppen vorkommt. Es sind beide Geschlechter betroffen, wobei eine Prädominanz des männlichen Geschlechts und von Kindern bzw. Jugendlichen vermutet wird. Eine Häufung scheint im Rahmen von verschiedenen neuromuskulären Erkrankungen und Myopathien (z. B. Muskeldystrophie Duchenne oder Becker, Myotonia fluctuans) aufzutreten. Eine eindeutig erhöhte Inzidenz der MH konnte allerdings bisher nur für Patienten mit der Central Core Disease und dem King Denborough Syndrom gezeigt werden. Komplikationslos verlaufende Vornarkosen schließen eine Disposition für das Auftreten einer MH nicht aus.

Klinische Symptomatik

Die klinische Erscheinungsform der MH, die zu jedem Zeitpunkt während einer Allgemeinanästhesie auftreten kann, ist variabel und reicht von der abortiven Form mit nur einem oder wenigen Symptomen oder einer geringen Ausprägung verschiedener Symptome über moderate Verlaufsformen bis hin zur fulminanten MH-Krise.

Frühsymptome

- Häufigstes Frühsymptom in > 80 % der Fälle sind tachykarde Herzrhythmusstörungen, supraventrikuläre und ventrikuläre Arrhythmien sowie Extrasystolien bis hin zur Asystolie.
- Sensitives und spezifisches Frühzeichen beim kontrolliert beatmeten Patienten ist der rasche Anstieg der endexspiratorischen CO_2-Konzentration bei unveränderten Beatmungsbedingungen.
- Spontanatmende bzw. nicht relaxierte Patienten können in der Frühphase durch eine Hyperventilation auffallen.
- Erwärmung des CO_2-Absorbers am Narkosegerät
- Masseterspasmus („Trismus“) unmittelbar nach Gabe von Succinylcholin, bei 50–80 % der Patienten tritt ein generalisierter Muskelrigor auf.
- Nachdem die Haut in der Initialphase der MH gerötet sein kann, entwickelt sich bei stark erhöhtem Sauerstoffverbrauch im weiteren Verlauf eine Zyanose und häufig eine profuse Schweißbildung.

Merke

Die vorgenannten Symptome müssen als Indikatoren einer sich entwickelnden MH-Krise und nach Ausschluss anderer Ursachen (z. B. unzureichende Anästhesietiefe) unmittelbar zur Einleitung einer Therapie führen.

Spätsymptome und Organkomplikationen

Hierzu zählen:

- Hyperthermie (sie entwickelt sich meist langsam und ist damit i. d. R. ein Spätsymptom der Erkrankung; bei der fulminanten MH-Krise können Temperaturanstiege von bis zu 1 °C pro 5 min auftreten)
- Hypoxämie mit Abfall der O_2-Sättigung aufgrund des extrem erhöhten O_2-Verbrauchs bei exzessiv gesteigertem muskulärem Stoffwechsel
- zerebrale Krampfanfälle, Hirnödem, Myoglobinurie und/oder ein Herz-Kreislauf-Stillstand
- sekundäre Organkomplikationen wie akutes Nierenversagen, profunde kardiale und pulmonale Funktionsstörungen, neurologische Komplikationen

Diagnostik

Die Diagnose wird anhand der klinischen Hinweise und durch die Laborparameter als Verdachtsdiagnose gestellt. Die differentialdiagnostischen Überlegungen müssen u. a. Sepsis, Thyreotoxikose, Phäochromozytom, iatrogene Überwärmung, Gerätefehler und unzureichende Narkosetiefe einbeziehen. Bei Patienten mit (occulter) Myopathie (Dystrophinopathien, z. B. bei Duchennes-Muskeldystrophie) kann ein hyperkaliämiebedingter Herzstillstand nach Injektion von Succinylcholin auftreten. Dieses Krankheitsbild darf nicht mit einer MH verwechselt werden und Dantrolen ist wirkungslos.

Die Diagnosesicherung erfolgt durch den Halothan-Koffein-Kontraktur-Test am Muskelbiopsiepräparat. Ebenso empfiehlt sich für Familienmitglieder eine genetische Beratung an entsprechenden MH-Diagnostikzentren.

Therapie

Merke

Die Therapie mit Dantrolen muss bei begründetem Verdacht unverzüglich eingeleitet werden. Eine anderweitig nicht zu erklärende Zyanose, Tachykardie und CO_2-Anstieg beim suffizient beatmeten Patienten begründen einen Verdacht!

Die Therapie der MH muss nach Diagnosestellung unverzüglich und konsequent durchgeführt werden. Die kausale und symptomatische Therapie der fulminanten MH sind personalintensiv, die Unterstützung durch weitere Anästhesisten und Pflegepersonal muss unmittelbar organisiert werden.

- An erster Stelle der Therapie steht die sofortige Beendigung der Zufuhr von MH-Triggersubstanzen.
- Vapor vom Narkosegerät entfernen.
- Kontrollierte Beatmung mit einem F_iO_2 von1,0 und einem Frischgasfluss von mindestens 10 l/min durchführen. Die endtidale CO_2-Konzentration wird durch Hyperventilation (ca. 3–4-Faches des Atemminutenvolumens) auf Normalwerte eingestellt.

- Ein Auswechseln des Narkosegerätes ist nicht indiziert und könnte sogar zu unnötigen Zeitverlusten führen.
- Narkose mit intravenösen Opioiden und Sedativa fortführen, die Relaxierung erfolgt bei Bedarf mit einem nicht depolarisierenden Muskelrelaxans.
- Entscheidend für die Prognose ist die schnellstmögliche Infusion von Dantrolen in einer Dosierung von zunächst 2,5 mg/kg. Die Bolusgabe von Dantrolen muss eventuell mehrmals in 5-minütigen Abständen wiederholt werden, bis sich die hypermetabole Stoffwechsellage wieder normalisiert hat und keine MH-Symptome mehr nachweisbar sind. Tritt unter Bolusgabe von Dantrolen (> 20 mg/kg) keine Besserung ein, sollte die Diagnose MH hinterfragt werden. Anschließend wird die Dantrolentherapie fortgeführt, um nach erfolgreicher Primärtherapie ein erneutes Auftreten von MH-Symptomen zu verhindern. In Abhängigkeit von der initial notwendigen Dosierung erhalten die Patienten 5 mg/kg/24 h Dantrolen (nach Applikation von 2,5–5,0 mg/kg Dantrolen) bzw. 10 mg/kg/24 h Dantrolen (nach Applikation von 7,5–10,0 mg/kg Dantrolen) infundiert. Hieraus erklärt sich u. a. der hohe Personalbedarf bei der Therapie der MH-Krise. Eine Bevorratung von mind. 10 mg/kg Dantrolen für den Erwachsenen ist zur Notfalltherapie der MH notwendig.

Praxistipp

Dantrolen sollte zentral in der operativen Einheit, in Kliniken mit weiter auseinanderliegenden Operationseinheiten auch an mehreren prädestinierten Stellen, gelagert werden.

- Von wesentlicher Bedeutung ist die engmaschige Kontrolle des therapeutischen Erfolgs durch Messung relevanter Parameter (Hämodynamik, Muskeltonus, endtidale CO_2-Konzentration sowie Blutgasanalysen, Kalium im Serum und Creatininkinase).
- Metabolische Azidose mit Natriumhydrogenkarbonat korrigieren.
- Zur Therapie der durch die metabolische Azidose und Rhabdomyolyse induzierten Hyperkaliämie empfiehlt sich neben der forcierten Diurese mit Schleifendiuretika die Zufuhr einer Glukose-Insulin-Infusion.
- Sofern notwendig Kreislauf nach Bedarf mit Volumen und/oder Vasopressoren stabilisieren.
- Der Operateur muss frühzeitig von der Verdachtsdiagnose einer MH unterrichtet werden. Bei Entwicklung der MH noch vor Beginn einer elektiven Operation sollte der Eingriff auf einen späteren Zeitpunkt verschoben werden. Nach Beginn der Operation oder bei dringlicher Indikation muss gemeinsam mit dem Operateur eine Entscheidung über Fortführung oder Abbruch der Operation getroffen werden. Auf jeden Fall sollte eine zügige Beendigung des Eingriffs angestrebt werden.
- Oberflächenkühlung sowie Infusion von kalten Lösungen und/oder Eiswasserspülungen veranlassen.
- Patienten mit einer arteriellen Kanüle, zentralvenösem Katheter und Blasenkatheter versorgen.
- Intensivmedizinische Überwachung und Therapie für mindestens 24 h gewährleisten.
- Laborparameter (insbesondere Blutgasanalysen, Elektrolyte, CK, Blutbild und Nierenfunktionswerte) engmaschig kontrollieren. Neben der Gefahr der Hyperkaliämie muss auch mit einem Anstieg des Serumnatriums durch die Infusions- und Azidosetherapie (Natriumhydrogenkarbonat!) gerechnet werden. Die Messungen der CK, Transaminasen und Myoglobin (im Serum und Urin) geben Aufschluss über das Ausmaß der Muskelschädigung. Kontrollen des Blutbildes können bei krisenhaften Verläufen Hinweise auf eine Hämolyse geben. Bei schweren Verläufen sind aufgrund von Schock, Freisetzung von Gewebsthromboplastin und Hämolyse Fälle von disseminierter intravasaler Gerinnung und Verbrauchskoagulopathie beschrieben worden. Daher sollte frühzeitig mit einer niedrig-dosierten Heparin-Prophylaxe begonnen und die Gerinnungsparameter regelmäßig kontrolliert werden.
- Zur Sicherung der Diagnose frühzeitig Blutproben (Blutgasanalyse, Elektrolyte, CK, Transaminasen, Laktat und Myoglobin) entnehmen.

Recht

Aufgrund eines Gerichtsentscheides muss Dantrolen in jeder Anästhesieabteilung als Notfallmedikament bevorratet werden und sofort verfügbar sein.

Anästhesie bei Verdacht auf eine MH-Disposition

Bei Verdacht auf eine MH-Disposition ist folgendes Vorgehen ratsam:

- Wenn möglich ein Regionalanästhesieverfahren bevorzugen.
- Präoperativ auf eine gute Anxiolyse achten.
- Triggerfreie Narkose durchführen. Vapor vom Narkosegerät entfernen.
- „Frisches" Narkosekreisteil und „frische" Schläuche verwenden.
- Kreisteil mind. 10 min lang mit 10 l/min Sauerstoff spülen.
- Sicherstellen, dass ausreichende Mengen Dantrolen vorhanden sind.
- Postoperative Überwachung verlängern.

39.3.3 Anaphylaxie

Merke

Ein Kontakt des Immunsystems mit einem körperfremden Stoff, einem Allergen, kann aufgrund präformierter IgE-Antikörper durch Mediatorfreisetzung (u. a. Histamin) aus Zellen des Immunsystems zu einer komplexen Überreaktion der Immunabwehr, der anaphylaktischen Reaktion führen. Die anaphylaktische Reaktion setzt also einen früheren Allergenkontakt voraus, wobei nahezu jede Substanz ein Allergen sein kann.

Als anaphylaktoide Reaktion bezeichnet man hingegen die direkte, nicht antikörpervermittelte Reaktion der auslösenden Substanz mit den Zellen des Immunsystems, sie kann also beim ersten Allergenkontakt auftreten.

Das klinische Bild ist gleich und kann zum anaphylaktischen Schock führen. Bestimmt wird dieses Bild durch Interaktion der Mediatoren, v. a. am Gefäß- und Bronchialsystem. Folgen sind Vasodilatation (Hypotonie, Tachykardie, Flush) und Bronchokonstriktion.

Leichte allergische Reaktionen treten bei ca. 1–5 % der anästhesierten Patienten auf. Die Inzidenz schwerer Anaphylaxien liegt bei ca. 1:10 000 bis 1:20 000 Narkosen.

Ätiologie

Die häufigsten Auslöser sind Muskelrelaxanzien (ca. 70 %), Latex (ca. 12 %) und Antibiotika (ca. 8 %). Grundsätzlich können anaphylaktische oder anaphylaktoide Reaktionen aber durch eine Vielzahl anästhesiologisch oder chirurgisch zugeführter Substanzen ausgelöst werden (u. a. Blutprodukte, Implantate, Kontrastmittel, Palakos).

► **Risikofaktoren.** Als Risikopatienten gelten Patienten mit unklaren Zwischenfällen bei Vornarkosen, Atopien, Lebensmittel- oder Medikamentenallergien, Asthma, multiplen Voroperationen oder Katheterisierungen (v. a. Patienten mit Spina bifida) und Personen mit beruflichem Kontakt zu Latex.

Symptome

Die Symptome setzen häufig akut ein und reichen von leichten Lokalreaktionen bis zum Kreislaufversagen (▶ Tab. 39.3).

Schon bei leichteren Reaktionen kann es zu Angina pectoris, Myokardinfarkten, erhöhtem Thrombembolierisiko, postoperativer respiratorischer Insuffizienz und Stressulzera kommen.

Therapie

Die Therapie erfolgt entsprechend der Schwere der Reaktion.

▶ **Allgemeine Maßnahmen.** Hierzu zählen:
- Stopp der Zufuhr des auslösenden Stoffes
- flache Rückenlagerung, ggf. Beine hochlagern
- Sauerstoffgabe
- Monitoring (EKG, Blutdruck, Oxymetrie, Kapnografie)
- großlumige i. v.-Zugänge
- offensive Volumentherapie
- großzügige Intubationsindikation wegen drohendem Larynxödem

▶ **Spezifische Maßnahmen.** Hierzu gehört die Verabreichung von:
- Adrenalin nach klinischem Bild (ca. 10 µg/kgKG i. v.)
- rasche Volumentherapie (Kristalloide, ca. 10–20 ml/kgKG)
- H_1-Rezeptorantagonisten (z. B. Dimetindin 0,1 mg/kgKG i.v)
- erst danach H_2-Rezeptorantagonisten (z. B. Ranitidin 1 mg/kgKG i. v.)
- inhalative β_2-Mimetika (z. B. Salbutamol, Fenoterol)
- Kortikosteroide (z. B. 1 mg/kgKG Methylprednisolon i. v.)
- ggf. Anticholinergika (Atropin, Ipratropiumbromid, Glykopyrroniumbromid)
- volatile Anästhetika
- Ketamin

Bei leichten anaphylaktischen oder anaphylaktoiden Reaktionen (Stadium 0 und 1) ist die Therapie mit Antihistaminika und Volumen bei Gewährleistung einer lückenlosen Überwachung ausreichend.

Bei schwereren Reaktionen ist Adrenalin aufgrund des vasopressorischen Effektes (α-adrenerger Effekt), positiver Inotropie (β_1-adrenerger Effekt) und Bronchodilatation (β_2-adrenerger Effekt) Medikament der Wahl. Es wird nach Wirkung titriert und entweder mit Perfusor oder mit wiederholter Bolusinjektion eingesetzt.

Die relative Hypovolämie (bedingt durch Verlust von intravasalem Volumen durch Ödeme, Vasodilatation und Perspiratio) muss schnell ausgeglichen werden. Da die Wirkung der Kortikosteroide erst nach ca. 10 min beginnt, sollten sie bei schwerer Symptomatik frühzeitig appliziert werden.

Bei schweren respiratorischen Komplikationen muss die kontrollierte Beatmung mit 100 % Sauerstoff erfolgen, volatile Anästhetika und Ketamin können zur Therapie eines Bronchospasmus (S. 724) beitragen.

Tab. 39.3 Stadien anaphylaktischer und anaphylaktoider Reaktionen.

Stadium	Symptome
0 (lokal begrenzte Reaktion)	• Rötung • Quaddeln
1 (leichte Allgemeinreaktion)	• disseminierte Hautreaktion (Flush, Urtikaria, Juckreiz) • Schleimhautreaktion (Konjunktivitis, Rhinitis) • Allgemeinreaktion (Unruhe, Kopfschmerz)
2 (ausgeprägte Allgemeinreaktion)	• Kreislaufdysregulation (Tachykardie, Hypotonie, Rhythmusstörungen) • leichte Luftnot (beginnender Bronchospasmus, Larynxödem) • Stuhl-/Harndrang
3 (lebensbedrohliche Allgemeinreaktion)	• Schock • Bronchospasmus • Bewusstseinsverlust • Stuhl-/Harnabgang
4 (vitales Organversagen)	• Atem- und Herz-Kreislauf-Stillstand

Prophylaxe

Risikopatienten erhalten unmittelbar vor der Narkoseeinleitung Antihistaminika und ggf. Kortikosteroide. Auf die Applikation von stark allergen wirkenden Medikamenten wie Muskelrelaxanzien sollte soweit wie möglich verzichtet werden. Ist vor der Operation ausreichend Zeit, sollte eine entsprechende Austestung erfolgen (Prick-Test, Scratch-Test, ELISA, RAST). Ein negatives Testergebnis schützt aber nicht unbedingt vor Überraschungen.

▶ **Latexallergie.** Viele Patienten reagieren auf den Kontakt mit Latex allergisch. Latex ist in vielen Bereichen der Anästhesie als Bestandteil von Handschuhen, Beatmungsschläuchen, Kathetern oder Lagerungsmaterialien zu finden. Bei Latexallergikern ist die ausschließliche Verwendung von latexfrei hergestellten Artikeln notwendig. Auch der Hautkontakt (z. B. Handschuh) kann zu einer lebensbedrohlichen Reaktion führen. Solche Patienten sollten als Erstes am OP-Tag operiert werden.

39.4 Leseservice

39.4.1 Literatur

Apfel CC, Kranke P, Piper S et al. Übelkeit und Erbrechen in der postoperativen Phase. Anaesthesist 2007; 56 (11): 1170

Arbous MS et al. Mortality associated with anaesthesia: a qualitative analysis to identify risk faktors. Anaesthesia 2001; 56: 1141

Atlee JL. Complications in Anesthesia. W. B. 2nd Edition, Saunders Company; 2007

Baur CP et al. Anästhesie bei neuromuskulären Erkrankungen, AINS 2002; 37: 77

Benumof JL, Saidmann LJ. Anesthesia and perioperative complications. 2nd ed. Mosby; 2007

Grube C et al. Man at Risk: Aktuelle Strategien zum Risikomanagement in der Anästhesie. Anästhesist 2002; 51: 239

Mertes PM, Laxenaire MC. Allergic reactions occurring during anaesthesia. Eur. J. Anaesthesiol 2002; 19: 240

Roewer N, Schuster F, Wappler F. DGAI-Empfehlung zur Therapie der malignen Hyperthermie. Anästh. Intensivmed 2008; 49: 483–488

Rosenberg H, Davis M, James D et al. Malignant hyperthermia. Orphanet J Rare Dis 2007; 24: 21

Schiff JH, Welker A, Fohr B et al. Major incidents and complications in otherwise healthy patients undergoing elective procedures: results based on 1.36 million anaesthetic procedures. Br J Anaesth 2014; 113 (1): 109–121

Sigurdsson GH, McAtree E. Morbidity ad mortality associated with anaesthesia. Acta Anaesthesiol Scand 1996; 40: 1057

Taylor TH, Mayer E. Risiken und Komplikationen in der Anästhesie, 2. Aufl. Stuttgart: Gustav Fischer; 1997

Theissen JL et al. Allergische und pseudoallergische Reaktionen in der Anästhesie. AINS 1995; 30: 71

Wappler F. Malignant hyperthermia. Eur J Anaesthesiol 2001; 18: 632

39.4.2 Internetadressen

http://www.dgai.de

39.4.3 Notfalladresse

„Rund-um-die-Uhr"-Hotline für MH-Notfälle: (07 131) 48 20 50

Kapitel 40

Aufwachraum

40.1 Bedeutung und Aufgabenspektrum des Aufwachraums *730*

40.2 Struktur und Organisation des Aufwachraumes *730*

40.3 Übernahme des Patienten *731*

40.4 Betreuung von Patienten im Aufwachraum *732*

40.5 Verlegung aus dem Aufwachraum *743*

40.6 Leseservice *744*

40 Aufwachraum

Susanne Horn-Püschel

40.1 Bedeutung und Aufgabenspektrum des Aufwachraums

Der Aufwachraum ist der „Flaschenhals" der operativen Abteilung. Kommen Abläufe dort nicht voran oder gar zum Erliegen, hat das schwerwiegende Folgen für die Abläufe der gesamten Abteilung bis hin zu Verzögerungen im OP. Entsprechend kommt der Steuerung der Aufwachraumabläufe ein wichtiger Stellenwert zu: Aufwachraum ist „Chefsache".

Im Aufwachraum werden zunächst alle Patienten nachbetreut, die eine Anästhesie erhalten haben. Das kann im Rahmen von Operationen, Interventionen, Diagnostiken oder Therapien notwendig sein.

Die Altersspanne der betreuten Patienten reicht vom Neugeborenen bis zum Greis. So ergeben altersbedingte Besonderheiten gemeinsam mit individuellen, narkose- und eingriffsspezifischen Problemen eine komplexe Betreuungssituation.

Die Bedeutung des Aufwachraumes für Patienten nach Anästhesie wird auch durch eine gemeinsame Entschließung des Deutschen Krankenhausinstitutes, des Institutes für Krankenhausbau an der Technischen Universität Berlin und der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin verdeutlicht (1982): *„Im Zusammenhang mit Anästhesien ist der Patient insbesondere durch die Auswirkung des Betäubungsverfahrens auf die vitalen Funktionen noch für mehrere Stunden akut gefährdet. Er bedarf aus diesem Grunde einer lückenlosen intensiven Überwachung."*

Das Aufgabenspektrum des Aufwachraums hat allerdings in den letzten 15 Jahren starke Veränderungen erfahren. So sorgt das Anästhesieteam zum einen auch für Patienten anderer Abteilungen, etwa für Venenkatheter- oder Schmerzkatheter-Anlagen. In zunehmendem Maße werden im Aufwachraum auch intensivtherapeutische und intensivpflegerische Maßnahmen durchgeführt. Vor allem, wenn die Aufnahmekapazität der Intensivtherapiestationen erschöpft ist.

Notfallpatienten werden im Aufwachraum untersucht, therapiert und stabilisiert, bis eine operative Maßnahme stattfinden kann oder ein Intensivtherapieplatz zur Verfügung steht.

Ambulante, sog. „Ausschlaf"-Patienten, werden im Aufwachraum „für zu Hause fit" gemacht. Treten doch Komplikationen auf, verbleiben auch diese Patienten selbstverständlich zunächst im Aufwachraum.

Seit etwa 10 Jahren wird die Nutzung des Aufwachraums auch als möglicher „Warteraum vor einer Operation", als sog. „Holding Area" für Patienten mit Elektiveingriffen immer wieder ins Gespräch gebracht oder auch erprobt.

Aber auch wenn die räumliche und personelle Kombination Aufwachraum + „Holding Area" Begehrlichkeiten weckt, muss kritisch angemerkt werden, dass bei der Vielzahl der Aufgaben und Erwartungen an den Aufwachraum, die Bedürfnisse der Patienten im Blickpunkt bleiben müssen. Und die sind bei Patienten *vor* einer Operation völlig andere als bei Patienten *nach* einer Operation.

40.2 Struktur und Organisation des Aufwachraumes

40.2.1 Räumliche Organisation

Der Aufwachraum befindet sich i. d. R. in der Nähe der Operationsabteilung, um Patienten in der unmittelbaren postoperativen Phase nicht durch lange Transportwege zu gefährden und im Notfall eine schnelle anästhesiologische und operative Intervention zu ermöglichen.

Der Aufwachraum wird meist als Großraum angelegt. Das ermöglicht bei wenig Personal eine gute Beobachtung vieler Patienten gleichzeitig, wobei die Bettplätze durch einen flexiblen Sichtschutz voneinander abgeschirmt werden.

Die Anzahl der Aufwachraum-Bettplätze richtet sich nach der Anzahl der Operationssäle, den Operationszeiten und der durchschnittlichen Verweildauer der Patienten im Aufwachraum. Fließen die aktuellen Bedingungen in die Berechnung nicht ein, dann kann z. B. bei immer kürzer werdenden Eingriffen ein sehr hoher Belegungsdruck auf die Aufwachraum-Bettplätze entstehen – mit Konsequenzen für den gesamten Ablauf der OP Abteilung.

Wünschenswert ist die Beleuchtung mit Tageslicht, das u. a. auch die Krankenbeobachtung erleichtert. Der Geräuschpegel soll gedämpft (▶ Abb. 40.1), Türen und Durchgänge geschlossen sein, um in der postoperativen Phase bei Patienten Stress durch Lärm zu vermeiden und konzentriertes Arbeiten zu erleichtern.

Abb. 40.1 Der „Systolenton" soll im Aufwachraum möglichst nicht angewendet werden: Er erhöht nur den allgemeinen Geräuschpegel und nicht die Sicherheit. Stattdessen sollte immer auf sinnvolle Alarmgrenzen und -lautstärke geachtet werden.

Merke

Der Aufwachraum dient nicht als Organisationszentrale der Anästhesie- oder OP-Abteilung: Telefondienste, Botengänge und andere Versorgungsleistungen müssen organisatorisch aus dem Aufwachraum und von dessen Personal ferngehalten werden. Verantwortlich dafür ist auch die pflegerische Leitung einer Anästhesie-Abteilung.

Um die wünschenswerte Ruhe zu erreichen, sind Disziplin und Rücksichtnahme von allen Beschäftigten der OP- und Anästhesieeinheit zu fordern.

40.2.2 Materielle Ausstattung

Zur allgemeinen Ausstattung zählen Regale, Abstell- und Arbeitsflächen, sowie ein Schreibtisch mit Dokumentations- und Kommunikationsmöglichkeiten. Diagnostik wie Röntgen-Untersuchungen, Blutgasanalysen, Hämoglobinkonzentration-, Blutzucker- und Elektrolyt-Bestimmungen sollten im Aufwachraum ebenfalls durchgeführt werden können.

Ausstattung mit mobilen Einheiten

Die Ausstattung mit mobilen Einheiten umfasst:

- Reanimationseinheit (z. B. mit Notfallmedikamenten)
- Atemunterstützungs- und Intubationseinheit (z. B. mit oropharyngealen und nasopharyngealen Tuben, Beatmungs-

masken, Beatmungsbeutel, Intubationsmedikamenten, Laryngoskop, Laryngoskopspateln, Tuben, Führungsstab und Fixierungsmaterial)
- Defibrillator
- Möglichkeit zur (maschinellen) Beatmung

Merke

Pflegende im Aufwachraum sind für die Funktions- und Einsatzfähigkeit sowie für die Vollständigkeit dieser Einheiten verantwortlich. Diese werden zu Arbeitsbeginn geprüft. Checklisten, die mit Unterschrift und Datum quittiert werden, eignen sich als Hilfsmittel hierfür besonders gut.

Ausstattung mit therapeutischen und pflegerischen Utensilien

Utensilien für die therapeutische und pflegerische Betreuung von Patienten in der postoperativen und postnarkotischen Phase sind:
- Medikamente
- Infusionslösungen
- Schmerzmittel
- Infusionspumpen
- Decken, Wärmetherapiegerät
- Pflegemittel für Prophylaxen, Haut-, Gesichts- und Mundpflege
- Bettwäsche und Patientenbekleidung
- Steckbecken und Urinflaschen, Zellstoff und Unterlagen
- Sammel- und Messgefäße für Sekrete und Ausscheidungen
- Verbandmaterial
- Desinfektions- und Reinigungslösung

Ausstattung des Aufwachraum-Bettplatzes

Ebenso wird die Vollständigkeit und Funktionstüchtigkeit des Bettplatzes vor der Patientenbetreuung geprüft und hergestellt. Zur notwendigen Ausstattung im Aufwachraum zählen:
- Anschlüsse für Sauerstoff, Druckluft und Vakuum
- Sauerstoff-Dosiereinheit, Sauerstoffmasken und/oder -sonden
- Sekretabsauggerät mit Absaugkathetern
- Monitor (Pulsoxymetrie, nicht invasive Blutdruckmessung und optional invasive Druckmessung, EKG, Atemfrequenz, Temperatur)
- endexspiratorische CO_2-Messung an Beatmungseinheiten
- Blutdruckmanschette und Stethoskop
- Nierenschale und Mundtücher
- Handschuhe
- Desinfektionsmittelspender

40.2.3 Personelle Organisation

Ein Anästhesist, der die Qualifikation eines Facharztes für Anästhesie erfüllen sollte, ist in aller Regel für den Aufwachraum zuständig und trägt die Verantwortung für die postoperative, postanästhesiologische Therapie.

Wie in anderen Bereichen der Patientenversorgung sind ihm Pflegende zur Hilfe, Unterstützung, Rückmeldung und Kontrolle zur Seite gestellt. Sie tragen die Verantwortung für die fachgerechte Durchführung der Pflege und der delegierten ärztlichen Tätigkeiten.

Die operativen Disziplinen werden bei Fragen und Problemen der Behandlung von Patienten nach dem Kollegialitätsprinzip vom Anästhesisten hinzu gebeten.

Eine sichere und vorausschauende pflegerische Patientenversorgung ist nur mit speziellen Kenntnissen und gezielter Krankenbeobachtung möglich. Nach der Forderung von Berufsverbänden, z. B. der Deutschen Gesellschaft für Fachkrankenpflege (DGF 2002), müssen die betreuenden Pflegenden zuverlässig eine eintretende vitale Gefährdung des Patienten erkennen können und die notwendigen Erstmaßnahmen bis zum Eintreffen des Anästhesisten beherrschen. Nach Möglichkeit sollten sie die Qualifikation zum „Fachgesundheits- und Krankenpfleger (in) für Intensivpflege und Anästhesie“ haben oder zumindest entsprechende theoretische und praktische Kenntnisse nachweisen.

Merke

Pflegende, die in der postoperativen Betreuung unerfahren sind, sollen im Aufwachraum nicht alleine arbeiten. Im Rahmen der Einarbeitung in die Anästhesiepflege muss auch eine gezielte Einarbeitung in die postoperative und postanästhesiologische Patientenbetreuung stattfinden.

Es wird davon ausgegangen, dass ein Pflegender etwa 3 Patienten betreut, wobei mind. ein Pflegender ständig im Aufwachraum anwesend sein muss. Bei Bedarf, etwa zum Lagern, Betten oder ggf. Mobilisieren soll eine weitere Pflegeperson jederzeit verfügbar sein. Bei der Betreuung beatmungspflichtiger Patienten, sollte der zuständige Pflegende nicht mehr als 2 Patienten insgesamt versorgen müssen.

Aufgabe der Pflegenden

Die Zuständigkeit im Rahmen der postoperativen und postnarkotischen Patientenbetreuung beinhaltet für Pflegende eine ganze Reihe von pflegerischen und organisatorischen Aufgaben. Besonders wichtig für die Betreuung im Aufwachraum sind klare Absprachen und ein lückenloser Informationsfluss zwischen allen beteiligten Berufsgruppen. Es gehört zur pflegerischen Verantwortung, Informationen einzuholen, weiterzugeben, Absprachen zu suchen und zu treffen und Anordnungen auszuführen.

Aufgaben, die im Allgemeinen in die Zuständigkeit der Pflegenden gehören, sind:
- Geräte überprüfen.
- Patienten übernehmen, Übernahmegespräch führen.
- Überblick über die Patientensituation gewinnen und Erstmaßnahmen durchführen.
- Pflegerische Maßnahmen planen und durchführen.
- Patienten informieren, integrieren und Orientierung fördern.
- Patientensituation und alle durchgeführten Maßnahmen dokumentieren und kontrollieren.
- Anästhesisten bei drohenden Komplikationen informieren.
- Weitere Untersuchungen und Laborkontrollen durchführen und organisieren.
- Ärztliche Anordnungen ausführen und das Ergebnis kontrollieren, Rücksprachen treffen.
- Verlegungszeitpunkt und -ort mit dem Anästhesisten absprechen.
- Verlegung organisieren, pflegerisches Übergabegespräch führen.
- Bei Änderungen des OP-Plans oder bei speziellen Patientenproblemen umorganisieren (z. B. beatmete Patienten oder Patienten zur Venenkatheter- oder Schmerzkatheteranlage betreuen).
- Materialien aufbereiten und Bettplatz für die nächste Patientenbetreuung oder den nächsten Arbeitstag vorbereiten.
- Ggf. Belegungsstatistik durchführen.
- Ggf. Medikamente und Material bestellen.

40.3 Übernahme des Patienten

Informationen über den Patienten sind unerlässlich, um eine gezielte, geplante und überprüfbare pflegerische Betreuung zu leisten. Das Übernahmegespräch dient der Informationsweitergabe und der Klärung von Fragen zur Patientenbetreuung. Weil es weitere Anordnungen und besondere Überwachungshinweise enthält, soll es konzentriert und strukturiert verlaufen.

Mit der Übernahme geht die Verantwortung für die pflegerische Betreuung des Patienten auf die Pflegenden über; deshalb ist es wichtig, über alle relevanten Aspekte informiert zu werden.

Praxistipp

Es ist sinnvoll, ein Schema für Übernahmegespräche zu verwenden, um nichts Wesentliches zu vergessen.

Wesentliche Informationen und erweiterte Fragestellungen, die im Rahmen eines Übernahmegesprächs geklärt werden sollten, zeigt ▶ Tab. 40.1.

40.4 Betreuung von Patienten im Aufwachraum

Zu den vorrangigen Aufgaben der Pflege im Aufwachraum gehören (nach Häufigkeit):

- Schmerzen erkennen und lindern.
- Übelkeit und Erbrechen erkennen und lindern (PONV, POVOC).
- Körpertemperatur überwachen und wiederherstellen.
- Atmung überwachen, Atemwege sichern.
- Herz-Kreislauf-Funktion überwachen und sichern.
- Orientierung und Bewusstsein fördern.
- Bewegung kontrollieren und unterstützen.

Tab. 40.1 Wesentliche Inhalte des Übernahmegesprächs.

Inhalt der Übergabe	erweiterte Fragestellung
Name/Alter	• Stimmt die Identität? • Ist der Patient zur seiner Person orientiert? • Steht er noch unter Einfluss von Anästhetika? • Bestehen altersbedingte mögliche Probleme und Erkrankungen (z. B. Schwerhörigkeit, zerebrale Durchblutungsstörungen usw.)?
Erkrankung/durchgeführter Eingriff	• Wurde die geplante Operation/Untersuchung durchgeführt? • Bestehen konkrete Anweisungen des Operateurs?
Begleiterkrankungen	• Sind weitere Probleme zu erwarten? • Sind Kontrollen und Konsequenzen erforderlich?
Anästhesieform	• Hat sie Konsequenzen für die folgende Schmerztherapie? • Besteht die Möglichkeit oder Grenzen für Mobilisation, Atemübungen usw.? Gibt es daraus entstehende Konsequenzen?
Operations- und Narkoseverlauf/Komplikationen	• Gab es Komplikationen? • Verlängert sich hierdurch die Betreuungszeit? • Welche weitere Therapie oder Diagnostik ist wann erforderlich (z. B. Blutabnahmen, Röntgenkontrollen, 12-Kanal-EKG)?
Vitalparameter	• Sind Schutzreflexe vorhanden? • Wie ist der weitere Verlauf aufgrund der Ausgangswerte und/oder der zuletzt ermittelten Werte einzuschätzen? • Welche Therapie soll erfolgen?
Blut- und Flüssigkeitsverluste	• Wie groß war der Flüssigkeitsverlust? • Bestehen weitere Defizite/Überschüsse? • In welchem Umfang und mit welchen Lösungen kann weiter substituiert werden? • Wird eine Bilanz angestrebt? Welche Parameter gelten?
Sonden, Drainagen und Katheter	• Sind Art, Anzahl und Lage aller zu- und ableitenden Systeme im Protokoll einzeln dokumentiert? • Ist die Kennzeichnung am Patienten eindeutig? • Wie sehen Austrittsstellen und Operationsverbände aus? (Sichtung!) • Wie sind die Verluste zu berücksichtigen und wie der Trend einzuschätzen? • Sind weitere Untersuchungen oder eine Rücksprache mit dem Operateur erforderlich?
Schmerztherapie	• Welche Analgetika wurden bereits verabreicht? • Wann kann welches Analgetikum gegeben werden? • Kann der Patient sich mithilfe einer Schmerzskala äußern? • Benötigt der Patient von Haus aus Analgetika?
weitere Anordnungen	• Sind weitere spezielle Überwachungsmaßnahmen vorgesehen (z. B. Pulse, Pupillengröße)? • Sind andere Medikamente angeordnet (z. B. Heparin, Kortison, Antibiotika)? • Sind alle Anordnungen schriftlich im Protokoll fixiert?

Bedenkliche Veränderungen und Auffälligkeiten bei Patienten werden immer dem zuständigen Anästhesisten rückgemeldet. Gemeinsam wird das weitere Vorgehen besprochen. Anästhesie-Pflegende sind in therapeutischen Belangen dem Anästhesisten weisungsgebunden.

40.4.1 Schmerzen erkennen und lindern

Schmerzerkennung und -linderung sind zentrale Betreuungsschwerpunkte bei Patienten im Aufwachraum. Schmerzen gehören zu den existenziell bedrohlichsten Erfahrungen eines Menschen. Siehe auch Kap. „Schmerz und Schmerztherapie“ (S. 422).

Und unbefriedigend: Trotz zunehmender Erkenntnisse über Schmerzen, ihre Entstehung, Weiterleitung, Wahrnehmung, trotz verbesserter Möglichkeiten der Schmerztherapie geben immer noch viele Patienten an, postoperativ nur eine unzureichende Schmerzlinderung erhalten zu haben. Befragungen und Beobachtungen an Kindern zeigen sogar, dass diese noch häufiger als Erwachsene unter postoperativen Schmerzen zu leiden haben.

Merke

Schmerzfreiheit und eine gute Schmerztherapie sind Qualitätsmerkmale einer guten Anästhesie und einer guten Betreuung im Aufwachraum. Patienten bewerten dieses Qualitätsmerkmal verständlicherweise sehr kritisch. Nicht nur ethische, sondern auch juristische und ökonomische Gründe (Liegedauer im Aufwachraum) verpflichten zu einer zügigen, guten Schmerztherapie.

Folgen und mögliche Gefahren von Schmerzen sind:

- Sympathikus-Stimulation (Blutdruck- und Herzfrequenzanstieg)
- verstärkter kataboler Stoffwechsel
- Anbahnung von chronischen Schmerzzuständen
- eingeschränkte Atmung
- eingeschränkte Magen-Darm-Motilität
- Immunsuppression
- verstärkte Gerinnungsaktivität
- reduzierte Urinausscheidung

Merke

Man kann die Bedeutung von Schmerzen für den Patienten nicht überbewerten! Höchstens unterschätzen.

Schmerzskalen anwenden

Schmerzen werden – wie andere Erlebnisse auch – unterschiedlich empfunden. Untersuchungen (z. B. Lehmann 1994) zeigen die großen individuellen Schwankungen in Schmerzäußerungen und notwendigem Analgetikabedarf. Daher können Schmerzäußerungen von Patienten auch nicht untereinander verglichen werden, selbst wenn der Auslöser, wie etwa eine Operation, gleich ist. Siehe auch Kap. „Anatomische und physiologische Grundlagen“ (S. 422).

▶ **Selbsteinschätzung des Patienten.** Schmerzskalen (S. 430) machen Schmerzen greifbar: sowohl für den Patienten als auch für die Behandelnden. Die Schmerzskala dient der Bedarfsermittlung und Dosisfindung von Analgetika sowie der Effektivitäts- und Maßnahmenkontrolle. Sie verdeutlicht, dass auch akute Schmerzen Schwankungen unterworfen sind und sich unter einer Therapie nicht immer gleichmäßig entwickeln. Es erleichtert die Anwendung, wenn der Patient die verwendete Schmerzskala bereits vor der Operation kennenlernen konnte.

Merke

Nur die Selbsteinschätzung des Patienten führt zu einer zutreffenden Schmerzbeschreibung. Die Fremdeinschätzung unterliegt diversen Fehlerquellen, soll möglichst vermieden werden und kommt nur in Ausnahmen zur Anwendung (z. B. Säuglinge).

Eine Schmerzskala ist ein bewährtes und einfaches Hilfsmittel. Sie sollte bei jedem Patienten im Aufwachraum zur initialen und weiterführenden Schmerzeinschätzung benutzt werden. Der ermittelte Wert wird dokumentiert. Ist keine Zeile im Anästhesieprotokoll vorgesehen, dann wird als Freitext dokumentiert.

Pflegerische Maßnahmen

Pflegende führen Maßnahmen zur Kontrolle und Linderung von Schmerzen durch und unterstützen den Patienten dadurch beim Wiedererlangen seiner Unabhängigkeit und Selbstbestimmtheit:

- Patienten regelmäßig gezielt befragen, Hilfe zusichern.
- Schmerzskalen anwenden und Werte dokumentieren.
- Ruhige Umgebung gewährleisten, Angst und Verunsicherung vermeiden.
- Mimik, Körperhaltung, Muskeltonus und Haut beobachten.
- Herz-Kreislauf- und Atemsituation einschätzen.
- Schmerzerleichternde Lagerung anbieten.
- Ggf. Mobilisation zurückstellen.
- Ursachen wie Nachblutungen, Nervenkompressionen, enge Verbände ausschließen.
- Wärme und warme Decken anwenden, z. B. bei Muskelanspannungen/Shivering (S. 714).
- Lokale Kälteanwendungen durchführen (z. B. bei Schwellungen, Entzündungen, ▶ Abb. 40.2).
- Ggf. Einreibungen und Massagen an anderer Körperregion anbieten.
- Frühzeitig medikamentöse Therapie anregen.
- Auf Anordnung Medikamente verabreichen und Wirkung kontrollieren.

Physikalische Maßnahmen

Die thermotherapeutischen Effekte von Wärme und Kälte sind häufig ähnlich. Sie können sich sowohl im behandelten Gebiet als auch in entfernt liegenden Regionen bemerkbar machen. Die zugrunde liegenden Mechanismen der Schmerzlinderung durch Wärme- oder Kälteanwendungen sind noch unklar.

Während physikalische Methoden in der chronischen Schmerztherapie fest etabliert sind, spielen sie bei akuten Schmerzen im Aufwachraum leider immer noch eine unterbewertete Rolle. Gezielte physikalische Maßnahmen können unterstützend angewendet werden. Postoperativ bei Gewebstrauma und Schwellung sollte der Kälteanwendung der Vorzug gegeben werden (▶ Abb. 40.2). Die Effekte der Kühlung halten im Allgemeinen auch länger an als die der Erwärmung. Siehe Thermotherapie (S. 445).

Indikationen für Kälteanwendungen

Kälte kann angewendet werden bei (Auswahl)

- kleinen chirurgischen Traumata oder kleineren lokalen Blutungen,
- nach chirurgischen Eingriffen, die einen Gips o. ä. zur Ruhigstellung erfordern, um Schwellungen zu vermeiden.

Merke

Eine lokale Hautkühlung kann bei Berücksichtigung des Einsatzgebietes mit 15 °C kalten Materialien für etwa 10–30 min zur Schmerzlinderung eingesetzt werden.

Abb. 40.2 Kälteanwendung. Ein mit einem Tuch umwickeltes Eispack kann die postoperative Schmerztherapie unterstützen und lokal abschwellend wirken.

Kontraindikationen für Kälteanwendung

Kälte sollte nicht angewendet werden bei (Auswahl):

- schweren, akuten Traumata
- Gefäßanastomosen, Revaskularisationen
- Hauttransplantationen, Extremitätenreplantationen
- peripheren Gefäßerkrankungen mit arterieller Insuffizienz
- Kälteallergien
- Ablehnung durch den Patienten
- Hypothermie/Shivering

Akupunktur

Sehr gut untersucht ist die Wirkung der Akupunktur auf postoperative Schmerzen. Sie bewirkt eine deutliche Schmerzreduktion und senkt den postoperativen Opioidverbrauch (um bis zu 30 %). Auch präoperativ eingesetzte Akupunktur scheint postoperative Schmerzen positiv zu beeinflussen. Allerdings ist die Empfehlung für die Praxis zurzeit dadurch erschwert, weil u. a. die angewendeten Akupunkturtechniken sehr uneinheitlich beschrieben werden. Außerdem sollten während der Akupunkturbehandlungen Zeit zum Gespräch mit dem Patienten und eine ruhige Umgebung gewährleistet sein, um den maximalen Effekt erzielen zu können.

Medikamentöse Therapie

Der medikamentösen Therapie kommt eine zentrale Rolle bei der Behandlung akuter postoperativer Schmerzen zu. Für eine gute postoperative Schmerztherapie ist es entscheidend, dass Pflegende frühzeitig und vorausschauend eine medikamentöse Therapie anregen. Die Anordnung erfolgt durch den Anästhesisten.

Merke

Auch hier gilt als Voraussetzung: Wer Medikamente appliziert, muss grundsätzliche Kenntnisse über Analgetika und deren Kombinierbarkeit besitzen.

Tab. 40.2 Nichtopioid-Analgetika (Auswahl): WHO-Stufe I.

Stoffgruppe	Substanz (Handelsname für i. v.-Applikation)	Wirkdauer (nach i. v.-Applikation)	Besonderheiten für die akute Schmerztherapie
Anilinderivat	Paracetamol (Perfalgan)	• 4–6 h	• u. a. wegen Lebertoxizität derzeit kritisch bewertet; • geringer analgetischer und opioidsparender Effekt; • Anwendung nur sinnvoll: + Opioiden + NSAR oder Coxib • i. v.-Anwendung hilft schneller, aber nicht besser
Pyrazolonderivat	Metamizol (Novalgin)	• 4–6 h	• opioidsparender Effekt: ~60 % • Anwendung: + Opioid + NSAR oder Coxib = ~70 % opioidsparender Effekt
nicht steroidale antiphlogistische Rheumatika (NSAR)	Ibuprofen	• (zurzeit nicht i. v.)	• Knochen- und Bindegewebsschmerzen • opioidsparender Effekt: ~50 %; • Anwendung: + Opioid = ~70 % opioidsparender Effekt (s. o.)
Coxibe	Parecoxib (Dynastat)	• 12 h	• Knochen- und Bindegewebsschmerzen • Anwendung: + Opioid = ~70 % opioidsparender Effekt (s. o.)

Zur Schmerztherapie stehen verschiedene Medikamente zur Verfügung. Sie unterscheiden sich in ihrer maximalen analgetischen Potenz und werden nach dem WHO-Stufenschema für Schmerztherapie angewendet:

- WHO-Stufe I: Nichtopioid-Analgetika
- WHO-Stufe II: schwach wirksame Opioid-Analgetika
- WHO-Stufe III: stark wirksame Opioid-Analgetika

Medikamente der WHO-Stufe II sollen nicht mit Medikamenten der WHO-Stufe III kombiniert werden. Können schwach wirksame Opioid-Analgetika (WHO-Stufe II) absehbar keine Schmerzlinderung erzielen, wird nicht deren Maximaldosis angestrebt (erhöht letztendlich nur die Nebenwirkungen), sondern zügig auf stark wirksame Opioid-Analgetika (WHO-Stufe III) gewechselt.

Häufig ist im Rahmen der akuten Schmerztherapie eine Steigerung von WHO-Stufe I direkt auf WHO-Stufe III bzw. deren Kombination sinnvoll. Außerdem werden immer auch Co-Analgetika und alternative Möglichkeiten geprüft und ggf. genutzt.

Merke

Pflegende im Aufwachraum müssen sichere Kenntnisse über Analgetika und deren Kombinierbarkeit, Wirkbeginn, Wirkdauer und Begleit- bzw. Nebenwirkungen haben und anwenden.

► **Regionalanästhesieverfahren.** Zu jeder Zeit der akuten Schmerztherapie im Aufwachraum müssen die Effekte von etablierten Regionalanästhesieverfahren überprüft und verbessert werden. Siehe Kap. „Regionalanästhesie“ (S. 665).

Ist noch kein Regionalanästhesieverfahren bei schmerzhaften Patienten angewendet, sollte auch im Aufwachraum das Legen von zentralen oder peripheren Nervenblockaden als Katheter oder Single-Shot-Verfahren und die Therapie mit Lokalanästhetika noch einmal überprüft werden.

Nichtopioid-Analgetika (NOPA)

Die Nichtopioid-Analgetika (NOPA) werden bei der medikamentösen Therapie als erstes genutzt (WHO-Stufe I). Welches Medikament zur Anwendung kommt, entscheidet oftmals sein Nebenwirkungsspektrum. Der alleinige Einsatz von NOPA beschränkt sich eher auf schwache Schmerzen. Kombiniert mit Opioiden oder Regionalanästhesieverfahren auf mäßige bis starke Schmerzzustände (► Tab. 40.2). Die analgetische Potenz von Nichtopioid-Analgetika allein reicht für starke Schmerzen meist nicht aus. Pflegende sollten in diesem Fall auf die Zugabe von Opioiden achten.

Merke

Die Kombination zweier Nichtopioid-Analgetika **derselben** Stoffgruppe (vgl. ► Tab. 40.7) ist meist nicht sinnvoll: Die schmerzlindernde Wirkung wird nicht verstärkt.

Nichtopioid-Analgetika (WHO-Stufe I) können mit Opioid-Analgetika (WHO-Stufe II oder III) kombiniert werden. Die Kombination ist oftmals sinnvoll: opioidsparender Effekt (bis zu 60 %, s. ► Tab. 40.2).

Opioid-Analgetika

Opioide zählen zu den stärksten Analgetika und sollten im Aufwachraum i. v. appliziert werden (Ausnahme: rückenmarksnahe Gabe). Ob die i. v.-Gabe als Bolus, Kurzinfusion oder kontinuierlich mit Spritzenpumpe durchgeführt wird, richtet sich nach den potenziell zu erwartenden Nebenwirkungen für den jeweiligen Patienten. Entsprechend ihrer Wirkstärke kommen Opioide bei starken Schmerzen zum Einsatz.

Die geeignete Dosis orientiert sich an der Schmerzeinschätzung des Patienten (Schmerzskala). Im Aufwachraum werden primär langwirksame Opioide angewendet.

Die Rezeptoraffinität der Opioide ist für die Betreuung im Aufwachraum von Bedeutung. Werden reine μ-Rezeptor-Agonisten gleichzeitig mit kombinierten Agonisten-Antagonisten verabreicht, könnte das sogar zu einer Schmerzverstärkung beitragen.

Merke

Bei akutem Schmerzgeschehen werden deshalb im Aufwachraum möglichst nur reine μ-Rezeptor-Agonisten verabreicht.

Praxistipp

Scheint die i. v.-Analgesie mit stark wirksamen Opioiden der WHO-Stufe III im Aufwachraum nicht zu gelingen, ist fast immer dieses Opioid für diesen Patienten noch unterdosiert.

Es ist nicht sinnvoll, ein weiteres Opioid WHO-Stufe III „zuzumischen“. Eine bessere Schmerzlinderung kann über

- eine Dosissteigerung des Opioids (i. d. R. über „Standarddosierungen“ hinaus),
- die Kombination mit Nichtopioid-Analgetika,
- die Verwendung von Co-Analgetika und/oder
- Nervenblockaden sowie
- das Nutzen alternativer Techniken (Kap. 19.3) erreicht werden.

Tab. 40.3 Stark wirksame Opioid-Analgetika (Auswahl): WHO-Stufe III.

Substanz (μ-Rezeptor Agonist)	Beispiel Handelsname für i. v.-Applikation	Einzeldosis i. v. Erwachsene	Wirkungs-eintritt	äqui-analgetische Dosis*
Piritramid	Dipidolor	ab 7,5 mg (0,05–0,1 mg/kgKG**)	5 (-15) min	10 mg
Morphin	MSI Mundipharma	ab 2,5 mg (0,05–0,1 mg/kgKG**)	15 (-30) min	15 mg
Oxycodon	Oxygesic injekt	ab 1 mg		5 mg
Hydromorphon	Palladon injekt	ab 0,5 mg		2 mg
Levomethodon	L-Polamidon	ab 1 mg	5 (-20) min	5 mg

* **Äquianalgetische Dosis der Opioide:** Durch bestimmte Dosierungen unterschiedlich potenter Opioide ist theoretisch eine gleiche Analgesie erzeugbar. Zugrunde liegt das i. m.-Morphinäquvalent, die fiktive analgetisch wirksame Dosis eines Opioids, das derjenigen von 1 mg Morphin i. m. entspricht.
**kgKG: Körpergewicht in kg

Opioidbedingte Atemdepression

Patienten mit Schmerzen sind eher durch Schonatmung als durch eine Atemdepression bei Opioidgabe gefährdet. Schmerz ist ein natürlicher Gegenspieler der opioidbedingten Atemdepression, der zumeist Müdigkeit und Sedierung vorausgeht.

Sollte es dennoch zu Anzeichen einer opioidbedingten Atemdepression kommen, müssen Pflegende die Symptome erkennen und selbständig Erstmaßnahmen ergreifen können.

► **Symptome.** Anzeichen einer opiatbedingten Atemdepression sind:
- zunehmende Sedierung
- zunächst normale Atemzüge
- Bradypnoe mit steigendem PaCO2 und etCO2
- Hypoventilation mit Abfall der SaO2 und PaO2

► **Maßnahmen.** Folgende Maßnahmen sind sofort einzuleiten:
- Sofort zuständigen Anästhesisten benachrichtigen.
- Patienten deutlich ansprechen und deutliches Berührungssignal geben.
- Regelmäßig wiederholte Kommandos zum Atmen geben (Kommandoatmung).
- Sauerstoff verabreichen.
- Ggf. Esmarch-Handgriff anwenden oder nasopharyngealen Tubus (Wendl) verwenden.
- Ggf. assistierende Maskenbeatmung initiieren.
- Auf Anordnung Medikamente verabreichen, z. B.:
  - Antagonisieren mit reinem μ-Rezeptor-Antagonisten, z. B. Naloxon (1 Amp. à 0,4 mg ad 10 ml NaCl 0,9 %, Dosierung: 1 μg/kgKG, Erwachsene: zunächst 2,5 ml spritzen, 60 s warten, Wirkdauer 30–45 min).

Tab. 40.4 Co-Analgetika im Aufwachraum (Auswahl).

Wirkstoff	Beispiel Handelsname	Wirkmechanismus	Einsatzgebiet
Clonidin	Catapresan	Agonist am α_2-Rezeptor	Zusatz zu Nervenblockaden i. v. bei Opioidtoleranz
Ketamin	Ketanest-S	Blockade des NMDA Rezeptors	postoperative Hyperalgesie

Merke

Nach dem Antagonisieren von Opioiden müssen Patienten mindestens 1,5–2 h im Aufwachraum anästhesiologisch überwacht werden, um einen sog. Rebound-Effekt der antagonisierten Medikamente auszuschließen.

Co-Analgetika

Co-Analgetika sind eine große Anzahl Medikamente, die auf körpereigene schmerzunterdrückende und -modulierende Prozesse Einfluss nehmen. Sie helfen, die Analgesiequalität zu verbessern und Opioide einzusparen. Nebenwirkungen, Gegenanzeichen und Schmerztyp, aber auch das analgetische Gesamtkonzept müssen berücksichtigt werden.

Die Domäne der Co-Analgetika ist die chronische Schmerztherapie, aber auch bei der akuten Schmerztherapie gibt es für einige Medikamente Anwendungsmöglichkeiten. ▸ Tab. 40.4 zeigt Co-Analgetika, die im Aufwachraum sinnvoll angewendet werden können.

Patientenkontrollierte Analgesie (PCA)

Die Anwendung von Analgetika (Opioide, Lokalanästhetika) kann durch die Behandelnden oder durch die Patienten selbst als sog. patientenkontrollierte Analgesie (S. 441) (engl.: Patient-controlled Analgesia, PCA) erfolgen.

Eine PCA ermöglicht es dem Patienten, mithilfe einer speziell programmierten Pumpe sich selbst auf Knopfdruck Schmerzmittel zu verabreichen. Dies kann je nach plaziertem Katheter intravenös, epidural oder in der Nähe peripherer Nerven geschehen. Die PCA ist etwa ab dem „Gameboy-Alter" einsetzbar („bei Aua drücken").

► **PCIA (Patient-controlled intravenous Analgesia).** Der Patient verabreicht sich intravenös Opioide. Meist wird die Pumpe nur mit Bolusfunktion ohne Basalrate eingestellt.

► **PCEA (Patient-controlled epidural Analgesia).** Der Patient verabreicht sich über einen Periduralkatheter epidural (= peridural) Lokalanästhetika (+ Opioid). Meist wird die Pumpe mit Basalrate und Bolusfunktion (vom Patienten abrufbar) eingestellt.

Besonderheiten der pflegerischen Überwachung im Aufwachraum sind in Kap. „Postoperative Schmerztherapie" (S. 673) dargestellt.

Praxistipp

Wenn der Patient trotz PCEA nicht schmerzfrei ist, sollten Sie zunächst eine zusätzliche Bolus-Applikation eines Lokalanästhetikums ggf. in größerer Menge anregen. Bereits eingetretene starke Schmerzen bedürfen i. d. R. einer höheren Analgetika-Dosis zur Schmerzlinderung.

Schmerztherapie bei opioidgewöhnten Patienten

Opioidgewöhnte Patienten sind häufig an chronischen Schmerzen erkrankt (Nicht-Tumor- oder Tumor-Schmerzen). Im Rahmen der Therapie chronischer Schmerzen werden vielfach auch (langwirksame) Opioide verabreicht.

Patienten, die aufgrund chronischer Schmerzen eine dauerhafte Langzeit-Schmerztherapie erhalten, zeigen in der postoperativen Phase – mit zusätzlichen akuten Schmerzen – fast immer extrem hohe Schmerzlevel und dadurch bedingt maximalen Stress. Hinzu kommen vielfältige andere körperliche und auch seelische begleitende Leiden.

Chronische Schmerzen können im Aufwachraum nicht ursächlich behandelt werden; d. h. Ziel bei der Behandlung der zusätzlichen akuten Schmerzen ist es, (mindestens) das „Ausgangs-Schmerzniveau" zu erreichen.

Merke

Ziel im Aufwachraum für die akute Schmerztherapie von Opioidgewöhnten ist es, das „Ausgangs-Schmerzniveau" zu erreichen. Hierzu kann am besten der Schmerzkranke selbst Auskunft erteilen. Mit ihm wird das Ziel besprochen.

Opioidgewöhnte Patienten mit chronischen Schmerzen stellen eine sehr große Herausforderung für die Pflegenden im Aufwachraum dar. Hier sind profunde Fachkenntnisse und ein souveränes, empathisches Eingehen gefragt.

Grundsätze zur Schmerztherapie bei opioidgewöhnten Patienten

Folgende Empfehlungen gelten für die Schmerztherapie von opioidgewöhnten Patienten im Aufwachraum:

- Die Schmerzskala ist valide, sie kann und muss genutzt werden. Die Angaben des Patienten beschreiben zutreffend seinen tatsächlichen Schmerzlevel.
- Beachte: Schlaf ist kein Indikator für Schmerzfreiheit; Schlaf ist ein Indikator für körperliche Erschöpfung oder Anästhetika-Restwirkung (≠ Analgesie).
- Die Basisschmerztherapie (Tabletten, Kapseln, transdermale Systeme) wird immer fortgesetzt: gewohntes Medikament, gewohnte Zeit, gewohnte Dosierung.
- Ist dies nicht möglich (z. B. wenn der Patient nichts schlucken darf – seltene Ausnahme!), sollte ein anderer reiner µ-Rezeptor-Agonist i. v. verabreicht werden; orientierend an der äquianalgetischen Dosierungsrelation.
- **Äquianalgetische Dosierungsrelation:** 10 mg Morphin i. v. = 15 mg Piritramid i. v. = 2 mg Hydromorphon i. v. = 0,3 mg Fentanyl i. v. = 30 µg Sufentanil i. v. (s. ▶ Tab. 40.3).
- Die Basisschmerztherapie reicht NIE für zusätzliche akute Schmerzen aus.
- Eskalieren die Schmerzen, sind erheblich mehr Analgetika erforderlich, um die Schmerzspitze zu kappen.
- Die Schmerztherapie erfolgt nach dem WHO-Stufenplan: Analgetika der WHO-Stufe I und III, sowie Co-Analgetika und nicht medikamentöse Alternativen werden für den Patienten ausgeschöpft.
- Analgetische „Standard"-Dosierungen sind i. d. R. unwirksam. Der Wirkungseintritt der Analgetika ist wie gewohnt. Die Wirkdauer ist z. T. extrem verkürzt.
- Für stark wirksame Opioide WHO-Stufe III existieren keine Dosierungs-Obergrenzen. Die benötigte Dosis übersteigt häufig alle bisher bekannten Erfahrungen um ein Vielfaches.
- Es werden reine µ-Rezeptor-Agonisten verabreicht; am besten ein Opioid, das „man kennt".
- Es werden auch dann reine µ-Rezeptor-Agonisten verabreicht, wenn der Patient mit Opioiden vom gemischten Agonisten/Antagonisten-Typ basisversorgt ist.
- Eine PCA-Applikation ist häufig erst sinnvoll, wenn das Ziel-Schmerzniveau erreicht ist.

Schmerztherapie bei Suchterkrankten

Suchterkrankte sind Personen, die psychotrope Substanzen suchttypisch konsumieren. Sie erleiden nach Operationen besonders häufig stärkste Schmerzen. Diese Schmerzen lassen sich mit „Standard"-Methoden und -Dosierungen selten beherrschen.

Die Suchterkrankung selber kann zu eskalierender Schmerzsituation führen; und das auch, wenn gar keine Opioide suchttypisch konsumiert werden – wenn also gar keine Opioidtoleranz oder Opioidabusus vorliegt.

Als Ursache gelten neuroplastische Veränderungen im Gehirn, die das Suchtgedächtnis und das Schmerzgedächtnis prägen. Suchtgedächtnis und Schmerzgedächtnis scheinen funktionell sehr eng beieinander zu liegen.

Für die Betreuung im Aufwachraum ist es nicht entscheidend, welche suchterzeugenden Substanzen (Opioide, Cannabis, Alkohol usw., „legal" oder „illegal") der Patient konsumiert.

Merke

Wichtig ist, je häufiger und regelmäßiger psychotrope Substanzen konsumiert werden, desto stärker die suchttypischen Veränderungen (▶ Tab. 40.5) und desto stärker die Angst des Patienten vor Schmerzen, Distress und Entzug.

▶ Tab. 40.5 stellt einige besondere Probleme Suchterkrankter dar. Diese Probleme bestehen auch bei langjähriger Abstinenz unterschwellig fort und können reaktiviert werden – z. B. durch eine ungeeignete Schmerzbehandlung im Aufwachraum.

Tab. 40.5 Besondere Probleme von Suchterkrankten im Aufwachraum (Auswahl).

Problem	Auslöser	Folgen
Schmerzen • Empfindlichkeit ↑ ↑ ↑ • Schmerzschwelle ↓ ↓ ↓ (nicht nur Heroiniker!) • Schmerzbewältigung ↓ ↓ ↓ • Schmerzerfahrung: extrem negativ!	• OP-Schmerzen • analgetische Unterversorgung • Hyperalgesie bei Heroinikern	• Unwirksamkeit analgetischer „Standarddosierungen" • Angst vor Schmerzen • Suchtverstärkung • Trigger für Suchtrückfall • Auslösen von Entzugssymptomen
Distress • Empfindlichkeit ↑ ↑ ↑ • Stressbewältigung ↓ ↓ ↓ • große Angst (vor Schmerzen und Entzug)	• körperlicher Stress (z. B. OP, Schmerzen) • psychischer Stress (z. B. Angst, Unsicherheit, Stigmatisierung durch Personal)	• Verlangen nach Distress mindernder Substanz/Craving • Suchtverstärkung • Trigger für Suchtrückfall
Entzug • (auch in Narkose möglich!!!)	• fälschliches Unterbrechen der Substitution/des Substanzkonsums • Verkennen der Symptome/unzureichende Behandlung • erhöhter Stresslevel	• Panik, max. Distress • Suchtverstärkung

Grundsätze zur Schmerztherapie bei Suchterkrankten

Merke

Pflegende müssen immer berücksichtigen, dass Schmerzen ein sehr hohes Risiko für Suchtrückfall, Suchtverstärkung und Entzugssymptome darstellen und dass Schmerzen erste Entzugserscheinungen darstellen können.

Außerdem haben viele Suchterkrankte erhebliche (begründete!) Angst davor, dass ihre Schmerzen von Pflegenden nicht richtig eingeschätzt werden könnten; das wiederum löst unweigerlich Distress aus und führt auch zur Suchtverstärkung.

Für die Schmerztherapie von Suchterkrankten im Aufwachraum gelten daher folgende Empfehlungen:

- Das Konzept zur postoperativen Analgesie beginnt nicht erst im Aufwachraum; ein sog. multimodales Konzept wird geplant. Nervenblockaden spielen hierbei eine wichtige Rolle.
- Die Schmerzskala ist valide und kann/muss genutzt werden! Die Selbsteinschätzung des Suchterkrankten ist zuverlässig und beschreibt zutreffend seinen individuellen Schmerzlevel.
- Mit dem Patienten wird ein individuell akzeptables Ziel-Schmerzniveau vereinbart und wann der nächste Schmerz-Status erhoben wird.
- Die Schmerztherapie erfolgt nach dem WHO-Stufenplan: Analgetika der WHO-Stufe I und III, sowie Co-Analgetika und nicht medikamentöse Alternativen werden für den Patienten ausgeschöpft.
- Analgetische „Standard"-Dosierungen sind i. d. R. unwirksam. Der Wirkungseintritt der Analgetika ist wie gewohnt. Die Wirkdauer ist z. T. extrem verkürzt.
- Für stark wirksame Opioide der WHO-Stufe III existieren keine Dosierungsobergrenzen. Die benötigte Dosis übersteigt häufig alle bisher bekannten Erfahrungen um ein Vielfaches.
- Es werden reine μ-Rezeptor-Agonisten verabreicht; am besten ein Opioid, das"man kennt".
- Es werden keine kurzwirksamen Opioide (z. B. Remifentanil, Alfentanil usw.) im Aufwachraum verwendet.
- Opioide werden weiter verabreicht, solange keine Sedierung eintritt. Die Sedierung als „psychische Entlastung/Kick" soll vermieden werden (ebenfalls Suchtverstärkung). Dahingehend wird der Patient regelmäßig überwacht.
- Die Opioid-Applikation erfolgt am besten kontinuierlich per Spritzenpumpe (bei Bolus eher „Kick").

Tab. 40.6 Die pflegerische Grundhaltung gegenüber Suchterkrankten.

Grundhaltung	Botschaft
Respekt gegenüber dem Patienten und seiner Lebensweise	• Pflegende sieht Suchterkrankung als ein Faktum. Es ist nicht Diskussions- oder Behandlungsgegenstand im Aufwachraum.
Empathie und Präsenz	• Pflegende nimmt die Person um ihrer selbst willen an. Keine Stigmatisierung. • Pflegende hilft, gegenwärtige Situation bis zur Verlegung aus dem Aufwachraum zu bewältigen.
Kommunikation: professionell auf Sachebene	• Pflegende ermöglicht „informiertes Einverständnis": stärkt die Autonomie des Patienten. • Pflegende erkennt in Appell-/Ich-Botschaften des Patienten die Sachinformationen und reagiert (nur) auf diese.

- Eine sog. **Substitutionstherapie** bei Opioid-Abhängigkeit darf **nie unterbrochen** werden – denn das löst einen Entzug aus! Daher ggf. Substanz von Station in den Aufwachraum bringen lassen.
- Die Substitutionstherapie ersetzt in keinem Fall die akute Schmerztherapie. Hierfür sind i. d. R. zusätzliche Medikamente (selbstverständlich auch Opioide) erforderlich.

Akute Schmerztherapie bei ehemals opioidabhängigen; „cleanen" Patienten

Benötigen ehemals opioidabhängige, „cleane" Patienten eine akute Schmerztherapie, haben sie bei Verabreichung von Opioiden oft große Sorge vor einem Rückfall. Hier gelten daher folgende Empfehlungen:

- Ziel und Medikamentengabe für die akute Schmerztherapie immer mit dem Patienten besprechen. Transparenz beugt Distress vor.
- Deutlich machen, dass auch Schmerzen zum Suchtrückfall führen können.
- WHO-Stufenschema anwenden. Bei Opioidgabe kontinuierliche Applikation unter strikter Vermeidung von Sedierung oder psychotropen Effekten durchführen.
- Vorsicht: Auch nach längerer Abstinenz von Opioiden kann ein sog. „protrahiertes Abstinenzsyndrom" bestehen. Dann liegt eine sog. Up-Regulation von μ-Rezeptoren vor mit der Folge, dass der Patient eine **hohe** Sensibilität gegenüber der Opioid-Wirkung hat. Das bedeutet praktisch: Die Dosisfindung erfolgt vorsichtig über niedrige Laufraten.

Grundsätze zum Verhalten gegenüber Suchterkrankten

Wesentliche Ziele der Betreuung eines Suchterkrankten im Aufwachraum sind

- einer Suchtverstärkung oder einem Suchtrückfall vorzubeugen,
- einen Entzug zu erkennen und zu vermeiden und
- Folgeerkrankungen durch den Substanzkonsum unter Kontrolle zu behalten.

Im Aufwachraum kann die Suchterkrankung nicht geheilt werden; wie andere chronische Erkrankungen im Übrigen auch nicht. Pflegende sollten auch dringend jeden vermeintlich „erzieherischen" Appell gegenüber dem Suchterkrankten unterlassen. Diese reagieren hierauf häufig mit Rückzug oder Ablehnung (Non-Compliance). Das erschwert die Aufwachraumbetreuung erheblich. ▶ Tab. 40.6 zeigt hier Möglichkeiten der pflegerischen Grundhaltung und deren Botschaft auf.

Merke

„Erzieherische Bemerkungen" zum Suchtverhalten werden von Suchterkrankten i. d. R. als Übergriff in einen intimen Persönlichkeitsbereich bewertet. Sie müssen unterbleiben.

40.4.2 Übelkeit und Erbrechen erkennen und lindern (PONV, POVOC)

Postoperative Übelkeit und Erbrechen (engl.: **po**stoperative **n**ausea and **v**omiting, PONV) oder bei Kindern postoperatives Erbrechen (engl.: **po**stoperative **vo**miting in **c**hildren, POVOC) zählen zu den häufigsten Komplikationen im Aufwachraum. Siehe Kap. „Weitere Komplikationen" (S. 725).

Über Übelkeit klagen fast 20–30 % aller erwachsenen Patienten, ein Viertel dieser Betroffenen erbricht dann auch. Tatsächlich wird wahrscheinlich nur ein Bruchteil der Episoden erfasst. Bei kleinen Kindern lässt sich Übelkeit z. B. kaum erfassen.

Das Problem kann sowohl in der direkten postnarkotischen Phase als auch erst Stunden später auftreten. Übelkeit und Erbrechen werden von Patienten als extrem belastend empfunden. Postoperatives Erbrechen ist bei pädiatrischen Patienten

der häufigste Grund für eine ungeplante Wiederaufnahme in die Klinik nach ambulanten Eingriffen!

Merke

Abwesenheit von PONV und eine gute Therapie bei PONV sind Qualitätsmerkmale einer guten Anästhesie und einer guten Betreuung im Aufwachraum. Aber auch ökonomische Gründe (Liegedauer im Aufwachraum) verpflichten zu einer raschen effektiven Behandlung bei PONV.

Bei verminderten Schutzreflexen oder (relativ häufiger laryngealer) diskreter Restrelaxierung besteht ein höheres Risiko für bronchopulmonale Aspirationen. Starkes Erbrechen kann u. a. den Flüssigkeits- und Elektrolythaushalt oder durch Erhöhung des intraabdominellen Drucks dort auch die Wundheilung stören, zu Pneumothorax, Trachealruptur oder zu einem Visusverlust führen.

Die Pathogenese von PONV ist immer noch weitgehend unklar.

Risikofaktoren

Um Patienten mit einem erhöhten PONV-Risiko zu identifizieren, gibt es verschiedene vereinfachende Scores, wie z. B. den Apfel-Score (S. 725). Die Scores für Erwachsene sind auf Kinder nicht anwendbar.

Als Risikofaktoren für das Auslösen von Übelkeit und Erbrechen in der postnarkotischen Phase werden allgemein inzwischen folgende Faktoren anerkannt:

- **patientenabhängige Risikofaktoren** (Bedeutung innerhalb der Gruppe von oben nach unten abnehmend):
  - weibliches Geschlecht (Frauen 2–3-mal häufiger als Männer)
  - bereits bekannte PONV
  - Reise- oder Seekrankheit (2–3-fach höheres Risiko)
  - Nichtraucher (2-fach höheres Risiko als Raucher)
  - bei Kindern: ab dem 4. Lebensjahr, Gipfel zwischen dem 6. und 10. Lebensjahr, häufig erst Stunden nach dem Eingriff
- **anästhesiebedingte Risikofaktoren** (Bedeutung innerhalb der Gruppe von oben nach unten abnehmend):
  - volatile Anästhetika (2–3-mal häufiger als bei total intravenöser Anästhesie)
  - Anästhesiedauer (alle 30 min Zunahme um 60 %)
  - Lachgas
- **operationsbedingte Risikofaktoren:**
  - Es wird von den Experten sehr kontrovers diskutiert, welcher Operation welches PONV-/ POVOC-Risiko zugeschrieben werden soll.
- **Opioide**: Postoperativ leiden 50 % der Patienten, die ein Opioid erhalten haben, an Übelkeit und Erbrechen (Bedeutung innerhalb der Gruppe von oben nach unten abnehmend):
  - Opioidgabe intraoperativ
  - Opioidgabe postoperativ

Pflegerische Erstmaßnahmen

Aufgabe der Pflegenden ist es, die Zeit im Aufwachraum für das Erkennen von Unwohlsein und Übelkeit intensiv zu nutzen und geeignete Maßnahmen, z. B. eine Sekundärprophylaxe, einzuleiten.

Merke

Übelkeit und Erbrechen müssen immer therapiert werden, denn mehr als die Hälfte dieser Patienten erbricht danach wieder. Ziel ist es, den Patienten beschwerdefrei auf Station zu entlassen.

Pflegerische Erstmaßnahmen sind:

- Patienten befragen, sofortige Hilfe zusichern und leisten.
- Zum tiefen Durchatmen auffordern.
- Herzfrequenz kontrollieren.
- Oberkörper aufrichten (Vorsicht: Gegenanzeichen).
- Wenn bereits vorhanden, Magensonde absaugen (ansonsten keine Magensonde legen und keine sonstigen Manipulationen im Rachen vornehmen).
- Lageveränderungen vermeiden (Patienten nicht betten oder transportieren).
- Bei Erbrechen unterstützen (Atemwege sichern); danach Gesichts- und Mundpflege anbieten.
- Zügig Anordnung für Medikamente einholen: Medikamente verabreichen, Wirkung kontrollieren.

Prophylaxe und Therapie

Grundsätzlich sollte die medikamentöse Prophylaxe bereits vor und während der Narkose stattfinden. Je höher das Ausgangsrisiko, desto sinnvoller die Prophylaxe. Weil mit „Narkose“ und „Opioidgabe“ bereits 2 Risikofaktoren für fast alle Patienten vorliegen, erhalten fast alle Patienten eine Prophylaxe. Dabei reduziert jede medikamentöse Intervention das Risiko um ⅓.

Merke

Entscheidend für die effektive Behandlung von Übelkeit oder Erbrechen ist ein beherztes schnelles Vorgehen, bis das Problem behoben ist. Die Beschwerden bestehen sonst mit hoher Wahrscheinlichkeit (65 %) noch 24 h weiter.

Merke

Alle prophylaktisch wirkenden Medikamente wirken auch therapeutisch. Der Praktikabilität halber werden zur Therapie von PONV die gleichen Dosierungen wie zur Prophylaxe empfohlen: Dosierung Therapie = Dosierung Prophylaxe (PONV Konsensus Konferenz 2010).

Die Kombination verschiedener Substanzen ist effektiver als eine Monotherapie. Es gibt für einzelne Medikamente keine speziellen Indikationen; die Auswahl richtet sich nach dem Nebenwirkungsprofil und den Kontraindikationen.

Dabei sollen nur Medikamente miteinander kombiniert werden, die unterschiedlichen Substanzgruppen angehören (▶ Tab. 40.7). Bereits verabreichte Medikamente (z. B. aus der präoperativen Prophylaxe) werden zunächst nicht wieder verabreicht (nur wenn es keine Alternative mehr gibt). Deshalb werden im Aufwachraum auch primär diejenigen Medikamente verabreicht, auf die die Stationen keinen Zugriff haben. So bleiben die „Stationsmittel“ als Rescue-Medikamente frei.

Es sind i. d. R. mehrere (!) Interventionen notwendig, um Übelkeit und Erbrechen zu beenden!

Andere diskutierte Optionen bei PONV (Prophylaxe/ Therapie) sind:

Stimulation des Akupunkturpunktes P6 am Handgelenk (Technik, Dauer und bester Zeitpunkt uneinheitlich beschrieben; noch keine eindeutige Empfehlung),

Aromatherapie mit Isopropylalkohol möglicherweise prophylaktisch wirksam (Datenlage für Empfehlung noch zu schwach),

Neurokininantagonist: Fosaprepitant (z. B. Ivemend) z. Zt. Antiemetikum im Rahmen von Chemotherapie; möglicherweise Zukunftsoption (noch keine Empfehlung).

Die Erhöhung des F_iO_2, Ingwer oder seine Extrakte haben **keinen** prophylaktischen und vermutlich keinen therapeutischen Effekt auf PONV!

Tab. 40.7 Medikamente zur PONV-/POVOC-Therapie.

Stoffgruppe	Beispiel Substanz (Handelsname für i. v.-Applikation)	Dosierung (i. v. Applikation)	Anmerkungen
Setrone (Serotoninrezeptor-Antagonisten)	• Dolasetron (z. B. Anemet)	• 12,5 mg Erwachsene (0,35 mg/kgKG Kinder)	Medikament der 1. Wahl zur Therapie, wenn nicht bereits als Prophylaxe verabreicht
	• Ondansetron (z. B. Zofran)	• 4 mg Erwachsene (0,1 mg/kgKG Kinder)	
	• Ganisetron (z. B. Ganisetron Actavis)	• 1 mg Erwachsene (20 µg/kgKG Kinder)	
Kortikoide Wirkungsmechanismus unklar	Dexamethason (z. B. Fortecortin)	4 mg Erwachsene (0,15 mg/kgKG Kinder)	Wirkt erst spät. Daher immer mit anderer Stoffgruppe kombinieren.
Butyrophenone Dopaninrezeptor-Antagonisten	Droperidol (z. B. DHB)	0,625 mg Erwachsene (50 µg/kgKG Kinder)	
	Haloperidol	1–2 mg Erwachsene (nicht für Kinder)	z. T. nicht für Kinder
Antihistaminika	Dimenhydrinat (z. B. Vomex A)	62 mg Erwachsene (0,5 mg/kgKG Kinder)	
Dopaminrezeptoren-Antagonist Einfluss auch auf verschiedene Serotoninrezeptoren	Metroclopramid (z. B. Gastrosil)	10 mg Erwachsene (nicht für Kinder)	nicht für Kinder
Anticholinergika	Scopalamin	1 mg Erwachsene (nicht für Kinder)	einmalige Gabe in 24 h, nicht für Kinder

40.4.3 Körpertemperatur überwachen und wiederherstellen

Die Körpertemperatur schwankt bereits unter Normalbedingungen. Siehe Kap. „Regulation der Körpertemperatur“ (S. 390). Während einer Anästhesie wird die normale Thermoregulation jedoch stark verändert. Aber auch im Aufwachraum können Patienten weiter an Körpertemperatur verlieren. Das gilt besonders für Kinder, ältere Menschen und Patienten mit zentralen Leitungsanästhesien. Dabei wird das Ausmaß der Hypothermie im Aufwachraum eher unterschätzt.

Merke

Patienten, bei denen eine Regionalanästhesie durchgeführt worden ist, verlieren auch im Aufwachraum weiter Körperwärme, wenn keine Gegenmaßnahmen ergriffen werden.

Selbst wenn bereits intraoperativ Maßnahmen ergriffen wurden, um die Körperkerntemperatur des Patienten im normothermen Bereich zu stabilisieren, leiden bis zu 60 % aller Patienten postoperativ unter einer Hypothermie. Das Kälte*gefühl* ist dabei nicht an definierte Temperaturbereiche gekoppelt, sondern höchst individuell.

Hypothermie

Frieren ist nicht nur unangenehm, sondern eine Hypothermie (S. 394) hat auch nachteilige Folgen für den Heilungsverlauf. Hierzu gehören u. a.:

- Schläfrigkeit
- verminderte Atmung
- Bradykardie, Herzrhythmusstörungen
- reduzierte Immunabwehr
- verzögerte Blutgerinnung

Pflegerische Maßnahmen

Pflegende überwachen im Aufwachraum die Körpertemperatur und ergreifen Maßnahmen, wenn der Patient über Kälte- oder Wärmegefühl klagt oder Muskelzittern zeigt.

Das Spektrum pflegerischer Möglichkeiten bei Hypothermie ist breit:

- Angewärmtes Bett und erwärmte Decken benutzen (Maßnahmen bündeln).
- Patienten nach Komfort befragen.
- Bei subjektivem Kältegefühl oder Shivering (Muskelzittern) konvektive Wärmedecke verwenden (▶ Abb. 40.3).
- Hände und Füße in warme Decken hüllen, erwärmte Gelmatten oder spezielle Hand- und Fußwärmer anbieten.
- Herzfrequenz und Blutdruck kontrollieren.
- Bei Shivering Sauerstoff und Medikamente auf Anordnung verabreichen.

Siehe auch ▶ Tab. 16.2.

Shivering (Muskelzittern)

Hypotherme Patienten können unwillkürliches Muskelzittern zeigen. Es tritt bei 5–65 % aller Patienten im Aufwachraum auf und dient dem Körper eigentlich als Gegenregulationsmechanismus bei Kälte zur Wärmegewinnung. Das Shivering (S. 714) kann nicht willkürlich unterdrückt werden.

Merke

Mit konvektiven Wärmesystemen wird die Wiedererwärmung des Patienten unterstützt und Muskelzittern gemildert (▶ Abb. 40.3).

Die Stärke des Shiverings ist dabei unabhängig vom Grad der Hypothermie. Neugeborene und Säuglinge zeigen kein Shivering, es tritt erst ab dem 4.–6. Lebensjahr auf. Ältere Menschen haben schwä-

Abb. 40.3 Bei subjektivem Kältegefühl oder Shivering sind auch konvektive Wärmedecken sinnvoll

cher ausgeprägtes Muskelzittern als Jüngere (trotz stärkeren Auskühlens). Männer shivern etwas häufiger als Frauen.

Sowohl Kältegefühl als auch Shivering werden von den meisten Patienten als extrem unangenehm eingestuft.

Praxistipp

Kombinieren Sie die medikamentöse Therapie immer mit physikalischen Maßnahmen. Medikamente unterdrücken lediglich das zur Wärmegewinnung dienende Muskelzittern: Ohne gleichzeitige aktive Wärmezufuhr verzögert sich die Wiedererwärmung des Patienten weiter. Folge: Der Patient zeigt nach Abklingen der Medikamentenwirkung erneut Muskelzittern.

► **Pathophysiologie.** Muskelzittern erhöht u. a. den Sauerstoffverbrauch des Körpers um bis zu 40 %, was zu messbaren Sättigungsabfällen führen kann, v. a., wenn Patienten bereits an Lungenerkrankungen leiden. CO_2 fällt in höherem Maße an. Beides hat auch Einfluss auf den Säure-Basen-Haushalt des Organismus. Intrazerebraler und intraokularer Druck können durch Muskelzittern ansteigen. Patienten mit entsprechenden Vorerkrankungen sind gefährdet. Shivering verstärkt die Wahrnehmung und Entstehung von Wundschmerzen.

► **Pflegerische Maßnahmen.** Pflegende sollten solange Maßnahmen gegen Hypothermie und Muskelzittern ergreifen und Wärme zuführen, bis der Patient wieder normotherm ist.

Praxistipp

Wenn ein Patient Hypothermie und Muskelzittern zeigt, sollten Sie die Gabe von Sauerstoff kritisch erwägen.

Merke

Patienten werden erst nach Wiedererlangen der Normothermie verlegt.

40.4.4 Atmung überwachen, Atemwege sichern

Für die Patientenbetreuung im Aufwachraum kommt der Überwachung der Atmung bzw. dem Sichern der Atemwege eine zentrale Stellung zu.

Viele Faktoren beeinflussen und beeinträchtigen die Atmung, sodass es zu teilweise eindrucksvollen Komplikationen kommen kann. Die Atmung wird durch Medikamente, Anästhetika, Narkoseverfahren, Narkosebeatmung und auch durch operationstechnische Faktoren beeinflusst und nachhaltig beeinträchtigt.

Folgende postoperative Störungen der Sauerstoffaufnahme können noch Stunden bis Tage – v. a. nach Narkosebeatmung – beobachtet werden:

- Verlegung der Atemwege
- Hypoventilation
- Atelektasen durch Rückenlagerung oder fehlende Umlagerung
- Atelektasen nach Oberbaucheingriffen, nach Thoraxeingriffen oder Einlungenventilation
- geblähtes Abdomen (z. B. nach Laparoskopien)
- Nachwirkungen von Anästhetika
- Lungenembolie
- Pneumothorax
- Hämatothorax

Allgemeine pflegerische Maßnahmen

Eine der wichtigsten Aufgaben ist es, die Atmung von Patienten gezielt und engmaschig zu überwachen. Pflegende müssen Veränderungen zuverlässig erkennen und erste unterstützende Maßnahmen selbstständig einleiten können. Ebenso kommt ihnen bei der Einschätzung von Trends eine wichtige Rolle zu. Die allgemeinen pflegerischen Maßnahmen zur Überwachung und Sicherung der Atemwege umfassen ein breites Spektrum (► Abb. 40.4):

- Haut-, Lippen-, Akren-, Nagelbettfarbe beurteilen.
- Bewusstsein beurteilen und Patienten befragen.
- Sauerstoffsättigung und -applikation beurteilen.
- Tiefe, Häufigkeit und Geräusche der Atmung beurteilen, Atmung stimulieren, Atemwege freimachen.
- Thoraxbewegungen und Atemstoß beurteilen, Atmung unterstützen.
- Schmerzen, Schonatmung, Lagerung und Analgesie beurteilen.
- Spezielle Atemtherapie durchführen und überwachen (z. B. atemunterstützende Lagerungen, Kontaktatmung, Mobilisation, Inhalationen, High-Flow-CPAP).
- Blutgasanalysen durchführen.
- Bei weiteren Untersuchungen (z. B. Röntgen, Bronchoskopie) oder Therapien (z. B. Intubation, Thoraxdrainagen-Anlage) assistieren.

► **Lagerung.** Der Oberkörper des Patienten sollte – wenn immer möglich – um etwa 45 ° erhöht, eine Krümmung im thorakalen/lumbalen Bereich jedoch vermieden werden. Das Absenken des Zwerchfells wird so erleichtert und die inspiratorische Atemhilfsmuskulatur freigesetzt. Das führt über ein vergrößertes Atemzugvolumen letztendlich zu einem verbesserten Sauerstoffangebot an den Organismus.

Abb. 40.4 Die Überwachung und Sicherung der Atmung gehören zu den wesentlichen Aufgaben im Aufwachraum.

Verlegung der Atemwege

Ursachen

Die häufigste Ursache für postoperative Hypoventilation ist eine Verlegung der Atemwege. Dies geschieht meistens durch die nach hinten sinkende Zunge bei noch schlaffem Muskeltonus im Pharynx. Der noch restnarkotisierte Patient ist nur mühsam in der Lage, seine oberen Atemwege offen zu halten. Ein schnarchendes Atemgeräusch, ein Einziehen des Jugulums oder gar ein Atemstopp sind Anzeichen hierfür. Weitere Ursachen sind:

- Zurückfallen der Zunge bei noch stark sedierten oder rest-relaxierten Patienten
- Blutungen und Blutkoagel im Rachen- oder Halsbereich (z. B. nach Tonsillektomien, Strumektomien)
- Laryngospasmus
- Aspiration
- zähes Mundsekret
- Tumore
- Ödeme
- Rekurrensparese

Pflegerische Erstmaßnahmen

Zu den pflegerischen Erstmaßnahmen bei Verlegung der Atemwege zählen:

- Sofort zuständigen Anästhesisten benachrichtigen.
- Patienten ansprechen und befragen.
- Zur ruhigen Atmung auffordern.
- Oberkörper hochlagern.
- Atemgeräusche beurteilen.
- Esmarch-Handgriff durchführen.
- Rachen absaugen.
- Wendl-Tubus einführen.
- Sauerstoff verabreichen.
- Medikamente nach Anordnung verabreichen.

Relaxanzienüberhang

Eine bis in den postoperativen Zeitraum reichende Relaxanzienwirkung kann außer durch eine Überdosierung z. B. auch durch Hypothermie, Organinsuffizienz oder atypischer Enzymfunktion bedingt sein. Bereits eine geringe Restrelaxierung ist ungünstig, weil Hypoventilation, Hypoxie, Sekretretention, Atelektasenneigung und psychischer Stress beim Patienten daraus resultieren können. Nicht zu vergessen ist die Mikroaspirationsgefahr bei beeinträchtigter Muskelkoordination des Larynx, dessen Muskeln gegenüber der Relaxanzienwirkung verhältnismäßig empfindlicher sind als z. B. die Atemmuskulatur.

Merke

Pflegende im Aufwachraum müssen die Anzeichen eines Relaxanzienüberhangs erkennen und geeignete Erstmaßnahmen ergreifen können.

Symptome

Anzeichen eines Relaxanzienüberhangs sind:
- Stresssymptome: Tachykardie, Hypertonie, Schwitzen, Tränenfluss
- Tachypnoe
- kleine Atemzugvolumina
- Patienten können hypoventiliert, aber auch normoventiliert erscheinen
- schaukelnde, ruckartige Atembewegungen
- Unvermögen, die Augen zu öffnen, Hände kräftig zu drücken, den Kopf anzuheben
- motorische Unruhe ohne koordinierte Muskelbewegungen

Maßnahmen

Bei Anzeichen für einen Relaxanzienüberhang sind im Aufwachraum folgende Maßnahmen zu ergreifen:
- Sofort zuständigen Anästhesisten benachrichtigen.
- Dem Patienten Hilfe und Präsenz zusichern: Er ist i. d. R. hellwach!
- Zwerchfellatmung erleichtern (z. B. Oberkörper aufrichten).
- Sauerstoff verabreichen.
- Ggf. assistierende Maskenbeatmung initiieren.
- Auf Anordnung Medikamente verabreichen, z. B.:
  - Antagonisieren mit Cholinesterasehemmer, z. B. bei Erwachsenen Neostigmin (2 Amp. à 0,5 mg ad 10 ml NaCl 0,9 % fraktioniert i. v., Wirkungseintritt nach etwa 30 s, Wirkdauer 30–45 min),
  - Antagonisieren von Rocuronium mit Muskelrelaxans Enkapsulator, z. B. Sugammadex (2,0 mg/kgKG i. v. bis 16 mg/kgKG i. v. in Abhängigkeit zum Relaxierungsgrad; Wirkungseintritt je nach Dosierung zwischen 1,5 min und 3 min).

Merke

Nach dem Antagonisieren von Muskelrelaxanzien müssen Patienten mind. 1,5 h im Aufwachraum anästhesiologisch überwacht werden, um einen sog. Rebound-Effekt der antagonisierten Medikamente auszuschließen.

Weitere Ursachen einer Hypoventilation

Weitere Ursachen für eine Hypoventilation können sein:
- Überhang an volatilen Anästhetika
- Schmerzen und Schonatmung
- ausgeprägte zentrale Leitungsanästhesien
- Bronchospasmus
- straffe, einengende Verbände
- zentrale Dysregulation
- Phrenicusparese

Maßnahmen

Pflegerische Erstmaßnahmen sind:
- Sofort zuständigen Anästhesisten benachrichtigen.
- Patienten deutlich ansprechen, gezielt befragen und zur Atmung auffordern.
- Ggf. Kommandoatmung durchführen.
- Ggf. Sauerstoff verabreichen (Anordnung).
- Ggf. mit der Gesichtsmaske ventilieren.
- Auf Anordnung: Alle weiteren Maßnahmen veranlassen und Medikamente verabreichen.

40.4.5 Herz-Kreislauf-Funktion überwachen und sichern

Neben Schmerzen, Übelkeit und Beeinträchtigungen der Atmung gehören Störungen der Herz-Kreislauf-Funktion zu den typischen Komplikationen im Aufwachraum. Regulationsstörungen der Herz-Kreislauf-Funktion treten sehr unterschiedlich in Erscheinung, z. B. als arterielle Hypotonie, Hypertonie, Tachykardie, Bradykardie oder Herzrhythmusstörungen.

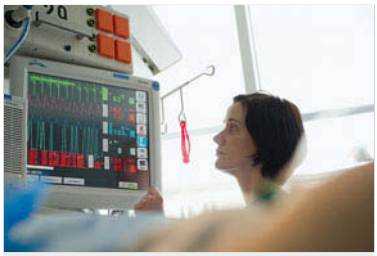


Abb. 40.5 Zur Überwachung der Herz-Kreislauf-Funktionen gehört neben der engmaschigen Beobachtung des Patienten auch ein kontinuierliches Monitoring.

Allgemeine pflegerische Maßnahmen

Weil Folgestörungen gefährlich sind, wird die Herz-Kreislauf-Funktion engmaschig überwacht und zügig stabilisiert (▶ Abb. 40.5). Allgemeine pflegerische Überwachungskriterien, die sich zur Einschätzung der Herz-Kreislauf-Situation im Aufwachraum eignen, sind:
- Bewusstsein beurteilen und Patienten befragen.
- Hautfarbe, periphere Durchblutung und Hauttemperatur beurteilen.
- Puls mittels Pulsoxymetrie und Palpation beurteilen.
- Blutdruck ermitteln und beurteilen.
- Herzrhythmus und -frequenz mittels EKG beurteilen.
- Urinausscheidung beurteilen.
- Durst und trockene Schleimhäute beurteilen.

Arterielle Hypotonie

Die am häufigsten beobachtete Störung im Aufwachraum ist die arterielle Hypotonie.

Ursachen

Ursache einer arteriellen Hypotonie ist meist eine bestehende oder sich entwickelnde Hypovolämie. Aber auch Anästhetika, Vorerkrankungen oder andere Auslöser sollten in Betracht gezogen werden. Weitere Ursachen können sein:
- Flüssigkeitsverluste und Mangel (häufig!)
- Blutverluste
- ausgeprägte zentrale Leitungsanästhesien
- Perikardtamponade, Herzinsuffizienz
- Myokardinfarkt, Lungenembolie
- Anästhetika
- Sepsis oder SIRS
- Vasodilatatoren

Pflegerische Erstmaßnahmen

Sofortmaßnahmen bei arterieller Hypotonie sind:
- Zuständigen Anästhesisten benachrichtigen.
- Patienten ansprechen, Bewusstsein prüfen.
- Gezielt nach Übelkeit oder Schwindelgefühl befragen.
- Kopf tief oder Beine separat hoch lagern.
- Blutdruck und Puls aktuell ermitteln.
- Drainagen und Verbände auf Nachblutungen kontrollieren.
- Sauerstoff verabreichen (nach Anordnung).
- Auf Anordnung: Medikamente und Infusionen verabreichen, ggf. Transfusion vorbereiten.

Merke

Patienten mit einer zentralen Leitungsanästhesie können auf Lageveränderungen mit ausgeprägten Blutdruckschwankungen reagieren.

Arterielle Hypertonie

Sie kann zusammen mit einer Tachykardie bei Schmerzen, Harndrang oder Bewusstseinsstörungen beobachtet werden. Hypertonien sind generell nicht erwünscht, weil es neben kardialen und zerebralen Folgeproblemen auch zu verstärkten Nachblutungen kommen kann.

Ursachen

Hierzu zählen:
- Harnverhalt
- Schmerzen
- Angst, Unruhe oder Befindlichkeitsstörungen
- Hypervolämie, Hyperkapnie
- vorbestehende Erkrankungen

Pflegerische Erstmaßnahmen

Sofortmaßnahmen bei arterieller Hypertonie sind:
- Zuständigen Anästhesisten benachrichtigen.
- Schmerzen erfragen, ggf. Schmerzen lindern.
- Harndrang erfragen, Blasenfüllung tasten, ggf. Blasenentleerung erleichtern, ggf. einmal katheterisieren.
- Befindlichkeitsstörungen erkennen und Orientierungshilfen geben.
- Oberkörper aufrichten (Vorsicht Gegenanzeigen!).
- Auf Anordnung: Medikamente verabreichen (z. B. Sedativum, Analgetikum, Antihypertensivum).

Herzrhythmusstörungen

Tachykardie, Bradykardie und andere Formen von Herzrhythmusstörungen treten nach Narkosen immer wieder auf. Ihre Ursachen sind vielfältig und die Folgen können gefährlich werden.

Ursachen

Ursachen für Herzrhythmusstörungen sind u. a.:
- Übelkeit
- Opioid-, Lokalanästhetikawirkung
- Schmerzen, Angst
- Hypo- und Hyperkaliämie
- pH-Wert-Verschiebung
- Hypoxämie, Hyperkapnie
- maligne Hyperthermie
- Pneumothorax, Lungenembolie
- Perikardtamponade, Myokardinfarkt
- vorbestehende Erkrankungen

Pflegerische Erstmaßnahmen

Erstmaßnahmen bei Herzrhythmusstörungen sind:
- Sofort zuständigen Anästhesisten benachrichtigen.
- Patienten ansprechen, Bewusstsein prüfen.
- Hautfarbe, -feuchte und -wärme einschätzen.
- Puls kontrollieren, Blutdruck messen.
- Sauerstoff verabreichen (nach Anordnung).
- Auf Anordnung: Alle weiteren Maßnahmen veranlassen oder Medikamente verabreichen.

40.4.6 Orientierung und Bewusstsein fördern

Störungen der Orientierung und des Bewusstseins treten sowohl nach Allgemein-, als auch nach Regionalanästhesien auf. Vor allem kleine Kinder und ältere Menschen leiden darunter. Diese Störung kann sich sowohl in einem verzögerten Erwachen als auch durch Unruhe und Befindlichkeitsveränderungen bemerkbar machen, und ist unabhängig vom erhaltenen Anästhesieverfahren. Veränderungen der Denkfähigkeit lassen sich teilweise noch Tage nach dem Eingriff nachweisen und verunsichern Patienten sehr.

Allgemeine pflegerische Maßnahmen

Ziel ist es, in der fremden Umgebung des Aufwachraums dem Patienten Sicherheit und Vertrauen zu vermitteln. Hierzu gehören folgende Grundregeln:
- Klare Informationen geben.
- Patienten mit seinem Namen ansprechen; sich selbst vorstellen.
- In kurzen Sätzen Informationen über Ort und Zeit und OP-Ende geben.
- Maßnahmen, Aktions- und Ruhephasen ankündigen und einhalten.
- Eigenaktivität und Selbstständigkeit des Patienten fördern.
- Patient zur Mithilfe und Eigenaktion motivieren.
- Einschränkungen berücksichtigen; besser patienteneigene Hilfsmittel (Hörgerät, Brille) benutzen.

Siehe auch Kap. „Förderung des Bewusstseins und der Orientierung“ (S. 141).

Verzögertes Erwachen und Schläfrigkeit

Viele der in der Anästhesie verwendeten Medikamente, seltener die Operation selbst, können den Bewusstseinszustand der Patienten über die Narkose hinaus beeinflussen und zu einer Sedierung oder zu verzögertem Erwachen führen.

Ursachen

Hier sind u. a. zu nennen:
- Restwirkung volatiler Anästhetika
- lang wirksame Opioide, Hypnotika
- Benzodiazepinüberhang (auch noch aus der Prämedikation stammend)
- vorbestehende Erkrankungen (z. B. Hypothyreosen)
- raumfordernde intrazerebrale Prozesse (Hirninfarkt, Hirnödem, Blutungen)
- Perfusionseinschränkungen des Gehirns

Pflegerische Erstmaßnahmen

Pflegende können folgende Maßnahmen ergreifen:
- Zuständigen Anästhesisten informieren.
- Patienten laut (besser in Ohrnähe) und eindeutig mit seinem Namen ansprechen.
- Körperkontakt durch eindeutige Berührung an Schulter oder Oberarm herstellen.
- Patienten konkret zur Eigenaktion auffordern.
- Lagewechsel durchführen, Oberkörper aufrichten.
- Schutzreflexe kontrollieren.
- Auf Anordnung: Antagonisieren.

Unruhe und Desorientiertheit

Unruhe, Angst, körperlicher und psychischer Stress sind ernstzunehmende Probleme. Sie erfordern volle pflegerische Aufmerksamkeit und umgehende Hilfe. So sind v. a. für Patienten mit Herz-Kreislauf-Begleiterkrankungen (z. B. KHK) eine resultierende Tachykardie und Hypertension gefährlich.

Ursachen

Die Ursachen für postoperative Unruhe und Desorientiertheit sind komplex:
- Schmerzen (häufig)
- Harndrang (häufig)
- Angst, hoher Geräuschpegel im Aufwachraum
- Orientierungsschwierigkeiten bei fehlenden Hilfsmitteln
- Hypoxämie
- raumfordernde, intrazerebrale Prozesse (Hirninfarkt, Hirnödem, Blutung)
- Dehydratation, Hypoglykämie
- postsevofluranes Syndrom
- psychomimetische Ketamin-Wirkung
- Medikamentenentzug
- vorbestehende Erkrankungen
- Zentrales anticholinerges Syndrom (ZAS)
- transurethrales Resektionssyndrom, TUR-Syndrom (S. 754)

Pflegerische Erstmaßnahmen

Pflegende können bei Unruhe und Desorientierung des Patienten folgende Maßnahmen ergreifen:
- Zuständigen Anästhesisten informieren.
- Betreuung anderer Patienten delegieren.
- Körperkontakt durch eindeutige Berührung an Schulter oder Oberarm herstellen.
- Patienten mit ruhiger Stimme ansprechen (ohrnahes Sprechen) und kurze, beruhigende Informationen weitergeben.
- Ursachen konkret erfragen (Schmerzen, Angst, Harndrang).
- Geräuschpegel der Umgebung senken, Licht dämpfen.
- Bei Kindern ggf. Eltern hinzuholen.
- Verlegungsfähigkeit überprüfen (auf Station bei der Familie gelingt die Orientierung u. U. besser).
- Auf Anordnung: Medikamente verabreichen.

Zentrales anticholinerges Syndrom (ZAS)

Hier soll das sog. Zentrale anticholinerge Syndrom (ZAS) erwähnt werden, das je nach Ausprägung sowohl durch starke Sedierung, als auch durch Unruhe und Agitiertheit auffallen kann. Über die Häufigkeit des ZAS nach Allgemeinanästhesie wird gestritten (1–10 %), wahrscheinlich wird es aber bei vielen Patienten verkannt. Auslöser können viele Medikamente der Anästhesie sein. Vermutlich bewirken zentral wirksame Medikamente ein Ungleichgewicht im Neurotransmittersystem zur Impulsübertragung im ZNS. Dadurch wird wahrscheinlich ein relativer Mangel an Acetylcholin verursacht. Die Therapie wird mit Cholinesteralsehemmern, z. B. Physostigmin (Anticholium), durchgeführt.

Symptome

Es werden zentrale und periphere Symptome unterschieden. Zur Diagnose des ZAS müssen ein zentrales und 2 periphere Symptome beobachtbar sein.

► **Zentrale Symptome.** Dies sind:
- Desorientiertheit, Erregbarkeit
- Schwindel, Ataxie
- Halluzinationen, Krämpfe
- Störungen des Kurzzeitgedächtnisses
- Amnesie

► **Periphere Symptome..** Dazu zählen:
- Tachykardie, Arrhythmie
- Mydriasis, Sprachstörungen
- verminderte Schweißsekretion und Speichelproduktion
- trockene, rote Haut
- Harnretention

Pflegerische Maßnahmen

Um das Verhalten und die Befindlichkeit des Patienten einschätzen zu können, wird immer dessen Ausgangssituation vor Operation und Narkose berücksichtigt. Auf vorbestehende Einschränkungen wie z. B. fehlendes Hörgerät oder Brille, mangelnde Sprachkenntnisse oder kulturelle Tabus wird geachtet.

40.4.7 Bewegungsfähigkeit überwachen und unterstützen

Nach Allgemeinanästhesie und Operationen mit teilweise extremen Lagerungen von Extremitäten, Kopf und Rumpf kann die Beweglichkeit des Patienten schmerzhaft oder eingeschränkt sein. Lagerungsschäden mit bleibenden Einschränkungen sind eher selten, während vorübergehende Beeinträchtigungen v. a. der Sensibilität öfter beobachtet werden.

Das erste Bewegen und Lagern der Patienten in der direkten postoperativen Phase dient dazu, Haut-, Nerven- oder Muskelverletzungen oder Funktionsbeeinträchtigungen gezielt auszuschließen.

Nach Regionalanästhesien, die eine mehr oder minder erwünschte und ausgeprägte Blockade der Motorik für eine unterschiedlich lange Zeitspanne hervorrufen, ist die Kontrolle der Bewegungsfähigkeit von Bedeutung. Patienten mit Regionalanästhesien werden hinsichtlich ihrer Sensorik und Motorik überwacht und erst aus dem Aufwachraum verlegt, wenn die Regionalanästhesie deutlich rückläufig ist, oder bei Kathetertechniken ein stabiles, sicheres Niveau erreicht ist. Siehe Kap. „Regionalanästhesie“ (S. 665). Es ist wichtig, die Patienten auf die erhöhte Gefahr der Selbstverletzung bei eingeschränkter Sensibilität hinzuweisen.

Pflegerische Maßnahmen

Pflegerische Maßnahmen zur Unterstützung der Bewegungsfähigkeit sind:
- Patientenkomfort, Sensibilitäts- und/oder Bewegungseinschränkungen gezielt erfragen (z. B. „Infusionsarm“, Hals- und Nackenschmerzen nach schwieriger Intubation, Fußbeweglichkeit nach Steinschnittlagerung).
- Bewegungen demonstrieren lassen.
- Ausbreitung der Regionalanästhesie bei Übernahme und Übergaben dokumentieren.
- Beeinträchtigten Körperteil in physiologischer Mittelstellung lagern.
- Bei Störungen zuständigen Anästhesisten bzw. Operateur benachrichtigen.
- Störungen genau dokumentieren.
- Auf Anordnung: Gezielt behandeln (z. B. Verbände entfernen, entstauende Lagerung gewährleisten).

40.5 Verlegung aus dem Aufwachraum

Die Verlegung auf die weiterbetreuende Station geschieht in enger Kooperation und Absprache zwischen zuständigem Anästhesisten und Pflegenden. Die entscheidende Verantwortung für Therapie und Verlegung hat der Arzt: Er muss für die Verlegungsfähigkeit mit seiner Unterschrift dokumentieren. Auch die zuständige Pflegende unterschreibt auf dem Anästhesieprotokoll und übernimmt die Verantwortung für die geleistete Betreuung einschließlich der pflegerischen Übergabe.

40.5.1 Verlegungskriterien

Pflegende beobachten die Patienten auf folgende Verlegungskriterien hin:
- Der Patient hat keine Schmerzen bzw. diese sind deutlich gelindert (NRS < 3) und unter Kontrolle.
- Es besteht keine Übelkeit, kein Erbrechen.
- Normothermie ist gegeben, es besteht kein Shivering.
- Atemsituation und Gasaustausch sind stabil: Es sind keine zusätzliche O_2-Gabe und keine Atemhilfsmittel mehr notwendig (abhängig vom Verlegungsort).
- Es besteht kein Relaxanzien- oder Opioidüberhang; ein Rebound-Effekt nach Antagonisieren ist ausgeschlossen.

- Die Schutzreflexe sind vollständig wiederhergestellt: Der Patient hustet und schluckt suffizient.
- Die Herz-Kreislauf-Situation ist stabil: keine Katecholamine, keine unausgeglichenen Defizite, keine Blutungen über Wunden oder Drainagen, Hb usw. sind ausreichend.
- Bewusstsein: Der Patient ist wach oder jederzeit erweckbar, adäquat; mindestens wie Vor-Zustand.
- Die motorische Blockade bei Regionalanästhesien ist abklingend; die sensorische Blockade v. a. bei Spinalanästhesie (SPA) rückläufig.

Merke

Bei Verlegung liegt das Antagonisieren von Medikamenten mind. 1,5–2 h zurück. Pflegende müssen sicherstellen, dass kein Rebound-Effekt vorliegt. Patienten sollen den Kopf mind. 5 s anheben und beide Hände kräftig und anhaltend drücken können, um einen Relaxanzienüberhang auszuschließen.

40.5.2 Übergabe an die weiter betreuenden Pflegenden

Ähnlich wie das Übernahmegespräch dient auch die Übergabe an die nächste Station dazu, die Betreuung des Patienten möglichst nahtlos fortsetzen zu können, indem pflegerelevante Informationen weitergegeben werden. Bei einer Übergabe ist eine klare Ordnung und Strukturierung der Informationen wichtig (▶ Abb. 40.6).

Die Übergabe umfasst im Wesentlichen auch Bereiche, die für die Informationssammlung bei der Übernahme aus dem OP (S. 731) von Bedeutung sind.

Praxistipp

Die Übergabe konzentriert sich auf einen Verlaufsüberblick und die aktuelle Patientensituation.

Sind im Zusammenhang mit der Anästhesietechnik noch Beeinträchtigungen zu erwarten (z. B. Halsschmerzen oder eingeschränkte Sensibilität von Extremitäten mit Selbstverletzungsgefahr), müssen sie von den Anästhesiepflegenden konkret benannt werden. Ebenso sollten erforderliche weitere Maßnahmen weitergegeben werden.

Abb. 40.6 Bei einer Übergabe zur Verlegung ist eine klare Ordnung und Strukturierung der Informationen wichtig.

40.6 Leseservice

40.6.1 Verwendete Literatur

Apfel CC, Kranke P, Piper S et al. Übelkeit und Erbrechen in der postoperativen Phase. Experten- und evidenzbasierte Empfehlungen zu Prophylaxe und Therapie. Anaesthesist. 2007; 56: 1170–1180

Azad SC. Akuter/postoperativer Schmerz. In: Brune K et al. Schmerz – Pathophysiologie, Pharmakologie, Therapie. Berlin: Springer; 2001

BDA, DGAI. Verbandsmitteilungen BDAktuell/ DGAInfo. Empfehlung zur Überwachung nach Anästhesieverfahren. Anästh Intensivmed 2009; 50: 485–488

Bräuner A et al. Bestimmung der Körpertemperatur – Ein Vergleich von Ösophagus-, Blasen- und Rektraltemperatur während der postoperativen Wiedererwärmung. Anästhesist 1997; 8: 683

Bremerich DH et al. Postoperative Schmerztherapie im Kindesalter – Ergebnisse einer repräsentativen Umfrage in Deutschland. Anästhesist 2001; 2: 102

Depenbusch G. Heiße Tipps gegen coole Fälle – Perioperative Wärmemaßnahmen für Patienten noch effektiver eingesetzt. intensiv 2002; 10: 165

Deutsches Krankenhaus Institut, Institut für Krankenhausbau an der Technischen Universität Berlin, Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin. Grundsätze für die Organisation und Einrichtung von Aufwacheinheiten in Krankenhäusern. Anästh Intensivmed. 1982; 23: 373–375

Eberhard LHJ, Rüsch D. Prophylaxe und Therapie von Übelkeit und Erbrechen nach Narkosen (PONV). intensiv 2010; 18: 284–290

Ewers A, Osterbrink J. Akute postoperative Verwirrtheit – Ein bekanntes Phänomen mit großen Unbekannten. Pflegezeitschrift 2003: 5: 349

Hampel C, Schenk M, Göbel H et al. Schmerztherapie bei suchtmittelabhängigen Patienten. Schmerz 2006; 20: 445–459

Horn EP. Perioperative Hypothermie: Pathophysiologie, Prophylaxe und Therapie. Anästhesiologie Intensivmedizin Schmerztherapie 2002; 37: 409

Jage J, Laufenberg-Feldmann R, Heid F. Medikamente zur postoperativen Schmerztherapie: Bewährtes und Neues.Teil 2: Opioide, Ketamin und Gabapentinoide. Der Anaesthesist 2008; 5: 491–498

Klotz KF. Aufwachraum. In: Kochs E et al. Anästhesiologie. ains Bd 1. Stuttgart: Thieme; 2001

Koppert W. Opioidvermittelte Analgesie und Hyperalgesie – Dr. Jekyll und Mr. Hyde der Schmerztherapie. Schmerz 2005; 5: 386–294

Kranke P, Bock RW, Franck M et al. PONV. Was gibt es Neues? intensiv 2012; 20 (01): 36–41

Lerchl-Wanie G, Angster R. Perioperative Schmerztherapie bei opioidgewöhnten Patienten. Anästhesist 2010, 7: 657–672

Lukaschewksi T. Postoperative Schmerztherapie. In: Kochs E et al. Anästhesiologie. ains Bd 1. Stuttgart: Thieme; 2001

Malathounis A. Prävention und Therapie der perioperativen Hypothermie – Wärme mit System. Pflegezeitschrift 2003; 5: 328

Pilkowski K. Die Notwendigkeit von Pflegepersonal im Aufwachraum – Ist Pflege im Aufwachraum Realität oder Utopie? intensiv 2002; 10: 63

Prien T, van Aken H. Die unmittelbar perioperative Phase als Bestandteil der Anästhesiologie. Der Anästhesist 1997; 109 (Suppl. 2)

Reyle-Hahn M et al. Komplikationen im Aufwachraum. Anästhesist 2000; 3: 236

Ritter H, Brack A. Der chronische Schmerzpatient als Notfall. Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 2011; 46: 112–116

Roewer N, Thiel H. Taschenatlas der Anästhesie. 5. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2013

Rundshagen I. Der Suchtkranke in der Anästhesie – Substanzabhängigkeiten und perioperative Behandlungsstrategien. Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 2010; 45: 304–312

Rüsch R et al. Übelkeit und Erbrechen nach Operationen in Allgemeinanästhesie. Empfehlungen zur Risikoeinschätzung, Prophylaxe und Therapie. Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 2011; 46: 158–170

Schäfer M, Kunitz O. Postoperatives Shivering. Anästhesist 2002; 9: 768

Simon C. Temperaturmonitoring. plexus 2002; 4: 37
Stamer U et al. Postoperative Schmerztherapie in Deutschland. Ergebnisse einer Umfrage. Anästhesist 2002; 4: 248
Thomm M. Schmerzpatienten in der Pflege. 3. Aufl. Stuttgart: Kohlhammer; 2000
Ulsenheimer K. Ethisch-juristische Aspekte der perioperativen Patientenversorgung. Anästhesist 1997; 114 (Suppl. 2)
Wegener J. Die Nachbetreuung im Aufwachraum. Sicher über die kritischen Stunden. Pflegezeitschrift 2003; 5: 324
Weyland W, English E. Perioperative Hypothermie. Pathophysiologie, Prophylaxe und Therapie. Berlin: Springer; 1998
Wörner J, Rukewied R, Konrad C. Co-Analgetika – heute und morgen. Eine rezeptorbasierte Übersicht analgetischer Therapieoptionen. Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 2009; 10: 940–952
Wu CL, Raja SN. Treatment of acute postoperative pain. Lancet 2011; 377 (6): 2215–2225
Zahn PK, Sabatowski R, Schug SA et al. Paracetamol für die perioperative Analgesie. Alte Substanz – neue Erkenntnisse. Der Anaesthesist 2010; 10: 940–952

40.6.2 Internetadressen

http://www.dhs.de/datenfakten.html (Deutsche Hauptstelle für Suchtfragen; Jahrbuch Sucht 2011)
http://www.unodc.org (World Drug Report 2013)
http://www.dbdd.de (DBDD; Deutsche Beobachtungsstelle für Drogen und Drogensucht)
http://www.dgf-online.de/wDeutsch/publikationen/Taetigkeitskatalog.php (Versorgen der Patientin/des Patienten im Aufwachraum oder auf der Aufwachstation, Tätigkeitskatalog der DGF)
http://www.dgai.de/06pdf/01_1_037-Chirurgie.pdf (Vereinbarung zur Organisation der postoperativen Schmerztherapie, DGAI-Leitlinien)
http://www.dgai.de/06pdf/03_2009–05–08_1-intensivmed-Versorg.pdf (Empfehlungen zur Überwachung nach Anästhesieverfahren, BDAktuell und DGAInfo)
http://www.dgai.de/06pdf/08_407-QS-Sicherung.pdf (Apparative Ausstattung für Aufwachraum, Intensivüberwachung und Intensivtherapie, gemeinsame Empfehlung des Engeren Präsidiums der DGAI und des Präsidiums des BDA)
http://www.dbfk.de/download/download/Aufwachraum2.pdf (Aufgaben von Pflegenden im Aufwachraum, zentrale Arbeitsgruppe A + I im DBFK)
http://www.hypothermie.de/weyland.htm (Studien und Artikel zu Ursachen, Prävention und Therapie der perioperativen Hypothermie, Temperaturmessmethoden usw.)
http://www.jochenstrauss.de (Betreuung von Kindern im Aufwachraum; Handout und PP-Präsentation)

TEIL VI Fallorientierte Pflege in der Anästhesie

Kapitel 41

Anästhesie in der Allgemeinchirurgie und Urologie

41.1 Übersicht über die Fachbereiche *750*

41.2 Besonderheiten in der Allgemeinchirurgie *751*

41.3 Besonderheiten der Anästhesie in der Urologie *754*

41.4 Fallbeispiel: Anästhesie bei roboterassistierter Prostatektomie *757*

41.5 Leseservice *759*

41 Anästhesie in der Allgemeinchirurgie und Urologie

Walter Nagelschmidt

41.1 Übersicht über die Fachbereiche

Das heterogene Patientengut der Allgemeinchirurgie weist Unterschiede bzgl. des Altersspektrums und der Begleiterkrankungen sowie des Allgemein- und Ernährungszustandes auf. Das Narkoserisiko steigt mit dem Alter und/oder dem fortgeschrittenen Stadium seiner Erkrankung sowie der Radikalität des Eingriffes an. In einigen Fällen werden extreme Lagerungen zu den jeweiligen Operationen notwendig.

▶ Tab. 41.1 zeigt eine Übersicht zu den häufig durchgeführten Operationen in der Allgemein- und Abdominalchirurgie sowie den notwendigen Lagerungen und verschiedenen Narkosemöglichkeiten auf.

Viele der operativen Eingriffe können heute minimal-invasiv durchgeführt werden, hierbei ist nur eine Allgemeinanästhesie in Intubationsnarkose notwendig.

Tab. 41.1 Operationsspektrum, OP-Lagerungen und mögliche Anästhesien in der Allgemein- und Abdominalchirurgie.

Operationen	OP-Lagerungen	anästhesiologische Verfahren
kleine Operationen		
• Tumoren an Haut und Unterhaut	• Rückenlage	• LA oder Larynxmaske mit balancierter Narkose (BLN) und kompletter Muskelrelaxation (MR)
• Leisten- und Narbenhernien	• Rückenlage	• Spinal-/ITN mit BLN und MR
• rektale Eingriffe (z. B. Analfistel, Hämorrhoiden)	• Steinschnittlage	• SPA oder ITN mit BLN (evtl. Larynxmaske) und MR
• minimal-invasive Eingriffe an Appendix, Galle und Leiste	• Rückenlage	• ITN mit BLN und MR
mittlere Operationen		
• Strumaresektion	• halbsitzende Lage, Schulterrolle für Kopfüberstreckung	• ITN (evtl. Spezialtubus „Rekurrenz-Monitoring“) mit BLN und MR
• Magenübernähung und Gastrotomie	• Rückenlage	• ITN mit BLN und MR
• offene Gallen-OP (z. B. Cholezystektomie, Choledochotomie)	• Rückenlage • OP-Gebiet evtl. leicht erhöht gelagert	• ITN mit BLN und MR
minimal-invasive Eingriffe:		
• Fundoplicatio	• Rückenlage • evtl. Arme ausgelagert u. Beine gespreizt	• ITN mit BLN und MR, evtl. thorakaler PDK
• Darmresektion	• Rückenlage • evtl. zeitweilige Steinschnittlagerung	• ITN mit BLN und MR • evtl. PDK
• Fast Track Surgery	• Rückenlage • evtl. zeitweilige Steinschnittlagerung	• ITN mit BLN und MR
• Strumaresektion	• Rückenlage • Schulterrolle für Kopfüberstreckung oder halbsitzend mit überstrecktem Kopf	• ITN mit BLN und MR
• Gastric-banding	• Rückenlage • evtl. halbsitzend/fußtief gelagert	• ITN mit BLN und MR • evtl. PDK
große Operationen		
• Eingriffe am Ösophagus	• Rückenlage/Linksseitenlage bei Thorakotomie	• ITN mit BLN und MR • evtl. thorakale PDA
• Pankreas (z. B. OP nach Whipple, Pankreastransplantation)	• Rückenlage	• ITN mit BLN und MR • evtl. thorakale PDA
• Splenektomie	• Rückenlage	• ITN mit BLN und MR
• Leberteilresektion, -transplantation, -PE, -zysten	• Rückenlage	• ITN mit BLN und MR • evtl. thorakale PDA
• Magen (z. B. Pyloroplastik, Billroth I u. II, Gastrektomie)	• Rückenlage	• ITN mit BLN und MR • evtl. thorakale PDA
• Darmresektionen (z. B. Dünndarmteilresektion, Hemikolektomie rechts u. links, Sigma- und Rektumresektion, sub- und totale Kolektomie mit J-Pouch, Ileostoma, Anus praeter naturalis, palliative intraabdominelle Eingriffe)	• Rückenlage und/oder evtl. auch Steinschnittlagerung	• ITN mit BLN und MR • evtl. PDA
• große Narbenhernien mit Netzimplantation	• Rückenlage	• ITN mit BLN und MR
• Nebennierenrinde (z. B. Phäochromozytom) und Nebennierenmark (z. B. Morbus Cushing)	• Rückenlage	• ITN mit BLN und MR

Tab. 41.1 Fortsetzung

Operationen	OP-Lagerungen	anästhesiologische Verfahren
minimal-invasive Eingriffe:		
• Ösophagusdivertikel-Abtragung	• Rückenlage	• ITN mit BLN und MR
• Pankreas	• Rücken-, evtl. Rechtsseitenlage	• ITN mit BLN und MR und thorakale PDA
• Splenektomie	• Rückenlage	• ITN mit BLN und MR • evtl. thorakale PDA
• Leber (Leberteilresektion, -PE, -zysten)	• Rückenlage	• ITN mit BLN und MR • evtl. thorakale PDA
• Magen: Pyloroplastik, Billroth I,II, Gastrektomie	• Rückenlage	• ITN mit BLN und MR • evtl. thorakale PDA
• Darmresektionen (Sigma-, Rektum-, Dünndarmteilresektion, Hemikolektomie, palliative intraabdominelle Eingriffe)	• Rückenlage • evtl. Steinschnittlagerung	• ITN mit BLN und MR • evtl. PDA
• Nebennierenrinde (z. B. Phäochromozytom) • Nebennierenmark (z. B. Morbus Cushing)	• Rückenlage	• ITN mit BLN und MR • evtl. PDA

ITN: Intubationsnarkose, LA: Lokalanästhesie, BLN: balancierte Narkose, MR: Muskelrelaxation, SPA: Spinalanästhesie, PDA: Periduaralanästhesie

41.2 Besonderheiten in der Allgemeinchirurgie

► **Präoperative Besonderheiten.** Vor Beginn der Narkose sollte sich der Patient im bestmöglichen Zustand befinden. Das bedeutet, dass der Wasser- und Elektrolytstatus (S. 337) ausgeglichen sein sollte. Anamnese, Hautturgor und ZVD geben Auskunft über den Flüssigkeitshaushalt.

► **Schwierigkeiten bei Narkose und Operation.** Zu den potenziellen Problemen und Komplikationen gehören:
- Aspiration
- Herz-Kreislauf-Dysregulationen
- Störung der Temperaturregulation
- Übelkeit, Erbrechen

Siehe auch Kap. Komplikationen in der Anästhesie (S. 720).

► **Postoperative Besonderheiten in der Abdominalchirurgie.** Die typische Funktionseinschränkung nach großen Oberbaucheingriffen betrifft die Atmung, da postoperative Schmerzen, nicht ausreichend verstoffwechselte Narkotika oder eine inkorrekte Lagerung des Patienten die Atmung behindern können. Daher ist eine ausreichende Analgesie des Patienten über einen Periduralkatheter mit peripher wirksamen Analgetika, aber auch mit Opioiden notwendig, um eine schmerzbedingte Hypoventilation zu verhindern. Eine atemunterstützende Lagerung hilft dem Patienten ebenso.

41.2.1 Spezielle Operationen in der Allgemeinchirurgie

Die anästhesiologischen Besonderheiten bei allgemeinchirurgischen Eingriffen sind in ▸ Tab. 41.2 aufgelistet. ▸ Abb. 41.1 zeigt den Operationssitus bei Strumaoperation.

Abb. 41.1 Operationssitus bei Strumaoperation. Die Augen sind mit Augenklappen vor Druck und Austrocknung geschützt. Der Endotrachealtubus wird nach rechts lateral abgeleitet und mit Klebepflaster gesichert. (Standl 2011a)

Tab. 41.2 Anästhesiologische Besonderheiten bei allgemeinchirurgischen Eingriffen.

Ausgangslage bzw. Eingriff	anästhesiologische Besonderheiten
akutes Abdomen bzw. Ileus (paralytisch oder mechanisch)	• Narkoseeinleitung unter Reanimationsbedingungen im Notfall (hypovolämischer Schock) erlaubt! • Dehydratation, Elektrolytstörungen und evtl. Hypoalbuminämie • notwendige Laborparameter (z. B. BGA) anfordern • erweitertes Monitoring sowie 2 großlumige i. v.-Zugänge und mehrlumigen ZVK, Magensonde (nach Einleitung), Blasenkatheter • Ileuseinleitung/Crash-Intubation! • intraoperative Substitution von Elektrolyten und Flüssigkeit – evtl. auch präoperativ (siehe Laborwerte) • auf Lachgas besser verzichten – falls erforderlich, erst nach der Darmdekomprimierung • Indikation zur Nachbeatmung großzügig stellen!
Schilddrüse	• präoperativ: HNO-Konsil (z. B. Heiserkeit), evtl. mit Intubationsschwierigkeiten rechnen • Standardmonitoring, 2 großlumige i. v.-Zugänge mit Verlängerung/evtl. ZVK, Magensonde • endotracheale Intubation mit Woodbridge-Tubus (bei Abdeckung des gesamten Kopfes), Tubusverlängerung • bei Hypothyreose: verzögerte Magenentleerung – RSI (Rapid Sequence Induction)– Temperaturkontrolle! • Augenschutz beachten • intraoperativ evtl. Blutdrucksenkung erforderlich • Ohrläppchen des Patienten dienen dem Operateur evtl. zur Schnittführung! • Gefahr der Luftembolie (PEEP-Beatmung) und der Rekurrensverletzung – bei Extubation Rekurrens überprüfen! • nach der Operation Patienten aufrecht setzen – kein Zug auf der OP-Naht!

Tab. 41.2 Fortsetzung

Ausgangslage bzw. Eingriff	anästhesiologische Besonderheiten
Milz	• Trauma – RSI – Pat. ist nicht nüchtern! • Monitoring an Alter und Umfang des Krankheitszustandes adaptieren • Infektionsgefahr → perioperative Antibiotikagabe • Thrombozytosegefahr bzw. Risiko für thromboembolische Ereignisse • ggf. erweitertes Monitoring, mind. 2 i. v.-Zugänge, evtl. ZVK (cave: evtl. ausgeprägte Thrombozytopenie)
Nebenniere	• Phäochromozytom (hormonproduzierender Tumor) setzt exzessiv Katecholamine frei • Überproduktion von Glukokortikoiden – hormonaktiver Tumor NNR/ACTH bildende Hypophysenadenome – Gefahr für Anästhesie: erschwerte Intubation, Blutzuckerschwankungen, Elektrolytentgleisungen, kardiozirkolatorische Entgleisungen • Patienten ausreichend stark prämedizieren • erweitertes Monitoring, 2 großlumige i. v.-Zugänge, ZVK, PICCO/PAK • pharmakologische Gegenregulation der Katecholaminwirkung • Hypertonie und BZ-Einstellungen, Normalisierung des Wasser- und Elektrolythaushalts • postoperative Überwachung auf der Intensivstation (Gefahr von Hypo-, Hypertension sowie Hypoglykämie)
Ösophagus	• RSI: Pat. ist nicht nüchtern und in schlechtem AZ • „Zwei-Höhlen-Eingriff“: große Wärme- und Flüssigkeitsverluste • Gefahr der Pleuraverletzung und Läsion des N. phrenicus • erweitertes Monitoring, mind. 2 großlumige i. v.-Zugäne, ZVK-Anlage auf der rechten Seite, ZVD-Messung, Temperaturkontrolle • evtl. Einsatz eines Doppellumentubus zur seitengetrennten Beatmung • mechanisch bedingte Kreislaufdepression (evtl. HRST) • evtl. Nachbeatmung großzügig handhaben (Hypothermie)
Magen	• schlechter AZ des Patienten • Standardmonitoring – evtl. erweitertes Monitoring (je nach Größe des Eingriffs) 2 großlumige i. v.-Zugänge, mehrlumiger ZVK, evtl. Blasenkatheter, Temperaturkontrolle • evtl. RSI – Nüchternheit klären • Patienten zur Gastric-banding-OP sind i. d. R. Risikopatienten • Blutungen und Eventerationsreaktionen (verantwortlicher Mediator Prostacyclin) möglich! → ggf. symptomatische Therapie • bei großen Eingriffen großzügige Nachbeatmungsindikation
Leber- und Galle	• präoperativ: Laborparameter (z. B. Gerinnung, CHE, AT III, Albumin) • Standardmonitoring (Galle) und erweitertes Monitoring (Leber) sowie bei beiden ggf. mehrlumiger ZVK, mind. 2 großlumige i. v.-Zugänge, Magensonde, evtl. Blasenkatheter, evtl. Temperaturkontrolle, evtl. PICCO/PAK • vorhandene Leberfunktionsstörungen beachten – kein Einsatz von Inhalationsanästhetika • bei Leberoperationen sind starke Blutungen möglich – FFP und EK, ggf. Frischblut bereithalten, Infusionswärmer einsetzen! • auf intraoperative RR-Schwankungen und Gerinnungsstörungen achten • bei Pringelmanöver werden lebergängige Pharmaka nicht verstoffwechselt – berücksichtigen! • postoperative Gefahr der Hypothermie, rechtsseitige Pleuraergüsse und Atelektasen, Überwachung auf der Intensivstation
Pankreas	• erweitertes Monitoring, mind. 2 großlumige i. v.-Zugänge, mehrlumiger ZVK, Blasenkatheter, Magensonde, Temperaturkontrolle, evtl. PICCO/PAK • evtl. Cellsaver (z. B. bei chron. Pankreatitis) • BZ-Kontrollen in kürzeren Abständen • große Verschiebungen von Flüssigkeit in den „dritten Raum“ • größere Blutverluste möglich – Blutderivate bereithalten
Darm	• häufig RSI: Pat. ist nicht nüchtern! • häufige Störungen im Säure-Basen- und Elektrolythaushalt – u. a. Hypovolämie • Elektrolyte und Flüssigkeit substituieren • größere Blut- und Flüssigkeitsverluste (dritter Raum) möglich • Wärmeverluste vorbeugen! • Standardmonitoring/erweitertes Monitoring, mind. 2 großlumige i. v.-Zugänge, evtl. mehrlumiger ZVK, Magen- oder Dünndarmsonde, Blasenkatheter, Temperaturkontrolle, evtl. PICCO/PAK • intraoperative Umlagerung evtl. erforderlich • Peritonitisgefahr! Eventerationsreaktionen! • Sphinkterdehnung (Rektum-OP) mit reflektorischer Bradykardie • Indikation zur Nachbeatmung großzügig stellen!
Hernien	• Cave: Nüchternheit (z. B. Patienten mit Hiatushernie/inkarzerierte Hernie) • Standardmonitoring sowie ein großlumiger i. v.-Zugang und Magensonde • schonende Extubation, möglichst ohne Hustenreiz
Analregion (z. B. Hämorrhoiden, Analfistel)	• Standardmonitoring und i. v.-Zugang • sehr schmerzhafte Operation, daher gute Analgesie erforderlich, bei unzureichender Analgesie ist ein Laryngospasmus möglich! • bei Einsatz des Sphinkterspreizers reflektorische Bradykardie (evtl. Asystolie) möglich!

Merke

Bei allen abdominellen Eingriffen ist auf ein adäquates perioperatives Wärmemanagement (S. 712) zu achten!

41.2.2 Minimal-invasive Chirurgie (MIC)

Das ursprünglich diagnostische Verfahren hat sich mittlerweile als videoassistiertes Operationsverfahren per Laparoskop etabliert. Die Reduktion postoperativer Risiken hat die minimal-invasive Technik anzahlmäßig voran gebracht. In allen Disziplinen werden mittlerweile viele Eingriffe mittels MIC durchgeführt. Über die Insufflation von CO_2 wird ein Pneumoperitoneum (Kapnoperitoneum) hergestellt. Dadurch kommt es durch den Anstieg des intraabdominellen Drucks zur Beeinträchtigung der Atmung. Der arterielle pCO_2 steigt an und das HZV fällt ab. Das Narkoseverfahren der Wahl ist die Intubationsanästhesie mit kontrollierter Beatmung und kompletter Muskelrelaxation. Die Narkosebeatmung sollte druckkontrolliert erfolgen. Falls nicht möglich, kann die Beatmung mittels CPPV und evtl. einem PEEP von ≥ 5 durchgeführt werden. Der Spitzendruck sollte ≤ 30 cm H_2O (lungenprotektiv) betragen. Die Steuerung des Atemminutenvolumens erfolgt durch Änderung der Atemfrequenz bzw. des Druckes. Das Atemzeitverhältnis kann bei Oxygenierungsstörungen von 1:2 auf 1:1 bzw. auch auf 2:1 geändert werden.

41.2.3 Anästhesien bei Patienten mit Adipositas

Auch ohne manifeste Organerkrankungen führt die Adipositas zu einem Anstieg der Morbidität, der Mortalität sowie zu einer extremen Einschränkung der Lebensqualität.

Berechnung des Körper-(Über-)gewichts

Das Übergewicht kann mittels Body-Mass- (BMI) oder Broca-Index quantifiziert werden. Beide stellen eine Beziehung zwischen Körpergewicht und -größe her:

Statistische Erhebungen aus dem Jahre 2012 zeigen, dass 23,9 % der Frauen und 23,3 % der Männer einen BMI von > 30 kg/m^2 aufweisen(Statista 2014a, 2014b). In Deutschland leiden schätzungsweise 1 Million erwachsene Menschen an Adipositas Grad 3 (Stroh et al. 2012):

- **Adipositas Grad 3/Adipositas permagna**: BMI ≥ 40 oder Körpergewicht > 100 % über dem Normalgewicht (Broca-Index).
- **Adipositas Grad 2**: BMI 35–39,9
- **Adipositas Grad 1**: BMI 30–34,9 oder Körpergewicht > 30 % über dem Normalgewicht (Broca-Index).

Organische Folgen der Adipositas

Etwa 5–10 % der Menschen mit Adipositas permagna leiden unter dem Schlaf-Apnoe-Syndrom. Pulmonale Auswirkungen sind:

- Die FRC und die thorakale Compliance sind vermindert.
- Die Atemarbeit und die Closing Capacity sind erhöht.
- Die Gefahr der postoperativen respiratorischen Insuffizienz ist gegeben.
- Im fortgeschrittenen Alter ist z. B. ein Cor pulmonale häufiger zu beobachten.

Hinzu gesellen sich kardiovaskuläre Auswirkungen:

- Es kommt vermehrt zu Sekundärerkrankungen wie KHK, Herzinsuffizienz und Hypertonus.
- Das HZV und das absolute Blutvolumen sind erhöht, die kardiale Reserve ist vermindert.
- Die Kohlendioxidproduktion und der Sauerstoffverbrauch sind mäßig gesteigert.

Gastrointestinal sind der intraabdominelle Druck und die Magensekretion erhöht, die Entleerung des Magens dagegen verzögert. Eine Hiatushernie mit gastroösophagealem Reflux tritt vermehrt auf. Bei Allgemeinnarkosen ist mit einem erhöhten Aspirationsrisiko zu rechnen.

Besonderheiten zur Narkose

Pharmakologisch ist Folgendes zu berücksichtigen:

- Das Verteilungsvolumen für Relaxanzien (hydrophil) ist unverändert – die Dosierung erfolgt nach dem Normalgewicht und dem Wirkungseintritt.
- Die Inhalationsanästhetika fluten schneller an (erniedrigte FRC).
- Es ist leichter ein Überhang nach i. v.-Narkosen möglich, da das Verteilungsvolumen für lipoidlösliche Pharmaka erhöht ist.

Merke

Bei Regionalanästhesien sind Lagerungsschwierigkeiten einzukalkulieren. Für die OP ist längeres Instrumentarium notwendig. Bei rückenmarksnahen Verfahren ist zu beachten, dass höhere Anästhesieniveaus vonseiten der Atmung häufig nicht toleriert werden.

Die Lokalanästhetikadosis sollte bei rückenmarksnahen Anästhesien reduziert werden, da Epidural- und Liquorraum verkleinert sind.

Bei Menschen mit einer Adipositas permagna sollte eine Lungenfunktion durchgeführt werden. Präoperativ ist bei bestehenden Vorerkrankungen evtl. ein internistisches Konsil notwendig.

Anästhesiologisches Vorgehen

Das mögliche anästhesiologische Vorgehen bei Patienten mit einer Adipositas (permagna) beinhaltet:

- Prämedikation: Der Einsatz von Sedativa sollte ab 50 % Übergewicht zurückhaltend, dosisreduziert, eingesetzt werden.
- Bei Patienten mit Adipositas permagna und bei bestehender Schlafapnoe sollte auf Sedativa verzichtet werden.
- Vor der Narkoseeinleitung sollte ein $pSaO_2$-Ausgangswert in Rückenlage ermittelt werden. Erst danach wird der Patient in die Oberkörperhochlage gebracht (▶ Abb. 41.2). Gegebenenfalls ist auf eine leichte Linksseitenneigung zu achten, um ein Vena-Cava-Kompressionssyndrom zu vermeiden.

Abb. 41.2 Patientin mit Adipositas permagna zur Gastric-Banding-Operation. Operation in halbsitzender Position, Monitoring u. a. mit TEE. Konvektive Wärmung an der oberen Körperhälfte mittels Wärmedecke. (Standl 2011a)

- Bei der Narkoseeinleitung Intubationsschwierigkeiten (z. B. dicker, kurzer Hals) einkalkulieren und sich darauf vorbereiten. Ab 50 % Übergewicht sollte eine Wachintubation in Erwägung gezogen werden. Geplant werden sollte eine RSI-Einleitung. Je nach Begleiterkrankungen können Barbiturate oder Propofol zur Applikation gewählt werden. Die Fortführung der Narkose kann mittels balancierter Anästhesie mit Sevofluran oder Isofluran durchgeführt werden.
- Bei der maschinellen Beatmung wird das theoretische Normalgewicht zugrunde gelegt und im Verlauf eine Anpassung nach dem exspiratorischen CO_2 vorgenommen. Zur Verhinderung von Air-Trapping wird ein PEEP von max. 5–10 cmH_2O gewählt, ggf. muss die FIO_2 erhöht werden.
- Allgemeinanästhesien sollen mit endotrachealer Intubation und kontrollierter Beatmung durchgeführt werden. Auch beim intubierten, relaxierten Patienten können Beatmungsprobleme auftreten.

Merke

Patienten erst extubieren, wenn er völlig wach ist (Überhänge ausschließen). Die Indikation zur Nachbeatmung großzügig stellen!

Prophylaxen und Nachsorge

Die Thromboseprophylaxe sollte intra- und postoperativ mittels intermittierender pneumatischer Kompression (IPK) durchgeführt werden. Außerdem sind in der postoperativen Phase Frühmobilisation (erstes Aufstehen noch am OP-Tag) und Atemgymnastik (präoperativ beginnen) notwendig. Bei Menschen mit Schlaf-Apnoe-Syndrom und Adipositas permagna helfen Nasen-CPAP, Apnoe-Monitoring sowie eine möglichst 24-h-Intensivüberwachung, um die Komplikationsraten zu verringern. Bei der Schmerztherapie sollten Pharmaka zum Einsatz kommen, die die Vigilanz nicht zu sehr beeinträchtigen, z. B. Metamizol.

41.3 Besonderheiten der Anästhesie in der Urologie

41.3.1 Häufig durchgeführte Operationen

Die meisten Eingriffe in der Urologie sind selektiv, was die Vorbereitung der Patienten vereinfacht. Urologische Operationen werden teilweise in extremen Lagerungen durchgeführt. Dadurch erhöhen sich die möglichen Komplikationen. ▶ Tab. 41.3 zeigt eine Übersicht zum Operationsspektrum in der Urologie, die speziellen Lagerungen sowie die verschiedenen Narkosemöglichkeiten. ▶ Abb. 41.3 zeigt eine Blockade des N. obturatorius für die TUR-Blasen-OP.

Viele der operativen Eingriffe können heute endoskopisch durchgeführt werden. Dienlich hierbei sind immer häufiger OP-Roboter (z. B. Da Vinci).

41.3.2 Präoperative Besonderheiten

Das Altersspektrum der Patienten in der Urologie reicht vom Säugling bis zum älteren Menschen. Die jüngeren Patienten werden z. B. an Fehlbildungen im Urogenitaltrakt behandelt und bringen ggf. auch relevante Vorerkrankungen mit, die berücksichtigt werden müssen.

Die älteren Patienten haben typische Begleiterkrankungen, wie Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems (z. B. KHK, arterielle Hypertonie), neurologische Krankheiten (z. B. Hemiparesen), Stoffwechselstörungen (z. B. Diabetes mellitus), Erkrankungen der Atemwege (z. B. COPD) sowie Krankheiten des Urogenitaltrakts (z. B. Niereninsuffizienz mit verzögerter Medikamentenausscheidung).

41.3.3 Schwierigkeiten bei Narkose und Operation

TUR-Syndrom

Die Hauptkomplikation bei der TUR-Blase, TUR-Prostata oder der perkutanen Nephrolitholapaxie (PCN) ist das TUR-Syndrom (Schocksymptomatik als Komplikation z. B. bei/nach einer TUR-Prostata). Die Inzidenz des TUR-Syndroms wird in Deutschland mit 1,4 % angegeben (Reich et al. 2008).

Die verwendete Spüllösung ist elektrolytfrei (Vermeidung von Elektrolyse). Falls bei der Elektroresektion große Gefäße (Venen des Plexus prostaticus oder protrahierte Flüssigkeitsresorption über Blasenschleimhaut) eröffnet werden, kann die Spüllösung durch Absorption in den Körperkreislauf gelangen und so zum TUR-Syndrom (hypotone Hyperhydratation) führen. Das bedeutet, über venöse Shunts kann sowohl eine Hyponatriämie, Hypochlorämie als auch Hypokaliämie entstehen. Bei einem wachen Patienten zeigt sich folgende ZNS-Symptomatik:

- Zittern und Unruhe
- Gähnen
- periphere Zyanose
- Hypertonie
- (evtl. reflektorische) Bradykardie
- Arrhythmie
- Erregung und Verwirrtheit
- zunehmende Somnolenz und schließlich Koma

Wenn es zum TUR-Syndrom kommen sollte, muss der operative Eingriff sofort beendet werden. Therapeutische Maßnahmen sind:

- forcierte Diurese (z. B. Furosemid 20–40 mg)
- Gabe von Sauerstoff
- vorsichtige Volumensubstitution unter ZVD-Kontrolle
- nach Hb-Kontrolle evtl. Gabe von Erythrozytenkonzentraten
- Substitution von Natriumchlorid und Kaliumchlorid

Darüber hinaus sollte der Patient auf die Intensivstation verlegt werden. Da das TUR-Syndrom frühzeitig erkannt werden muss, ist bei diesen Eingriffen die Regionalanästhesie die Narkose der Wahl. Um die Einschwemmung früh zu erkennen, kann der Spüllösung 1 % Ethanol zugesetzt werden, dies kann durch eine Überwachung der endexspiratorischen Alkoholkonzentration festgestellt werden.

Abb. 41.3 Blockade des N. obturatorius (nach Meier) für TUR-Blase. Nach Palpation und Verlagerung des M. adductor longus nach medial wird die Punktionskanüle im Winkel von 45 ° auf die A. femoralis unterhalb des Leistenbandes zugeschoben. (Standl 2011a)

Tab. 41.3 Operationsspektrum, OP-Lagerungen und mögliche Anästhesien in der Urologie.

Operationen	OP-Lagerungen	anästhesiologische Verfahren*
kleine Eingriffe		
• Eingriffe am Genitale (Sklerosierung und Varikozelen-OP, Epididymektomie, Hydrozelen-OP, skrotale Orchietektomie, Hodentorsion)	• Rückenlage	• ITN (oder Larynxmaske) in balancierter Narkose (BLN) und komplette Muskelrelaxation (MR) – z. T. in SPA (Cave: ältere Patienten)
• Eingriffe am Penis (z. B. Zirkumzision, Vorhautplastik)	• Rückenlage	• ITN (oder Larynxmaske) in BLN und MR • evtl. Peniswurzelblock bei Kindern (vor OP-Ende)
• Otismeatotomie, Urethrotomie nach Sachse, Urethrozystoskopie, retrograde Ureteropyelographie, Einlage eines Double-J-Katheters, Ureterorenoskopie	• Rückenlage oder Steinschnittlage	• ITN (oder Larynxmaske) in BLN und MR
mittlere Eingriffe		
• Penisteilamputation	• Rückenlage	• SPA (Cave: bei älteren Patienten) oder ITN in BLN und MR
• Harnröhrenplastik (z. B. Hypo- und Epispadieoperationen)	• Rückenlage	• ITN in BLN und MR • evtl. Peniswurzelblock bei Kindern (vor OP-Ende)
• Inkontinenzoperationen (z. B. Tension-free vaginal Tape, TVT, Inkontinenz-OP nach Stamey-Pereyra)	• modifizierte Steinschnittlage	• PDA (SPA: Cave bei älteren Patienten) ITN in BLN und MR
• extrakorporale Stoßwellen-Lithotripsie	• Rückenlage (selten Bauchlage)	• Analgosedierung oderITN/Larynxmaske (TIVA)
• perkutane Eingriffe (z.B perkutane Nephrostomie, perkutane Nephrolithotomie, -litholapaxie)	• Bauchlage	• ITN in BLN und MR
• Ureterotomie	• Bauchlage	• ITN in BLN und MR
• Eingriffe an der Prostata (z. B. suprapubische Prostataadenomektomie)	• Rückenlage • evtl. Steinschnittlage	• ITN in BLN und MR
• minimal-invasive Eingriffe:		
• transurethrale Eingriffe (z. B. TUR-Prostata, TUR-Blase)	• Steinschnittlage	• SPA oder (seltener Larynxmaske/ITN) in BLN und MR
• (Re-)Fertilitäts-OP	• Rückenlage	• SPA oder ITN in BLN und MR
große Eingriffe		
• offene Niereneingriffe (z. B. Nierenteilresektion, Nephrektomie, radikale Nephrektomie, Nierenbeckenplastik [Anderson-Hynes], Nierentransplantation)	• Flankenlage (auch Taschenmesserlage) • evtl. später Umlagerung in Rückenlage	• ITN in BLN und MR, evtl. thorakaler PDA
• offene Eingriffe an der Blase (z. B. Zystektomie, Sectio alta)	• Rückenlage	• ITN in BLN und MR, evtl. PDA
• offene Eingriffe an der Prostata (z. B. radikale retropubische Prostatektomie)	• überstreckte Rückenlage mit der Trendelenburglage	• ITN in BLN und MR, evtl. PDA
• plastische Operationen (z. B. Ileum-Konduit [„Bricker-Blase“], Ileum-Neoblase)	• Rückenlage	• ITN in BLN und MR, evtl. PDA
• radikale Lymphadenektomie	• Rückenlage	• ITN in BLN und MR, evtl. PDA
• minimal-invasive Eingriffe:		
• Nephrektomie, Nierenbeckenplastik, -teilresektion	• Rückenlage	• ITN in BLN und MR, evtl. PDA
• radikale retropubische Prostatektomie	• Rückenlage	• ITN in BLN und MR, evtl. PDA
• Ileum-Konduit, Ileum-Neoblase	• Rückenlage	• ITN in BLN und MR, evtl. PDA
• radikale Lymphadenektomie	• Rückenlage	• ITN in BLN und MR, evtl. PDA

* ITN: Intubationsnarkose, LA: Lokalanästhesie, BLN: balancierte Narkose, MR: Muskelrelaxation, SPA: Spinalanästhesie, PDA: Periduaralanästhesie

41.3.4 Spezielle Operationen in der Urologie

Die anästhesiologischen Besonderheiten in der Urologie sind in ▶ Tab. 41.4 aufgelistet. ▶ Abb. 41.4 zeigt die Patientenlagerung bei perkutaner Nephrolitholapaxie.

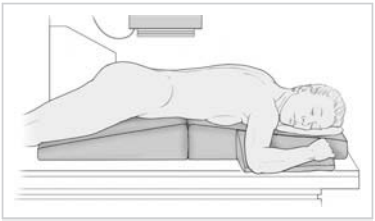


Abb. 41.4 Patientenlagerung bei perkutaner Nephrolitholapaxie in Allgemeinanästhesie (Standl 2011a).

Tab. 41.4 Anästhesiologische Besonderheiten in der Urologie.

Eingriff	anästhesiologische Besonderheiten
endourologische Operationen	• über große Wundfläche bzw. eröffnete Gefäße ist das Einschwemmen von Spülflüssigkeit möglich • bei Patienten mit Regionalanästhesie lässt sich das TUR-Einschwemmsyndrom leichter feststellen; um Komplikationen zu minimieren, sollte mit dem Operateur eine kurze Eingriffsdauer oder eine geringere Resektionsmenge vereinbart werden (2. Sitzung ist günstiger) • während des Eingriffs muss der Patient ruhig liegen (Perfusionsgefahr!) • es besteht die Gefahr der Keimverschleppung aus der Blase in den Kreislauf (z. B. Restharn) • eine direkte Reizung des N. obturatorii führt zur Kontraktion der Mm. adductores → Perfusion der Blase ist möglich! → LA-Blockade verhindert dies • Blutverlust wegen Spüllösung ist nicht gut zu ermitteln • kalte Spüllösung kann Patienten auskühlen! • gutes Monitoring (je nach Vorerkrankungen des Patienten) in abgedunkeltem Eingriffsraum ist erforderlich! • großlumiger i. v.-Zugang ist notwendig
offene Prostataoperationen, radikale Prostatektomie, suprapubische Prostatektomie	• bei tumorbedingten Eingriffen ist ein erweitertes, invasives Monitoring sowie 2 großlumige i. v.-Zugänge und ein mehrlumiger ZVK erforderlich • Trendelenburglage: Gefahr der Lungenembolie → Prophylaxe, z. B. PEEP von + 5, Low-Dose-Heparingaben • Schultern gut polstern • hohe Blutverluste sowie TUR-Syndrom möglich
Eingriffe an der Blase	• erweitertes invasives Monitoring sowie ZVK und 2 großlumige i. v.-Zugänge notwendig • häufig lange Operationsdauer → alle hiermit verbundenen Gefahren möglich (z. B. Thermoregulationsstörungen, Elektrolytverschiebungen), daher regelmäßige Temperatur- und Laborparameterkontrollen • über den evtl. liegenden PDK nur Opiate applizieren • Indikation zur Nachbeatmung großzügig stellen!
Eingriffe an Nieren, Nierenbecken und Ureteren	• Taschenmesserlagerung, F_iO_2 unter Monitoring erhöhen, PEEP mind. 5 • je nach Größe des Eingriffs den Umfang des Monitorings und der i. v.-Zugänge wählen!
• Nephrektomie	• starke Blutungen und Gefahr der Pleuraverletzung • bei Flankenlagerung sind Auswirkungen auf Hämodynamik und Beatmung zu berücksichtigen! • falls V. cava intraoperativ abgeklemmt wird, besteht Gefahr des HZV und MAP-Abfalls • wenn der Tumor in die angrenzenden Gefäße infiltriert ist, besteht vermehrte Blutungs- bzw. Emboliegefahr! • evtl. ist die Anlage eines PICCO/PAK notwendig
• Nierenbeckenplastik, perkutane Nephrolitholapaxie (PCN)	• Standardmonitoring mit ZVK (PCN) und großlumiger i. v.-Zugang/2 i. v.-Zugänge bei PCN • durch Spüllösung kann Hypervolämie auftreten • Gefahr der Perforation, Keimeinschwemmung in den Kreislauf und Blutungen möglich • TUR-Syndrom möglich! (PCN)
• extrakorporale Stoßwellen-Lithotripsie (ESWL)	• bei ITN: gute Vorbereitung erforderlich, da Patient während des Eingriffs schlecht zugänglich ist • häufig anästhesiologisches Standby mit i. v.-Analgesie und ggf. O_2-Sonde • evtl. titrierte Gaben von Analgetika während des Eingriffs bei i. v.-Gaben ohne ITN (schlanke Menschen haben größere Schmerzen!) • Gefahr von Nierenruptur und Nierenhämatom sowie Lungenkontusion • in Absprache mit dem Urologen Diuretika verabreichen (Cave: i. v.-Kontrastmittelgabe) • während des Eingriffs sind Herzrhythmusstörungen möglich (bei kardialer Vorerkrankung), R-Zacken-Triggerung der ESWL!
radikale Lymphadenektomie (RLA)	• erweitertes Monitoring sowie ZVK und großlumige i. v.-Zugänge → Blutungsgefahr! • ausreichende Volumensubstitution vor LA-Gaben über PDK (kombinierte Gefahr der Sympathikolyse und Hypovolämie) • Lungenfunktionsprüfung erforderlich • Verzicht auf Succinylcholin bei vorheriger Chemotherapie (< 5 Wochen) • durch die zu erwartende Hypothermie, präoperativ Gegenmaßnahmen ergreifen und evtl. postoperativ nachbeatmen
kleinere urologische Eingriffe: • Zirkumzision • Vorhautplastik • Hodentorsion	• bei Kindern eine Allgemeinanästhesie, bei Erwachsenen eine LA oder Larynxmaske • Patienten haben i. d. R. keine Begleiterkrankungen, daher Standardmonitoring • desto kleiner der Patient, desto engmaschiger die Überwachung! • postoperative Schmerztherapie (z. B. Paracetamol Supp.) oder alternativ einen Peniswurzelblock bei Kindern schon am Ende des Eingriffs beginnen! • Patienten sind selten nüchtern: Ileuseinleitung (Hodentorsion)

41.4 Fallbeispiel: Anästhesie bei roboterassistierter Prostatektomie

Fallbeispiel

Mein Name ist Karl-Heinz Müller, ich bin seit 20 Jahren verheiratet, der Vater einer Tochter und eines Sohnes. Von Beruf bin ich Ingenieur und arbeitete bei einer international tätigen Firma im Elektronikbereich. Bei einer Vorsorgeuntersuchung wurde zufällig ein auffälliger Befund festgestellt, der sich als Prostatakarzinom im Anfangsstadium herausstellte. Ich habe bisher keine Beschwerden bemerkt, die auf meine Erkrankung hingewiesen hätten.

Vor 10 Jahren wurde bei mir eine Appendektomie durchgeführt, laut meines Hausarztes habe ich Gallensteine, die mir aber keine Beschwerden bereiten. Gelegentlich trinke ich Alkohol, ich bin Nichtraucher und treibe 3-mal die Woche Fitnesssport in einem Sportstudio. Ich bin 180 cm groß und wiege 94 kg (BMI 29).

Ich hoffe, dass durch die frühzeitige Feststellung meiner Erkrankung und die rechtzeitige Operation meine Chancen auf eine Heilung gut sind. Dies hat mir zumindest der behandelnde Urologe in einem Beratungsgespräch mitgeteilt. Demnach liegen die Chancen auf Heilung im statischen Durchschnitt bei 92 % in den ersten 5 Jahren.

41.4.1 Präoperative Phase

Herr Karl-Heinz Müller, geb. am 18.04.1959, wird von seinem Hausarzt mit der Diagnose Prostatakarzinom in eine Klinik für Urologie eingewiesen. Bei der Aufnahmeuntersuchung werden folgende urologischen Befunde festgestellt:

- Tastuntersuchungen (Nierenlager frei, Bauchdecke weich, keine Abwehrspannung, keine Leistenhernie, keine Lymphknotenvergrößerung, äußeres Genital regelgerecht)
- Digito – rektal mäßig vergrößerte Prostata, prall elastisch.

Herr Müller entscheidet sich nach dem Gespräch mit dem behandelnden Urologen für eine roboterassistierte Prostatektomie, die in ca. 5 h Operationszeit durchgeführt werden soll.

Gegenüber des herkömmlichen, laparoskopischen OP-Verfahrens bei einer Prostatektomie bietet die Zuhilfenahme der roboterassistierten Technik eine größere Beweglichkeit der Instrumente sowie eine verbesserte visuelle Darstellung des Operationsgebiets (3-dimensional dargestellte und durch Zoom-objektive vergrößerte Bilder). Diese Technik verringert auch den Transfusionsbedarf (Ficarra et al. 2009).

Bei der präoperativen Pflegevisite macht Herr Müller einen ruhigen Eindruck, sagt selbst, dass er die Operation wolle und sich dadurch eine Beseitigung des Tumors erwartet. Am Ende des Gespräches wird deutlich, dass er doch etwas aufgeregt ist und die ihm mitgeteilten Narkoserisiken nicht einschätzen kann.

Bei der Prämedikationsvisite werden folgende Daten erhoben:

- Anästhesierisiko ASA 2
- Mallampati 1
- Herz-Kreislauf: Herzfrequenz regelmäßig 72, RR 125/80, EKG unauffällig
- Lunge auskultatorisch unauffällig, Appendektomienarbe reizlos
- Allen-Test links ohne Befund
- keine Allergien bekannt
- feste Kronen

Zur Prämedikation werden Tranxillium 10 mg und 300 mg Ranitidin festgelegt. Als Narkoseverfahren werden eine Intubationsnarkose und Periduralkatheteranlage geplant.

41.4.2 Schwierigkeiten bei Narkose und Operation

Aus Sicht der Anästhesie besteht die Herausforderung bei der Durchführung eines laparoskopischen und roboterassistierten Eingriffs in den Auswirkungen vom CO_2-Pneumoperitoneum und der Trendelenburg-Lagerung auf das kardiorespiratorische Organsystem.

► **Herz-Kreislauf-System und Lungenfunktion.** Der erhöhte intraabdominelle Druck des Pneumoperitoneums mit mind.15 cmH_2O vermindert die rechtsventrikuläre Vorlast und erhöht gleichzeitig die linksventrikuläre Nachlast, was sich in einer Zunahme der Herzfrequenz und des systemvaskulären Widerstands bei sinkendem mittleren arteriellen Druck und HZV äußert. Die Durchblutung peripherer Organe wird folglich erschwert.

Die Trendelenburg-Lagerung wirkt sich hämodynamisch durch die Erhöhung der rechtsventrikulären Vorlast gegenläufig aus und führt primär zu erhöhtem HZV. Die während Allgemeinanästhesie und steiler Trendelenburg-Lagerung ohnehin reduzierte Thorax-Compliance wird durch Herstellung eines Pneumoperitoneums weiterreduziert, sodass mit steigendem Patientenalter und Komorbiditäten (z. B. COPD) die FRC unter die Verschlusskapazität (Kollaps kleiner Atemwege) abfällt. Als Folge entstehen in den dorsobasalen Lungenabschnitten ausgeprägte Atelektasen, die zu relevanten Oxygenierungs- und Ventilationsstörungen sowie hohen Beatmungsdrücken führen können. Deren Therapie/ Prophylaxe besteht in der Durchführung sog. Lungenrekruitmentmanöver (hierfür Muskelrelaxation erwägen) und einer Applikation eines ausreichend hohen positiven endexspiratorischen Drucks.

Um hohe Atemwegsdrücke > 30 cmH_2O zu vermeiden, ist eine Beatmung mit niedrigen Tidalvolumina und hoher Atemfrequenz nötig. Wenn keine Kontraindikationen bestehen (z. B. COPD) sollte ein Inspiration-Exspiration-Verhältnis von 1:1 angestrebt werden, um die Atemwegsdrücke zu senken.

Falls im volumenkontrollierten Modus beatmet wird, können höhere Spitzendrücke toleriert werden, wenn die Plateaudrücke den üblichen Grenzwert von 30 cmH_2O nicht überschreiten. Bei einer druckkontrollierten Beatmung entspricht der Spitzendruck dem Plateaudruck. Im druckkontrollierten Modus ist jedoch bei Beendigung des Pneumoperitoneums der Beatmungsdruck rechtzeitig zu reduzieren, da sonst eine Überblähung der Lungen droht.

Damit Herr Müller bei z. B. einer 45°-Kopftieflage bei einer Trendelenburg-Lagerung nicht vom OP-Tisch rutscht, wird eine Lagerung des Patienten auf einer Vakuummatratze empfohlen (► Abb. 41.5). Die Vakuummatratze sollte auf einer „Antirutschfolie“ (z. B. Non-Slip Reel, Fa. Dycem) gelegt werden.

Die hämodynamischen Auswirkungen der Trendelenburg-Lagerung und der peritonialen CO_2-Insufflation gleichen sich weitgehend gegenseitig aus. Plötzliche Veränderungen der Lage des Patienten können zu instabilen Kreislaufverhältnissen führen, diese können durch langsame Lageänderungen vermieden werden.

Während der Narkoseeinleitung ist eine erste Blutgasanalyse (BGA) zu ermitteln. Im intraoperativen Verlauf sollten regelmäßig arterielle BGAs durchgeführt werden, um die Beatmungssituation des Patienten zu überwachen.

► **Risiken im Kopf-Hals-Bereich.** Bei der Trendelenburg-Lage muss mit einer Ödembildung im Kopf-Hals-Bereich des Patienten gerechnet werden. Außerdem kann es zu einer Chemosis (S. 264) und Lidödemen kommen. Patienten mit einer Augenerkrankung sollte evtl. präoperativ der Augeninnendruck gemessen werden. Bei großer intraoperativer Flüssigkeitszufuhr tritt evtl. auch eine Obstruktion in den oberen Atemwegen auf.

Der Augeninnendruck kann sich intraoperativ bis zum Ende des Eingriffs verdoppeln. Ggf. ist eine ophthalmologische Therapie erforderlich.

► **Gastrointestinaltrakt.** Ein weiteres Risiko der Trendelenburg-Lagerung besteht in der Regurgitation von Mageninhalt. Deshalb sollten eine suffiziente Blockung des Endotrachealtubus und eine suffiziente orale Absaugung vor Umlagerung und Extubation durchgeführt werden.

► **Handling des Roboters.** Nach Inbetriebnahme des Roboters kann die Position des Operationstisches nicht mehr verändert werden, ohne den Kontakt zwischen Roboter und Patienten zu trennen, sodass auch eine Änderung der Patientenlagerung nicht ohne weiteres vollzogen werden kann.

Eine kardiopulmonale Reanimation mit Herzdruckmassage ist unmöglich, während der Roboter über dem Patienten steht. Das Abkoppeln des Roboters vom Patienten erfordert eine Dekonnektion der Instrumente von den Roboterarmen, deren Entfernung aus dem Patienten und ein Zurückschieben des Roboters vom OP-Tisch. Diese Prozedur sollte insgesamt nicht länger als 1 min dauern. Daher ist unbedingt darauf zu achten, dass die Parkfläche für den Roboter während der Operation nicht versperrt wird. Diesen Vorgang sollten die mit dem Roboter arbeitenden Teams schon mal in Übungssituationen ausprobiert haben.

► **Intraoperative Blutungen.** Bei voroperierten Patienten können Verwachsungen die Orientierung des Operateurs erschweren und zu einer akzidentellen Gefäßverletzung führen. Kommt es zu einer nicht kontrollierbaren Blutung, ist der schnelle Wechsel auf ein offenes chirurgisches Vorgehen erforderlich, um die Blutung sicher zu beherrschen.

41.4.3 Vorbereitung zur Narkose

Material

Für Herrn Müller werden folgende Materialien zur Narkose gerichtet:

- Beatmung und Intubation:
  - Maske Größe 5 geprüfter Magill-Tubus 8,0 ID, ggf. Führungsstab sowie nächst größeren und kleineren Tubus
  - Guedel-Tubus Größe 4
  - 1 Magill-Zange
  - Laryngoskopset mit einem 4er und 5er Spatel
  - Zahnschutz, Blockerspritze, Tubusfixierung
  - Cuffdruckmesser
  - Spritzen und Kanülen
  - sterile Handschuhe
  - Fixierungsmaterial (für ZVK/arterielle Kanüle)
- Venen- und Arterienpunktion:
  - ZVK 3-lumig
  - Viggo 1,4 und 2,0 G mit Verlängerungsleitungen
  - arterielle Kanüle mit Druckbeutel und System
- Anästhetika, Medikamente und Infusionen:
  - Opioid (Sufentanil)
  - Hypnotikum (Propofol) sowie Perfusor
  - Muskelrelaxanzien (Atracurium)
  - Lokalanästhetika zur Hautbetäubung und NaCl 0,9 %
  - Notfallmedikamente (Atropin und Akrinor)
  - 1000 ml Ringerlösung
- PDK-Anlage zur postoperativen Schmerztherapie
  - PDA-Set inklusive Spritzen und Verbandsmaterialien
  - Bupivacain 0,5 %
  - sterile Handschuhe und Verbandsmaterialien
  - Spritzen, Kanülen, Filter usw.
  - Pflastermaterialien zur Fixierung
- sonstiges Material:
  - Augengel und evtl. Augenschutzfolien
  - Sprühflasche mit Hautdesinfektionsmittel
  - Magensonde mit Sekretbeutel und anästhesierendem Gleitgel
  - Vakuummatratze mit Antirutschfolie für den OP-Tisch
  - Dauerkatheterset transurethral mit Temperatursonde

Vorbereitung des Patienten

Nach einer freundlichen Begrüßung kontrolliert der Anästhesist die Unterlagen, während die Pflegeperson Herrn Müller bzgl. Nüchternheit befragt. Herr Müller teilt mit, dass er die letzte Nacht gut geschlafen und heute Morgen nur mit einem Schluck Wasser die Tablette eingenommen habe.

Nach Anschluss des notwendigen Monitorings ermittelt die Pflegeperson die Herzfrequenz über das EKG, die Sauerstoffsättigung und den aktuellen Blutdruck. Nach Rücksprache mit Herrn Müller werden die Arme auf den Armauflegern positioniert. Nach dem Legen der Venenverweilkanülen am rechten Arm wird die Infusionslösung angeschlossen und infundiert.

Alle fortlaufend ermittelten Vitalparameter werden kontinuierlich durch die Pflegekraft im Narkoseprotokoll dokumentiert.

41.4.4 Maßnahmen während der Einleitung

Die Anlage des Periduralkatheters und Einleitung findet im Vorbereitungsraum statt. Herr Müller erhält vom Anästhesieteam handlungsbegleitend Informationen zu allen folgenden Abläufen. Die Pflegekraft assistiert dem Anästhesisten bei den nachfolgenden Maßnahmen:

► **Anlage eines thorakalen Periduralkatheters.** Nach dem Richten des sterilen Tisches zur PDK-Anlage hilft die Pflegekraft dem Anästhesisten beim Schließen des sterilen Kittels und reicht ihm u. a. Lokalanästhetika an. Herr Müller wird mit Hilfe der Pflegekraft auf die Seite des OP-Tisches gesetzt und gesichert. Der Anästhesist desinfiziert die Punktionsstelle und klebt das Lochtuch auf den Rücken von Herrn Müller. Nach Betäubung des Punktionsortes punktiert er mit der Epiduralnadel den Epiduralraum und legt einen Katheter, über den er nun die Testdosis appliziert. Evtl. unerwünschte Wirkungen der PDA werden durch den Anästhesisten erfragt. Abschließend wird die Punktionsstelle steril verbunden, der Epiduralkatheter mit Pflaster gut gesichert und Herr Müller wieder auf dem Rücken gelagert.

► **Anlage eines arteriellen Drucksystems.** Nach Desinfektion und Anästhesie der Haut punktiert der Anästhesist die A. radialis links und schließt das arterielle Drucksystem an. In dieser Phase beobachtet die Pflegeperson Herrn Müller. Nach erfolgreicher Punktion wird die arterielle Einstichstelle steril verbunden und gekennzeichnet.

► **Präoxygenierungsphase.** Die Einleitung der Allgemeinanästhesie beginnt mit einer Präoxygenierungsphase (5 min mit 100 % Sauerstoff). In dieser Zeit werden kontinuierlich die Vitalwerte ermittelt und dokumentiert. Während der Einleitung herrscht absolute Ruhe im Raum, um dem Patienten ein angenehmes Hinübergleiten in den „Schlaf" zu ermöglichen (Vermeidung von Stress).

Es folgt die Medikamentengabe von:

- Sufentanil (Analgesie)
- Atracurium (Relaxierung)
- Propofol (Hypnose).

► **Intubation und ZVK-Anlage.** Nachdem Herr Müller eingeschlafen ist, erfolgt die Intubation, dann die Blockung und Lagekontrolle des Tubus sowie anschließend die Cuffdruckkontrolle. Die Kapnometriewerte bestätigen nochmals die korrekte Tubuslage. Nach dem Legen einer Magensonde sowie einer weiteren Gabe von

Atracurium wird ein ZVK über die V. jugularis interna rechts gelegt. Herr Müller wird nun mittels Narkosegerät beatmet und die Narkose ab jetzt intravenös mit Propofol und Sufentanil perfusorgesteuert fortgesetzt.

▶ **Weitere Maßnahmen.** Die Augen von Herrn Müller werden prophylaktisch mit Gel versorgt. Abschließend wird ein Blasenkatheter mit Thermosensor gelegt. Herr Müller wird durch das Anästhesieteam vom Narkosegerat und Montoring getrennt und in den Operationssaal gefahren. Dort wird er wieder an das Narkosegerät und an das Monitoring angeschlossen. Die Zu- und Ableitungen werden kopfwärts neben Herrn Müller ausgeführt.

41.4.5 Intraoperative Begleitung

Zur Thermoregulation wird das Infusionswärmegerät in Betrieb genommen und das Warm-Touch-Gerät angeschlossen. Dies ist besonders im Hinblick auf die OP-Dauer und die Insufflation von kaltem CO_2 erforderlich.

▶ **OP-Lagerung.** Herr Müller liegt auf einer Vakuummatratze mit darunter liegender Antirutschfolie (▶ Abb. 41.5), seine Extremitäten sind mit synthetischer Watte umwickelt (Kälte- und Druckschutz). Seine Arme werden gepolstert und an seinen Körper gelagert. Für die OP wird nun seine Lage verändert: Herr Müller wird jetzt zur Probe in die Trendelenburg-Lage gebracht, um die Kontrolle aller Zu- und Ableitungen sowie deren Länge zu überprüfen. Die extreme Lage wird bis zum Eintreffen des Operateurs nochmals aufgehoben. Wenn das OP-Team komplett ist, wird der Roboter und dessen Arme in Position gebracht.

▶ **Monitoring.** Außer der arteriellen Druckmessung (linker Arm) ist zur Sicherheit noch eine automatische Blutdruckmanschette an den rechten Oberarm von Herrn Müller angeschlossen. Seine Vitalwerte werden kontinuierlich ermittelt, die Lagerung kontrolliert, die Wärmezufuhr reguliert sowie Medikamente und Infusionen appliziert. Regelmäßige Laborkontrollen (BGA, Hb, Elektrolyte) runden das Monitoring ab und zeigen, ob Herr Müller anästhesiologisch gut versorgt ist.

Während der ca. 5-stündigen Operation ist Herr Müller kontinuierlich kreislaufstabil. Insgesamt werden ihm 2 l Ringerlösung bis zum Abschluss des Eingriffs und bis zur Normalisierung der Lagerung infundiert.

41.4.6 Maßnahmen zur Ausleitung und Verlegung

Vor Beendigung der Narkose liegen alle notwendigen Materialien für eine mögliche schnelle Reintubation bereit. Bis zum Verschluss aller Einstichstellen der Roboterarme und evtl. weiteren Hautschnitten wird die Narkose fortgeführt. Bei der Verwendung von Sufentanil und Propofol stellt die Ausleitung der Narkose kein zeitliches Problem dar.

Herrn Müllers Körpertemperatur beträgt 35,0 °C (Blasentemperaturmessung). Der Anästhesist entscheidet sich für eine Nachbeatmung und Überwachung auf der Ihnensivstation.

Herr Müller ist kreislaufstabil, alle zu- und ableitenden Systeme werden wieder maximal gesichert. Nach einer umfassenden Übergabe des Narkose- und Operationsverlaufes wird Herr Müller in der Schleuse vom Team der Intensivstation übernommen und zur Intensivstation transportiert.

Bei postoperativ auftretenden Beinschmerzen der Patienten, die nach einer Trendelenburg-Lagerung evtl. eine Minderdurchblutung ihrer Beine erlitten haben, sollte an ein Kompartmentsyndrom gedacht werden. Da die Reperfusion nach Normalisierung der Lagerung durch Ödembildung den Druck noch erhöhen kann, kann sich auch noch Stunden nach der Operation ein Kompartmentsyndrom entwickeln. Spätestens bei Auftreten neurologischer Ausfälle muss daher unbedingt an ein Kompartmentsyndrom gedacht und Gegenmaßnahmen ergriffen werden.

Abb. 41.5 Probelagerung zur roboterassistierten Prostatektomie vor Hautdesinfektion und Abdecken des Patienten mit sterilen Tüchern. Der Patient liegt in einer Vakuummatratze. (V. Brunkhorst)

41.5 Leseservice

41.5.1 Verwendete Literatur

Börgers A, Brunkhorst V, Groeben H. Anästhesie in der Urologie. Anästhesie bei roboterassistierter Prostatektomie. AINS 2013; 48: 488–493

Ficarra V, Novara G, Artibani W et al. Retropubic, laparoscopic, and robot-assisted radical prostatectomy a systematic review and cumulative analysis of comparative studies. Eur Urol 2009; 55: 1037–1063

Hüttl T, Lang R. Chirurgische Therapiekonzepte der morbiden Adipositas: Intensiv 2009; 5: 228

Reich O, Gratzke C, Bachmann A et al. Morbidity, mortality and early outcome of transurethral resection of the prostate: a prospective multicenter evaluation of 10,654 patients. J Urol 2008; 180: 246–249

Roewer N, Thiel H, Wunder C. Anästhesie compact. 4. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2012

Schwegler J, Lucius R. Der Mensch – Anatomie und Physiologie. 5. Aufl. Stuttgart: Thieme, 2011

Standl T. Anästhesie in der Allgemein-, Viszeral- und Thoraxchirurgie. In: Schulte am Esch J, Bause H, Kochs E et al., Hrsg. Anästhesie. Duale Reihe. 4. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2011a

Standl T. Anästhesie in der Urologie. In: Schulte am Esch J, Bause H, Kochs E et al., Hrsg. Anästhesie. Duale Reihe. 4. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2011b

Statista: Anteil der Männer mit Übergewicht und Adipositas in Deutschland in den Jahren 1998 und 2012. Statista 2014a. Im Internet: http://de.statista.com/statistik/daten/studie/233 449/umfrage/entwicklung-von-uebergewicht-und-adipositas-in-deutschland-bei-maennern; Stand: 04.07.2014

Statista: Anteil der Frauen mit Übergewicht und Adipositas in Deutschland in den Jahren 1998 und 2012. Statista 2014b. Im Internet: http://de.statista.com/statistik/daten/studie/233 461/umfrage/entwicklung-von-uebergewicht-und-adipositas-in-deutschland-unter-frauen/; Stand: 04.07.2014

Stroh C, Weiner R, Horbach T et al. New data on quality assurance in bariatric surgery in germany. Zentralbl Chir. 2013; 138 (2): 180–188

41.5.2 Internetadressen

http://www.dimdi.de (Deutsches Institut für medizinische Dokumentation und Information, DIMDI)
http://www.zwai.net (zwai media)
http://www.awmf.org/

Kapitel 42

Anästhesie in der Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie

42.1 Übersicht über den Fachbereich *762*

42.2 Besonderheiten in der Gefäßchirurgie *762*

42.3 Besonderheiten in der Thoraxchirurgie *763*

42.4 Besonderheiten in der Herzchirurgie *764*

42.5 Fallbeispiel: Bypassoperation mit Aortenklappenersatz *766*

42.6 Leseservice *770*

42 Anästhesie in der Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie

Dietmar Stolecki

42.1 Übersicht über den Fachbereich

Das Spektrum dieses Fachbereiches ist sehr groß. Einige Abteilungen bieten OPs in allen 3 Bereichen an, manche sind organisatorisch voneinander getrennt. Nachfolgend werden wesentliche Besonderheiten dargestellt.

42.1.1 Häufig durchgeführte Operationen

Bezüglich der in diesem Fachbereich durchgeführten Operationen lassen sich Eingriffe unterscheiden, die mit oder ohne extrakorporale Zirkulation (Herz-Lungen-Maschine, ▶ Abb. 42.1) durchgeführt werden (▶ Tab. 42.1).

42.1.2 Häufig durchgeführte Narkoseverfahren

In der Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie werden alle Arten von Narkosen durchgeführt. Für abdominale, thorakale und Eingriffe an den unteren Extremitäten kommen Kombinationen aus Allgemein- und Regionalanästhesie zwecks postoperativer Schmerztherapie zum Einsatz.

42.2 Besonderheiten in der Gefäßchirurgie

Viele Patienten zeigen anamnestisch anästhesierelevante Begleiterkrankungen, vielfach mit ausgedehnter Arteriosklerose. Neben der obligaten Diagnostik und bei Vorliegen von Begleiterkrankungen wird eine individuelle Risikoeinstufung vorgenommen. Zu den Risikofaktoren gehören arterieller Hypertonus, Diabetes mellitus, Linksherzinsuffizienz, KHK, Angina pectoris, Myokardinfarkt, hämodynamische Therapien wie Nitroapplikation, Stent-Implantation und ACVB-OP, zerebrovaskuläre sowie Niereninsuffizienz. Aus diesen sog. Prädiktoren wird ein Score ermittelt. Je höher der Punktwert desto größer das perioperative kardiale Risiko. Ergo kann ggf. eine Risikominimierung durch die präoperative Applikation von β-Rezeptorblockern und durch α-Adrenorezeptoragonisten erfolgen.

Abb. 42.1 OP mit Herz-Lungen-Maschine. (D. Stolecki)

Tab. 42.1 Operationen in der Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie.

mit extrakorporaler Zirkulation	ohne extrakorporale Zirkulation
• koronare Bypass-Operationen am Herzen (▶ Abb. 42.3) • Klappenersatz bei Mitral-, Aortenklappenstenose oder -insuffizienz kombinierte Herzklappenfehler • Verschluss von angeborenen Herz- und Gefäßmissbildungen, wie Ventrikel-Septum- und Vorhof-Defekt • Herztransplantation • Herz-Lungen-Transplantation • Valvotomie zur Behebung einer Pulmonalstenose • pulmonale Thombendarteriektomie • Aortenersatz bei thorakalem Aortenaneurysma oder -dissektion	• Anastomosenoperation bei Aortenisthmusstenose • Ligatur des Ductus botalli • Aorteninterponat bei Bauchaortenaneurysma • Y-Prothese bei peripher arterieller Verschlusskrankheit • periphere Venenbypässe: femoro-popliteal, axillo-bifemoral • Shuntanlage • Varizenoperationen • Thrombendarteriektomie bei Karotisstenose • Herzschrittmacher-Implantation • Pneumektomie, Lobektomie • Tumorentfernungen als Segment- oder Klemmenresektion • Ösophagusresektion, tracheobronchiale Resektion • Mediastino-, Thorakoskopie • Lungenvolumenresktion

Merke

Aufgrund dieser Begleiterkrankungen ist während der Anästhesie mit vitalen Veränderungen der Herz-Kreislauf-Situation zu rechnen.

Anästhesiologisch kommen alle Anästhesieverfahren, z. T. auch in Kombination, zum Einsatz. Bei bestimmten OPs (z. B. Bauchaortenaneurysma) wird eine balancierte Anästhesie mit einer Regionalanästhesie (PDA) im Sinne der postoperativen Schmerztherapie kombiniert.

Das Monitoring wird dem jeweiligen Bedarf angepasst. Zum Standardmonitoring inkl. Temperaturmessung gesellen sich invasive Druckmessungen (art. RR, ZVD), ggf. PiCCO, Erfassung der renalen Clearance, transösophageale Echokardiografie (TEE) sowie Schnellinfusionssysteme (z. B. Level-one) und Cell-Saver zur maschinellen Autotransfusion von Blut. ▶ Tab. 42.2 gibt einen Überblick über anästhesiologische Besonderheiten bei gefäßchirurgischen Eingriffen.

Tab. 42.2 Anästhesiologische Besonderheiten bei gefäßchirurgischen OPs.

OP	Vorbereitungen	Besonderheiten
Bauchaortenaneurysma (BAA) mit Interponat oder Y-Prothese	• Vorbereiten von: ◦ erweitertem Monitoring (invasive RR-Messung, ZVK) ◦ 1–2 großlumigen Venenverweilkanülen (1,7–2,0 CH) ◦ Einführungsbesteck für Pulmonalarterienkatheter ◦ ggf. PICCO ◦ Temperaturmessung • Blasenkatheter legen • ausreichend Volumenersatz stellen • PDK-Anlage (Schmerztherapie) bedenken • Bereitstellen von: ◦ Heparin ◦ Blutkonserven und FFP • Cell-Saver zu Autotransfusion vorbereiten • Schnellinfusionssystem (z. B. Level-one) stellen • ausreichend Spritzenpumpen für TIVA, Katecholamine, Kalium u. a.m. vorbereiten	• bei Einleitung und Narkose: Vermeidung hypertoner Phasen – Gefahr der Ruptur!; ggf. kontrollierte Hypotension mit Nitro o. ä. • Heparinisierung: 10 000 IE via ZVK • Abklemmen der Aorta (clamping) ca. 2 min nach Heparin: ◦ Gefahr der kardialen Dekompensation mit Ischämiegefahr durch RR-Anstieg ◦ frühzeitige Senkung des RR (Inhalationsanästhetika oder Vasodilatatoren) • Öffnen der Aorta (declamping): Gefahr des RR-Abfalls: ◦ ausreichende Volumensubstitution, ggf. mit Druck, ggf. Arterenol via Perfusor ◦ BGA-Kontrolle (Metaboliteneinschwemmung) • maschinelle Autotransfusion mit Cell-Saver **rupturiertes Aneurysma:** • alle Vorbereitungen finden direkt im Saal statt • → venöser Zugang → Ileuseinleitung → chirurgische Abdeckung → OP-Beginn → weitere invasive Maßnahmen → weiter wie oben **Y-Prothese:** • Es werden A. abdominalis und A. iliacae abgeklemmt und nach einander wieder eröffnet Alle Patienten kommen zur Intensivstation.
Thrombendarteriektomie bei Karotisstenose (Entfernung von Plaques aus A. carotis)	• erweitertes Monitoring (invasive Druckmessung) • Spiral- oder RAE-Tubus • Monitoring auf kontralaterale Seite legen • Arm auf betroffener Seite anlagern • Heparin stellen • i. d. R. balancierte Intubationsnarkose oder TIVA • aber auch Regionalanästhesie mit Blockade des Plexus cervicalis und Sedierung möglich unter Erhalt der Kommunikationsfähigkeit	• Narkoseeinleitung in Rückenlage als Kombinations-Anästhesie • Vermeidung von Hypotension, da sonst der CPP ebenfalls gesenkt wird • im OP Kopf um 30–45° zur Gegenseite drehen, Reklination und Oberkörper ca. 45° hoch lagern • mittlerer arterieller Druck (MAP) in Höhe der Ausgangswerte, in der Abklemmphase bis zu 20 % darüber • Bradykardien durch Manipulationen an A. carotis möglich: Atropin vorhalten • Aufhebung der Heparinisierung mit Protamin
Ersatz der Aorta descendens	• wie Bauchaortenaneurysma • größtmögliche Venenverweilkanülen vorbereiten	bei Aorta-descendens-Ersatz: • zusätzlich Spinaldruckmessung/Liquordrainage: beim Abklemmen der Aorta fällt der arterielle Perfusionsdruck des Rückmarks ab, der Liquordruck hingegen steigt dadurch an • Folge: Gefahr der Rückenmarkschädigung mit Para- und Hemiplegie • Ein-Lungenventilation mit DLT
Aortendissektion (Einriss der Intima): • Aortendissektion Typ A: Beginn der Dissektion in A. ascendens mit Übergang in Aortenbogen, ggf. nach abdominal; lebensbedrohlicher Zustand, bedingt sofortige OP • Aortendissektion Typ B: Beginn der Dissektion distal der V. subclavia links; elektiv-OP	• Pulmonalarterienkatheter bzw. PICCO • ausreichend Blut- und Volumenersatz stellen • maschinelle Autotransfusion (MAT) • 25 000 IE Heparin und Protamin bereithalten • Spritzenpumpen für Kathecholamine, Nitro, Kalium, Analgosedierung bereithalten • TEE stellen • Doppellumentubus bei Typ-B-Dissektion	**nach Abklemmen der Aorta:** • unterhalb der Klemme → Hypotonie mit Minderperfusion der Organe • oberhalb der Klemme → Anstieg des RR mit Gefahr der kardialen Dekompensation → evtl. Gabe von Vasodilatatoren **nach Öffnen der Aorta:** • periphere Vasodilatation, Blutdruckabfall (rechtzeitiges Abstellen der Vasodilatatoren und Volumengabe) • Typ A: OP meist in Rückenlage • Typ B: OP in Rechtsseitenlage, linker Arm über Kopf, Ein-Lungen-Anästhesie: ◦ Kontrolle des art. RR ober- und unterhalb der Aortenklemmen (je eine Kanüle in A. femoralis und A. radialis) ◦ Vermeidung von Blutdruckspitzen

42.3 Besonderheiten in der Thoraxchirurgie

In diesem Fachbereich werden lachgasfreie balancierte Anästhesien durchgeführt und durch thorakale Periduralanästhesien (PDA) zur Schmerztherapie ergänzt. Günstig ist auch eine totale intravenöse Anästhesie (TIVA) in Kombination mit einer thorakalen PDA.

42.3.1 Intubation und Beatmung

Bei Eingriffen an der Lunge benötigt der Operateur ausreichend gute Sicht und Handlungsfreiheit im OP-Gebiet. Aus diesem Grund ist ein Doppellumentubus erforderlich, mit dem eine Ein-Lungen-Beatmung wahlweise ermöglicht wird (▶ Abb. 42.2). Zur Verfügung stehen dafür:

- Robertshaw-Tubus (rechts oder links) ohne Carinasporn, der bevorzugt eingesetzt wird
- Carlens-Tubus (Spitze liegt im linken Bronchus – OP-rechts)
- White-Tubus (Spitze im rechten Bronchus – OP links), wobei beide Tuben einen Carinasporn haben
- Bronchocath (für rechten oder linken Bronchus)

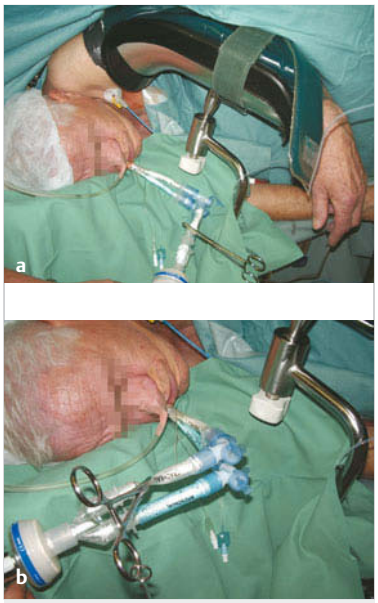


Abb. 42.2 Beatmung mit Doppellumentubus in Rechtseitenlage bei Lungenresektion. (D. Stolecki)

Der Carinasporn soll eine zu tiefe Intubation verhindern, in dem er sich an der Hauptkarina einhakt.

Nach Einleitung der Narkose und Intubation sollte die Lagekontrolle auch bronchoskopisch erfolgen, da es sehr oft zu Fehllagen kommt (dem Karinahaken allein ist nicht zu trauen). Ebenso ist eine Kontrolle bei intraoperativen Auffälligkeiten in der BGA, bei Anstieg des Beatmungsdrucks notwendig. Eine Cuffdruckmessung des bronchialen Lumens ist obligat.

Die Tuben sind in der Größe zwischen 26 und 41 CH verfügbar. Die Auswahl der Tubusgröße richtet sich nach der Größe der Person:

- Männer bis 160 cm CH 37, bis 170 cm CH 39, größer 170 cm 41 CH
- Frauen: bis 150 cm CH 32, bis 160 cm CH 35, größer 160 cm 37 CH

Neben Doppellumentuben stehen Alternativen wie Univent-Tubus, Bronchus- und Endobronchialblocker zur Verfügung.

Der **Univent-Tubus** ist ein Einlumentubus mit einem integrierten Bronchusblocker. Er ist primär für eine linksseitige Blockade geeignet. Zeitgleich ist die Entlüftung der Lunge umständlich, da dazu jeweils der Verschluss entfernt werden muss. Von Vorteil ist, dass für eine kurzfristige Nachbeatmung postoperativ keine Umintubation erforderlich ist. Bronchusblocker werden in Kombination mit einem einfachen Endotrachealtubus und speziellen Adaptern genutzt, sodass wahlweise eine Seitentrennung oder eine beidseitige Beatmung erfolgen kann. Auch diese Blocker werden nur für die linke Lunge empfohlen. Der Nachteil hier ist ein verzögerter Lungenkollaps. Bei beiden bestehen die Nachteile in der erschwerten endobronchialen Absaugung.

Für die postoperative Umintubation ist die Verwendung eines Tubuswechselkatheters (z. B. Cook) sinnvoll und sollte bereitgestellt werden.

► **Indikationen für Doppellumentuben.** Hierzu zählen:

- Hämoptysen, Bronchiektasen
- bronchiopleurale Fisteln
- Emphysemblasen, Pneumektomien
- Tracheobronchiales und pulmonales Trauma
- Lungenabszesse, Ösophagusresektionen
- thorakales Aortenaneurysma

► **Operationen in Seitenlage.** Da viele Operationen in Seitenlage durchgeführt werden, wird das Ventilations-Perfusions-Verhältnis nachhaltig beeinträchtigt und der bestehende Rechts-Links-Shunt intensiviert. Die unten befindliche Lunge wird vermindert ventiliert, sodass Atelektasen entstehen und den Rechts-Links-Shunt bis zu 40 % verstärken können. Parallel erhöhen sich die Druckverhältnisse in der A. pulmonalis. Bei Lachgas ist zu bedenken, das N_2O zu einer Reduktion der hypoxisch pulmonalen Vasokonstriktion führt und die Hypoxie verstärken würde. Deswegen wird auf N_2O verzichtet. Durch die sich ändernden Ventilations-Perfusions-Verhältnisse muss eine erhöhte F_iO_2 gewählt werden, um eine adäquate Oxygenierung zu erzielen. Im Kontext einer lungenprotektiven Beatmung sollte, falls möglich, eine $F_iO_2 < 0{,}6$ angestrebt werden. Zur Optimierung der Beatmung empfiehlt sich ein P_{max} von < 30–35 sowie ein PEEP von 5 mbar, bei volumenkontrollierter Beatmung ein Tidalvolumen von 6 ml/kgKG im Sinne einer permissiven Hyperkapnie. Bei einer Hypoxämie ist ein Alveolarrecruitment und ggf. eine Neueinstellung des PEEP zu bedenken.

42.3.2 Monitoring und Narkoseführung

Das Monitoring richtet sich nach der kardiopulmonalen Gesamtsituation. Bei allen Eingriffen sind von Beginn an arterielle Druckmessung und ZVK erforderlich. Für die Anlage der invasiven Druckmessung sollte der Arm gewählt werden, der später in Seitenlage oben liegen wird. Bei absehbarem höheren Blutverlust (> 500 ml) und/oder länger dauernder OP (≥ 2 h) wird unter individueller Risikoabwägung zusätzlich ein Blasenverweilkatheter gelegt, sodass mittels renaler Ausscheidungsrate und klinischer Parameter (ZVD, MAP) der Flüssigkeitshaushalt und die Organperfusion kontrolliert werden können. Zur schnellen Volumensubstitution sind 2 größere Venenverweilkanülen sinnvoll. Bei schwerer kardiopulmonaler Insuffizienz wird zusätzlich ein Swan-Ganz-Katheter appliziert bzw. die Pulskonturanalyse (PICCO) gewählt. Die engmaschige Überwachung der Oxigenierung erfolgt über S_aO_2-, endexspiratorische CO_2- und BGA-Kontrollen.

42.3.3 Maßnahmen zum Ende der Operation

Vor Verschluss des Thorax werden Drainagen mit Sog zur Ableitung von Luft und Sekret im Pleuraraum platziert und der Sog mit 15–20 cm Wassersäule eingestellt (sonst besteht die Gefahr eines Pneumothorax). Danach sollte immer eine manuelle Beatmung zur Beseitigung von Atelektasen unter Sicht erfolgen. Abschließend wird der Patient auf den Rücken umgelagert und extubiert bzw. umintubiert, falls eine postoperative Beatmung notwendig ist.

42.4 Besonderheiten in der Herzchirurgie

Operationen in der Herzchirurgie finden mit oder ohne extrakorporale Zirkulation statt. Bei Eingriffen mit kardiopulmonalem Bypass wird die Pumpfunktion des Herzens durch eine Herz-Lungen-Maschine (HLM) gesteuert, die von einem Kardiotechniker bedient wird.

42.4.1 Funktionsweise der Herz-Lungen-Maschine

Die Steuerung des Blutflusses mittels einer HLM gelingt durch verschiedene Möglichkeiten:

- Kanülierung einer großen Arterie (arterielle Linie von der HLM zum Patienten):
  - Punktion der Aorta ascendens bei allen Eingriffen am Herzen (► Abb. 42.3)
  - Punktion der A. femoralis bei Eingriffen an der thorakalen Aorta
- Kanülierung des rechten Vorhofs (als venöse Linie vom Patienten zur HLM):
  - bei Eingriffen ohne Eröffnung des rechten Herzens als Ein-Kanülen-Technik (ACVB, Aortenklappenersatz)
  - bei Eröffnung des rechten Herzens werden mit der Zwei-Kanülen-Technik beide Hohlvenen punktiert (Ersatz der Pulmonal-, Trikuspidal-, Mitralklappe)

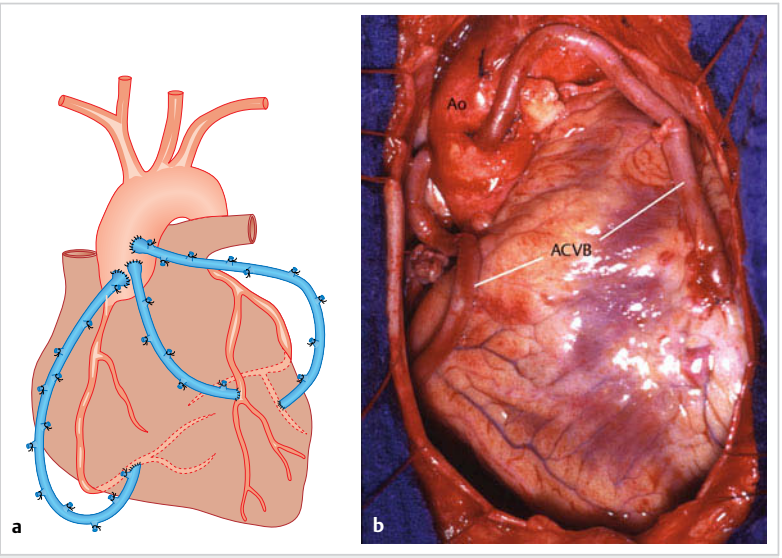


Abb. 42.3 Aortokoronarer Venenbypass.
a Dreifacher Bypass in der grafischen Darstellung (Paetz 2013).
b Blick durch den eröffneten Herzbeutel auf die Herzvorderwand. Man sieht die Aorta (Ao) und 2 Venenbypässe (ACVB), die von der Aorta zu den Herzkranzgefäßen verlaufen (2-fach-ACVB). (B. Paetz [Bildarchiv])

Abb. 42.4 Das oxygenierte Blut wird mit der HLM in die Aorta ascendens zurückgeführt. (D. Stolecki)

Nach der Kanülierung fließt venöses Blut gemäß der Schwerkraft vom Patienten zur HLM, wo es über einen Oxygenator mit O_2 angereichert und CO_2 eliminiert wird. Über einen zwischengeschalteten Wärmeaustauscher wird die Temperatur des Blutes korrigiert. Gasbläschen sowie Mikrothromben werden durch Filter aufgefangen. Mittels einer Rollerpumpe wird dann das Blut in eine Arterie zurück gepumpt (▶ Abb. 42.4).

▶ **Gerinnungshemmung.** Zur Gerinnungshemmung erhält der Patient vor der extrakorporalen Zirkulation 300 IE/kgKG Heparin. Die Wirkung des Heparins wird mittels einer Bestimmung der ACT (Activated Clotting Time: Gesamtgerinnungszeit in Sekunden) kontrolliert. Der minimal notwendige Wert liegt bei 190 s, der Idealwert zwischen 400 und 600 s. Das Messintervall beträgt 15–20 min.

42.4.2 Maßnahmen zur Kardioprotektion

Viele Eingriffe am Herzen bedingen einen Herzstillstand. Damit es während dieser Phase nicht zu Ischämien und irreversiblen Schädigungen des Myokards kommt, werden 3 das Herz schützende Maßnahmen durchgeführt:
- Kardioplegielösungen
- Hypothermie
- Vent

Kardioplegielösungen

Nach dem Abklemmen der Aorta werden gekühlte, das Herz lähmende und aus verschiedenen Elektrolyten bestehende Lösungen in die Koronararterien appliziert, womit eine vollständige diastolische Asystolie (kaliumreich), die Aufhebung der elektromechanischen Aktivität (magnesiumreich) und die Aufhebung der elektrischen Aktivität (natriumarm) erzielt wird. Die Myokardtemperatur wird auf 10–20 °C reduziert und die Ischämietoleranz um 25 % verlängert. Gleichzeitig ergibt sich ein antiödematöser Effekt. Der in Kauf zu nehmende Nachteil besteht in einer Arrhythmieneigung und einer Zellübersäuerung.

Hypothermie

Mit dem Anschluss an die HLM wird die Hypothermie unterhalten, die Metabolismusrate und damit der Sauerstoffverbrauch weiter gesenkt:
- Eine Bluttemperatur von 30 °C senkt den O_2-Verbrauch um ca. 50 %.
- Eine Bluttemperatur von 20 °C senkt den O_2-Verbrauch um bis zu 80 %.

Merke

Eine Hypothermie ist allerdings kein ausreichender Schutz des Herzens, da immer eine elektrische Restaktivität mit Flimmerbewegungen bestehen bleibt, die zu einem hohen Energieverbrauch führt.

Vent

Durch einen sog. Vent (Drainage des linken Ventrikels) wird Blut aus dem Ventrikel entfernt, das aus der Restzirkulation der Lungen stammt. Dadurch wird v. a. der myokardiale Sauerstoffverbrauch um ca. 50 % gesenkt. Daneben ergeben sich noch andere positive Effekte:
- Eine vorzeitige Erwärmung des Blutes wird vermieden.
- Einer Myokardüberdehnung wird vorgebeugt.
- Das OP-Gebiet ist „trocken".

Alle Maßnahmen zusammen ergeben in Kombination mit der Priminglösung (kristalloide und kolloidale Infusionslösungen) des Kardiotomiereservoirs an der HLM einen guten Schutz für das Herz.

42.5 Fallbeispiel: Bypassoperation mit Aortenklappenersatz

Fallbeispiel

Herr Brand ist 59 Jahre alt, Angestellter, verheiratet und hat 3 Kinder. Er ist 175 cm groß, wiegt 86 kg und wurde mit der Diagnose einer koronaren 3-Gefäßerkrankung (3-GE) und einer Aortenklappenstenose aufgenommen. Anamnestisch bietet er eine Hyperlipidämie, einen Diabetes mellitus Typ 2, eine arterielle Hypertonie, eine Herzinsuffizienz (NYHA 3) und eine Aortenklappenstenose. Vor einem Jahr erhielt er im Zuge einer PTCA 2 koronare Stents in der RCA und RCX.

Herr Brand nimmt seit 7 Jahren diverse Medikamente wie Actrapid, ASS, Betablocker, ACE-Hemmer, Lipidsenker, Calciumantagonisten, Diuretikum und einen Thrombozytenaggregationshemmer sowie einen Protonenpumpeninhibitor. Der Thrombozytenaggregationshemmer wurde 2 Wochen präoperativ abgesetzt.

Die kardiologische Diagnostik ergab eine eingeschränkte Ejektionsfraktion (EF) von 35 % bei einer vergesellschafteten hochgradigen eingeschränkten linksventrikulären Funktion sowie eine hochgradige Aortenklappenstenose. Bei der Eckokardiografie ergab sich ein mittlerer Druckgradient von 65 mmHg und eine Aortenklappeneröffnungsfläche von 0,7 cm^2. Vor 4 Wochen ist Herr Brand wegen eines Lungenödems bereits klinisch behandelt worden.

Gemäß der Voruntersuchung ist Herr Brand mit ASA 4 und Mallampati 3 klassifiziert. Als Operation sind vorgesehen ein aortokoronarer Bypass sowie ein Aortenklappersatz (AKE) unter Einsatz der Herz-Lungen-Maschine.

42.5.1 Notwendigkeit und Ziel des Eingriffs

Die Herzmuskelzelle ist abhängig von einer suffizienten Sauerstoff- und Energiezufuhr, die über den koronaren Perfusionsfluss gewährleistet wird. Durch eine Stenosierung der Koronararterien von mehr als 50 % kommt es zu einer hämodynamisch wirksamen Veränderung mit einem Missverhältnis von Sauerstoffbedarf und -angebot. Damit ist die Rekanalisierung der stenosierten Koronararterien ein Ziel des Eingriffs.

Die weiteren Ziele sind gepaart mit dem Ersatz der Aortenklappe. Dadurch soll einerseits der stark erhöhte systolische Druck im linken Ventrikel reduziert und zeitgleich der reduzierte Druck hinter der Stenose (Hypotonie) sowie die bestehende kompensatorische Hypertrophie normalisiert werden.

3-GE und erhöhter linksventrikulärer Druck sind also verantwortlich für ein reduziertes Sauerstoffangebot und gleichzeitig für einen erhöhten O_2-Verbrauch. Folglich müssen zur Vermeidung von Myokardischämie und Herzinfarkt die Determinanten des myokardialen Sauerstoffverbrauchs gegenüber der Sauerstoffzufuhr berücksichtigt werden.

Der O_2-Verbrauch ist abhängig von Blutdruck, Herzfrequenz, Kontraktilität und Wandspannung bzw. Ventrikelvolumen. Insofern bewirkt ein Aortenklappenersatz eine Reduktion der enddiastolischen und endsystolischen Volumina und erhöht die EF, womit die koronare Perfusion wieder zunimmt und der Sauerstoffverbrauch abnimmt.

Die Sauerstoffzufuhr ist abhängig vom O_2-Gehalt des Blutes (Hb, S_aO_2) und der Koronarperfusion. Die Koronarperfusion wiederum wird bestimmt von der diastolischen Füllungszeit, der Durchgängigkeit der Koronararterien, dem linksventrikulären enddiastolischen Druck und dem mittleren diastolischen Aortendruck. Folglich heißen die übergeordneten Ziele:

- Vermeidung einer Myokardischämie
- Vermeidung eines Herzinfarktes in der perioperativen Phase

42.5.2 Probleme und Ängste des Patienten

Bei den zu einer Herzoperation anstehenden Patienten handelt es sich zumeist um Menschen mit gravierenden Vorerkrankungen, die ihr Leben massiv verändert haben. Die eigentliche Erkrankung des Herzens selbst bedarf einer erhöhten Aufmerksamkeit. Die bevorstehende Operation stellt einen massiven „Einschnitt" dar, der auch über Tod und Leben entscheiden wird. Allein der Ersatz der Aortenklappe ist mit einer OP-Letalität von 2–3 % (bei 20–59-Jährigen) sowie mit einem neurologischen Defizit von 3–5 % gekoppelt.

Die sich daraus ergebende psychische Belastung dieser Patienten muss in besonderem Maße berücksichtigt werden. Im OP gilt es, wie immer, einen empathischen Umgang mit dem Patienten zu pflegen (► Abb. 42.5).

Viele Patienten haben sich Gedanken zum „Sein oder Nichtsein" nach der Operation gemacht und vielfach für ihre Familien Vorkehrungen getroffen. Auch Herr Brand bringt diese Gedanken mit in den OP. Er beschäftigt sich besonders mit der existentiellen Absicherung seiner Familie.

Abb. 42.5 Empathie. Der empathische Umgang mit dem Patienten ist selbstverständlich. (D. Stolecki)

Merke

Oberstes Gebot ist die absolute Ruhe um den Patienten!

Neben den psychischen Belastungen existieren meist weitere Schwierigkeiten, die sich aus der Anamnese ergeben: KHK im Stadium IV (NYHA), arterielle Hypertonie, Klappeninsuffizienz und eine EF von 35 % vermitteln eine verminderte Belastung des Patienten, die sich bereits bei der Umlagerung auf den OP-Tisch durch seine Belastungsdyspnoe zeigt. Neben Empathie ist hier auch eine entlastende Unterstützung des Patienten von Beginn an erforderlich.

42.5.3 Schwierigkeiten bei Narkose und Operation

Myokardischämie und Infarkt

Die Hauptrisiken bei diesen Patienten liegen in der Entstehung von Myokardischämie und -infarkt, was sich durch das Missverhältnis von Sauerstoffbedarf und -angebot ergibt. Ursächlich dafür können sein:

- Zunahme der Herzfrequenz durch Schmerz, Angst und Aufregung
- Anstieg der Kontraktilität
- Zunahme der Wandspannung
- Unterschreiten eines kritischen Perfusionsdrucks (mittlerer diastolischer Aortendruck minus linksventrikulärer enddiastolischer Druck)

- Stimulation des Herz-Kreislauf-Systems durch Anästhetika und OP
- Hypotonie (Aortenklappenstenose)

Kontraktilität und Herzfrequenz können v. a. durch Hektik, Anästhetika und medikamentöse Adjuvanzien beeinflusst werden. Was bedeutet das? Steigt die Herzfrequenz im Sinne einer Tachykardie an, verkürzt sich automatisch die Zeit für die Diastole. Da die Koronarperfusion in der Diastole erfolgt, ist die O_2-Versorgung des Myokards vermindert, was u. U. erhebliche Beeinträchtigungen noch während der Einleitung der Narkose zur Folge haben kann.

Da bedingt durch die Aortenklappenstenose der Blutdruck reduziert und die Koronarperfusion gesenkt wird, droht von 2. Stelle Gefahr, sodass auch eine Hypotonie zu vermeiden ist.

Merke

Der Patient ist in dieser Situation also doppelt infarktgefährdet! Verdoppelt sich die Druckarbeit des Herzens, verdoppelt sich auch der Sauerstoffverbrauch! Sinkt der Blutdruck zu stark, sinkt der koronare Perfusionsdruck.

► **Kontraktilität und Wandspannung.** Die Kontraktilität beschreibt die vom Herzen erbrachte Leistung und wird als Verkürzungsgeschwindigkeit der kontraktilen Muskelelemente definiert.

Die Wandspannung wird unterschieden in diastolischen und systolischen Herzzyklus: Die passiv entstandene Belastung des Herzens durch den Bluteinstrom in das Herz (Füllungsdruck plus Füllvolumen) wird als (diastolische) *Vorlast* oder *Preload* bezeichnet. Steigt diese Vorlast, so steigt auch der O_2-Bedarf. In der Systole entsteht eine aktive Wandspannung durch Kontraktur der Muskulatur, was man auch als *Nachlast* oder *Afterload* bezeichnet. Auch für diesen Vorgang wird viel Sauerstoff benötigt.

Somit muss für Herrn Brand während der Einleitung wie auch perioperativ ein myokardiales O_2-Gleichgewicht angestrebt und erhalten werden.

Aufregung bei der Einleitung und Medikamente, welche die Sauerstoffversorgung negativ beeinflussen, sollten perioperativ vermieden werden. Sollte Propofol Verwendung finden, erfolgt die Applikation idealerweise mittels einer Spritzenpumpe über ca. 2 min.

Weitere Probleme

Weitere Probleme sind zu erwarten aufgrund

- der KHK:
  - Herzrhythmusstörungen, Low-cardiac-output-Syndrom bei reduzierter Ventrikelfunktion, womit ggf. eine intraaortale Ballonpumpe (IABP) implantiert werden muss,
- der Aortenstenose:
  - Vermeidung einer Vorlastreduktion sowie einer peripheren Widerstandserhöhung, da sonst eine Erhöhung des regurgitierten Blutes im linken Ventrikel droht sowie die Gefahr einer Linksherzhypertrophie,
- der extrakorporalen Zirkulation des Blutes:
  - Hypothermie (Linksverschiebung der O_2-Dissoziationskurve mit Gefahr des hypoxischen Gewebeschadens bei längerer Hypothermie),
  - Abgang von der Herz-Lungen-Maschine → Linksherzversagen, Asystolie, Herzrhythmusstörungen, Volumenmangel,
  - Aktivierung der Thrombozyten durch Fremdkontakt von Blut mit HLM, dadurch Freisetzung vasoaktiver Substanzen (Histamin, Serotonin) mit Gefahr der Vasokonstriktion; Folge: vermehrte Shunts und Sauerstoffminderversorgung des Gewebes,
  - Mikroembolien durch Luft und Mikropartikel v. a. im Gehirn (ungenügende Filterleistung),
  - Blutungsgefahr durch Aktivierung der Fibrinolyse, Thrombozytopenie, mangelnde Heparinneutralisation,
  - Koagulationsgefahr durch mangelnde Antikoagulation,
- der Wiedererwärmung (Reperfusionsarrhythmien).

Herr Brand hat ein deutlich reduziertes Herzzeitvolumen (3 l) und einen erhöhten linksventrikulären enddiastolischen Druck (LVEDP) von 26 mmHg. Gepaart mit dem Stadium der Herzinsuffizienz wird seine Gefährdung deutlich.

42.5.4 Vorbereitung zur Narkose

Ein Standardanästhesieverfahren gibt es nicht, sodass eine balancierte Anästhesie mit Einsatz von Hypnotikum und Opioid oder eine TIVA mit Hypnotikum und Opioid möglich sind.

Zu den vorbereitenden Maßnahmen gehören neben einem einsatzbereiten Narkosegerät und den Standardvorbereitungen (je nach Standard der betreffenden Klinik) weitere materielle, technische und pharmakologische Maßnahmen. Hier sind folgende Punkte besonders zu beachten.

Material

An Material wird vorbereitet:

- 2 Venenverweilkanülen in der Größe 1,7–2,0 G
- arterielle Kanüle und 2-fach Messsystem mit Transducer zur invasiven Blutdruckmessung/ZVD
- Multilumenkatheter
- Einführungsschleuse für Pulmonalarterienkatheter
- 1 Temperatursonde (ösophageal)
- Blasenkatheter mit Temperatursensor zur vesikalen Temperaturmessung
- Magensonde
- ggf. PICCO-Katheter zur Überwachung des HZV

Geräte

Die folgenden Geräte werden vorbereitet und überprüft:

- Monitor mit 5-Kanal-EKG und 2 Druckmodulen, S_aO_2
- Flimmergerät, Defibrillator
- externer Pacer
- Cell-Saver
- mehrere Spritzenpumpen für Katecholamine, Nitro, Kalium, TIVA, u. a.m.
- Druckmanschetten für Infusion/Transfusion bzw. Schnellinfusionssystem (z. B. Level one)
- TEE (transösophageale Echokardiografie, ► Abb. 42.6) zur Beurteilung der Füllung sowie der Ventrikel- und Herzklappenfunktion
- Gerät zur videoassistierten Intubation (z. B. Glidescope, ► Abb. 42.7)

Abb. 42.6 Transösophageale Echokardiografie (TEE). (D. Stolecki)

Medikamente

An Medikamenten bzw. Blutprodukten wird gerichtet:

- Spritzensatz zur Narkoseinduktion mit Opioid (Sufentanil), Propofol oder Barbiturat (Thiopental), nicht depolarisierendes Muskelrelaxans (z. B. Rocuronium), ggf. Midazolam
- Lokalanästhetikum zur Anlage einer peripheren Venenverweilkanüle und zur arteriellen Punktion
- Kristalloide Infusionen
- Heparin (25 000–30 000 IE)
- Protamin 5 000 (25 000–30 000 IE)
- Antibiotikum lt. Klinikstandard
- Antifibrinolytikum (Tranexamsäure: Cyklokapron) zur Senkung der postoperativen Nachblutung
- Notfallspritzensatz mit Suprarenin 1:100, Arterenol 1:500, Nitro 1:10,
- Medikamente in Spritzenpumpen:
  - 50 mval Kalium
  - 50 ml Suprarenin (1:10)
  - 50 ml Noradrenalin (1:10)
  - Sufentanil 5 µg/ml, 40 ml
  - Propofol 2 %, 50 ml
  - Cyklokapron 2 Amp. (1000 mg) auf 50 ml Nacl 0,9 %
- Blutkonserven und FFP

42.5.5 Maßnahmen zur Narkoseeinleitung

Übernahme des Patienten

Herr Brand kommt nach seiner Prämedikation relativ entspannt in den OP. Nach einem freundlichen Empfang und Prüfung seiner Daten (richtiger Patient, richtige OP, richtiger Saal) wird er über das Transportband auf den OP-Tisch gelagert. Herr Brand erhält ein angewärmtes Baumwolltuch als Zudecke und wird in den Vorraum des OPs gefahren. Hier werden unnötige Störungen von vornherein unterdrückt. Mit dem Eintreffen des Anästhesisten werden jetzt zur Sicherheit noch einmal die Daten des Patienten kontrolliert, was Herr Brand versteht und gerne akzeptiert.

In angenehmer, ruhiger Atmosphäre wird darauf geachtet, dass

- so wenig Personal wie möglich anwesend ist,
- unnötige Manipulationen unterbleiben,
- Schmerzreize vermieden werden,
- Dialoge in angemessener Lautstärke erfolgen,
- von Beginn an engmaschige Kreislaufkontrollen durchgeführt werden, um Blutdruckspitzen, Tachy- und Bradykardien zu vermeiden. Das Vermeiden einer Hypotonie sowie einer Tachykardie sichert die koronare Perfusion.

Merke

Auch bei Patienten mit Aortenstenose ist eine Tachykardie unbedingt zu vermeiden, da diese zur Thrombenbildung und Ventrikelüberdehnung sowie zur Dekompensation bis Reanimationspflichtigkeit führen kann.

Narkoseeinleitung

Die Einleitung der Narkose verläuft nach folgenden Schritten:

1. Zur apparativen Überwachung werden die EKG-Elektroden am Rücken angebracht und zusätzlich gesichert. Da Herr Brand dyspnoeisch ist, geschieht das zur Minimierung der Belastung nicht im Sitzen, sondern in Seitenlage. Nach Anschluss der Pulsoxymetrie und der Blutdruckmanschette werden die ersten Werte ermittelt und dokumentiert. Alle Kabel werden seitlich zum Kopf bzw. Monitor abgeleitet und es wird ausgeschlossen, dass Herr Brand auf Kabeln liegt (potenzielle Gefahr eines Dekubitus!).
2. Herr Brand wird danach sofort wieder mit dem Baumwolltuch abgedeckt.
3. Die Neutralelektrode wird an der linken Flanke platziert und gegen Feuchtigkeit mit Zellstoff geschützt (Verbrennungsgefahr!).
4. Der Ulmer Stern wird am Kopfende platziert und die Narkoseschläuche werden eingehängt.
5. Um Schmerzen und Stress (= gesteigerter O_2-Verbrauch) zu vermeiden, werden die Venenverweilkanüle und die arterielle Kanüle unter Lokalanästhesie platziert. Der Kreislauf wird dabei engmaschig kontrolliert.
6. Während dieser Phase hat Herr Brand schon Sauerstoff erhalten. Nach einer 5-minütigen Präoxygenierung wird die Narkose mit Sufentanil, Thiopental und Rocuronium eingeleitet. Die abnehmende Eigenatmung wird durch eine Maskenbeatmung unterstützt. Währenddessen wird die engmaschige Kontrolle von Blutdruck und Herzfrequenz sowie S_aO_2 fortgesetzt, da durch die Einleitungsmedikamente der Gefäßtonus herabgesetzt und somit Tachykardie, Hypotonie und Reduktion der Koronarperfusion mit evtl. Myokardischämie sowie Ventrikelhypertrophie Folgen sein können.
7. Mittels Glidescope (▶ Abb. 42.7) gelingt die Intubation (Mallampti 3) sicher und schnell. Nach Verifizierung der korrekten Tubuslage und Fixierung wird eine F_iO_2 von 1,0 eingestellt, Sevofluran als Inhalationsanästhetikum addiert und die Narkose damit unterhalten.
8. Die Augen werden vor Austrocknung mit einer Augensalbe geschützt.
9. Bei einer isolierten OP der Koronarien würde jetzt die Magensonde, dann die Ösophagustemperatursonde gelegt. Da Herr Brand wegen des AKE noch mit einer TEE versehen wird, erfolgt die Platzierung später.
10. Zur Insertion des 3-lumigen ZVK wird die V. jugularis interna rechts als Punktionsstelle genutzt.
11. Ein gelegter transuretraler Blasenkatheter dient zur Bilanzierung des Wasserhaushalts und ist gleichzeitig ein Indikator für die Organperfusion.
12. Der rechte Arm wird (nach Standard der Klinik) am Körper mit zusätzlicher Polsterung und unter Sicherung der invasiven Zugänge angelagert. Eventuell müssen je nach Zugänglichkeit die Infusionsleitung (Heidelberger) und auch die Leitung für die arterielle Messung verlängert werden. Hierbei muss auf einen festen Sitz der Konnektionen geachtet werden. Aus Sicherheitsgründen wird der mit arterieller Druckmessung versehene Arm mit einer Blutdruckmanschette ausgestattet, um im Falle einer Diskonnektion die arterielle Blutung zu stoppen. In manchen Kliniken werden (ungünstig für die Anästhesie) beide Arme angelagert, sodass alle Sicherheitsmaßnahmen zu treffen sind.
13. Abschließend legt der zuständige Facharzt die Sonde zur TEE und ermittelt die Ausgangswerte. Hiernach wird die Magensonde platziert.
14. Ein Pulmonalarterienkatheter (PAK) kommt nur noch selten zum Einsatz und wird nur nach strenger Indikation gelegt. Wenn auch mehrere Indikationen für Herrn Brand zutreffen (Ejektionsfraktion < 0,4, LVEDP > 18 mmHg, Herzklappenfehler) wird auf die Insertion zugunsten der TEE verzichtet.

Abb. 42.7 Intubation mittels Videolaryngoskopie. (D. Stolecki)

Merke

Während der Einleitung ist unbedingt darauf zu achten, dass alle Reizarten zu überschießenden Reaktionen des sympathischen Nervensystems mit Hypotonie, Hypertonie und Tachykardie führen können.

42.5.6 Maßnahmen nach der Narkoseeinleitung

Nach der Narkoseeinleitung gesellt sich ein Kollege der OP-Abteilung hinzu, um Rasur und Lagerung vorzunehmen. In dieser stabilen Gesamtsituation wird Blut zur Bestimmung von BGA, Hb, Hk, BZ und Elektrolyten entnommen. Parallel wird Blut für den *Bedside-Test* durch den zuständigen Arzt in die vorgesehene Prüfkarte gegeben. Ehe Narkose- und Notfallmedikamente sowie weiteres Zubehör in den Saal gebracht werden, wird das vorgesehene Antibiotikum infundiert. Die weiteren Schritte sind:

- Alle Gase abstellen und Patienten vom Narkosegerät entkoppeln, Gerät im Vorraum ausschalten und in den Saal fahren.
- Im Saal alle notwendigen Anschlüsse herstellen (Beatmung, RR, HF, S_aO_2, Temperatur).
- Narkose und Beatmung in begonnener Form fortsetzen (Spritzenpumpen aufhängen bzw. Inhalationsanästhetikum starten).
- Linken Arm auslagern und Infusionstherapie fortführen.
- Urindrainagesystem neu positionieren.
- Letzte Lagerungsmaßnahmen vollenden, auf potenzielle Druckschäden achten.
- Vor OP-Beginn wird das sog. Team-Time-Out eingehalten, wobei im Sinne des Fehlermanagements nochmals vom gesamten Anästhesie- und OP-Team alle Daten des Patienten abgeglichen werden, um Verwechselungen zu vermeiden.
- Nach chirurgischer Abdeckung den Saugschlauch vom Cell-Saver entgegennehmen.
- Cell-Saver nochmals auf einwandfreien Lauf und Saugfähigkeit testen.
- Vor Sterniotomie Schockpaddel des Defibrillators gegen angereichte Schocklöffel austauschen, Flimmerkabel an Flimmergerät adaptieren.
- Alle bisherigen Maßnahmen in Kooperation mit dem Arzt dokumentieren.

Intraoperative Begleitung

Merke

Da das ZNS häufig nicht ausreichend durch Opoide geblockt ist, muss unbedingt vor dem Hautschnitt und der Sterniotomie auf eine ausreichend tiefe Narkose und v. a. Analgesie geachtet werden. Ist die Narkose als reine TIVA geplant, ist wegen evtl. intraoperativer Awareness das Monitoring durch Bispectralindex, Narcotrend oder Noxious Stimulus Response Index (NSRI) zu ergänzen.

Beatmung

Die Narkosebeatmung wird zunächst mit einem volatilen Inhalationsanästhetikum und einem O_2/Air-Gemisch zunächst mit einer F_iO_2 von 0,5 aufrechterhalten. Nach Eröffnung des Perikards werden vor der Kanülierung der Hohlvenen zunächst 5 000 IE Heparin appliziert. Die Beatmung wird nun bis zum totalen Bypass mit einer F_iO_2 von 1,0 und einem PEEP von 5 fortgesetzt. Nach der weiteren Gabe von 25 000 IE Heparin erfolgt der Anschluss an die HLM über weitere Kanülen.

HLM

Nach Einleitung der Hypothermie und elektrisch eingeleitetem Flimmern wird die Aorta abgeklemmt und durch den Chirurgen die Kardioplegielösung entweder über den Sinus coronarius oder einen in der Aortenwurzel liegenden Schlauch in die Koronarien appliziert. Mit dem Abklemmen der Aorta kommt es zum totalen Bypass und zum Beginn der Ischämiezeit. Die Oxygenierung wird nun durch die HLM gewährleistet, sodass die Beatmung abgestellt wird. Zur Atelektasenprophylaxe bleibt ein PEEP von ≥ 5 eingestellt. Infusionen werden gestoppt, die Fortführung der Narkose erfolgt mittels TIVA (Propofol, Sufenta mite). Nun ist der Kardiotechniker unter der Regie des Operateurs und in Kooperation mit dem Anästhesisten verantwortlich für die Steuerung der Hämodynamik mittels HLM.

Weitere Maßnahmen und Beobachtungspunkte

Mit der Narkose und der Operation sind spezifische Maßnahmen und Ziele gesteckt, die während der laufenden Narkose durchgeführt und erreicht werden sollten. Dazu gehören:

- kontinuierliche Überwachung der hämodynamischen Parameter

Abb. 42.8 Eröffnung des Thorax mittels Sterniotomie. (D. Stolecki)

- Blutdruck: systolisch ≤ 15 % des Ausgangswertes, diastolisch > 60 mmHg
- MAP zwischen 60 und 100 mmHg halten:
  - MAP > 100 mmHg: Narkose vertiefen
  - MAP < 60 mmHg: ggf. Druck anheben
- HF zwischen 70 und 90/min
- ZVD: niedrig bis 0 (bei Anstieg Operateur informieren und ggf. Lage der venösen Kanüle korrigieren; Gefahr des intrakraniellen Druckanstiegs mit Reduktion des zerebralen Perfusionsflusses)
- Urin: 1 ml/kgKG/h
- Vermeidung einer extremen Hämodilution

Weitere notwendige Maßnahmen und Beobachtungen sind:

- Pupillengröße beobachten: eng und seitengleich unter Opioiden, in Hypothermie erweitert.
- Labor: Alle 20–30 min BGA, Hb, Hk, K, Na, BZ, ACT kontrollieren.
- Lagerung des Patienten kontrollieren.
- Blutkonserven und evtl. Frischplasma bereithalten.
- Autotransfusion via Cell-Saver steuern.
- Für ausreichende Medikation sorgen.
- Defibrillation koordinieren, durchführen.
- Reanimationsbereitschaft bewahren.

Merke

Pflegende sollten den OP nach Möglichkeit nur während der Bypasszeit verlassen, um weitere Maßnahmen anzubahnen.

Sobald die Anastomosen am Herzen genäht sind, erfolgt die Ex- und Implantation der Aortenklappe.

42.5.7 Maßnahmen zur Ausleitung

Sobald die Klappe implantiert ist, beginnt die Weaning-Phase, womit der Patient von der extrakorporalen Zirkulation entwöhnt wird. Dazu sollte

- die Körpertemperatur nicht < als 35,5 °C betragen,
- die Beatmung nach Blähung der Lungen (Atelektasenprophylaxe) wieder erfolgen,
- keine Blutung vorliegen,
- die Volumensituation ausgeglichen sein,
- ein ausreichender Elektrolyt- und Säurebasenstatus gegeben sein.

Bei zwischenzeitlich analysierten Laborwerten erhält Herr Brand intraoperativ 2 von 4 bestellten Erythrozytenkonzentraten.

Nach Eröffnung der Aortenklemme beginnt wieder der partielle Bypass und damit die Reperfusionszeit für Herz und Lunge. Die Beatmung wird mit einer F_iO_2 von 1,0 aktiviert. In den meisten Fällen schlägt das Herz durch den vom Kardiotechniker reduzierten Blutfluss über die venöse Kanüle wieder von allein (▶ Abb. 42.9). In manchen Situationen muss defibrilliert werden. Bei Herrn Brand verläuft die weitere Entwöhnung von der HLM komplikationslos, Cardiac Output, RR und HF sind normal. Abschließend wird die venöse Kanüle abgeklemmt.

Das im Kardiotomiereservoir befindliche Restblut wird am Ende der Entwöhnung von der HLM auf Anfrage des Operateurs durch den Kardiotechniker über die arterielle Linie zum Patienten retransfundiert, der Patient mit Volumen und Sauerstoffträgern substituiert. Nach der Dekanülierung wird die Heparinisierung mit Protamin Spritzenpumpen gesteuert aufgehoben: 1 IE pro 1 IE Heparin. Abschließend wird nochmals die ACT gemessen.

Merke

Protamin darf nur langsam infundiert werden, da die Gefahr der Anaphylaxie mit massiver Blutdrucksenkung (50 mg in ca. 20 min) besteht. Darum erfolgt die Applikation pumpengesteuert.

Während die Chirurgen noch passagere Schrittmacherdrähte sowie Mediastinal- und Pleuradrainage legen, beginnt unter stabiler Herz-Kreislauf-Situation die Phase des „geordneten Rückzugs".

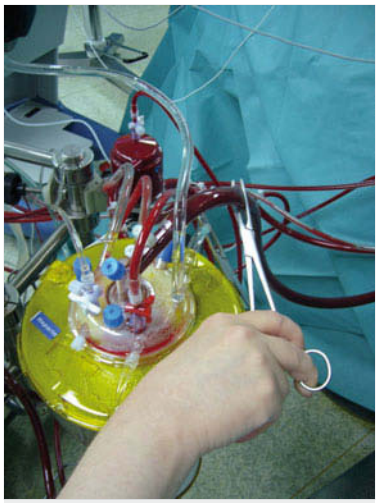


Abb. 42.9 Durch Abklemmen der venösen Linie der extrakorporalen Zirkulation wird die totale Bypassphase beendet. (D. Stolecki)

Der Anästhesist ermittelt mittels TEE die letzten Werte (▶ Abb. 42.10) und komplettiert die Dokumentation.

42.5.8 Begleitung zur Intensivstation

Für die Begleitung des Patienten zur Intensivstation wird eine Transporteinheit bestehend aus Beatmungsgerät, Überwachungsmonitor und Notfallmedikamente bereitgestellt. Nach dem Thoraxverschluss und abschließendem Verband wird die Thoraxdrainage am OP-Tisch fixiert. Mit Beendigung der Narkose werden

- alle venösen Zugänge auf Durchgängigkeit getestet, Zuleitungen geordnet und alle überflüssigen Zuleitungen von nicht benötigten Zugängen entfernt,
- die Ösophagustemperatursonde gezogen,
- der Transportmonitor mit EKG, RR und S_aO_2 angeschlossen, sowie das Transportbeatmungsgerät aktiviert.

Ausreichend analgosediert und ausgestattet mit allen Spritzenpumpen, Notfallmedikamenten und Pacer wird Herr Brand sicher zur Intensivstation begleitet. Alle Dokumente und evtl. Blutkonserven liegen zur ausführlichen Übergabe vor, die vom Anästhesisten an das Intensivteam erfolgt. Auch eine separierte Übergabe von Pflegepersonal zu Pflegepersonal findet statt.

Abb. 42.10 Transösophageale Echokardiografie (TEE). Messung des Blutflusses. (D. Stolecki)

42.6 Leseservice

42.6.1 Literatur

Brandt L, Krauskopf KH, Simons F. Handbuch der Kardioanästhesie – Grundlagen, Theorie und Praxis für die Weiterbildung. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft; 1996

Frömke J. Unterrichtsskript in der Weiterbildung für Intensivpflege und Anästhesie. Aneurysma und Dissektion, der kardiopulmonale Bypass, koronare Herzerkrankung. Dortmund: St.-Johannes-Hospital; 2013 (unveröffentlicht)

Hachenberg T, Welte T, Fischer S. Anästhesie und Intensivtherapie in der Thoraxchirurgie. Stuttgart: Thieme; 2010

Heck M, Fresenius M. Repetitorium Anästhesie. 6. Aufl. Berlin: Springer; 2010

Heller AR, Koch T. Weiterbildung Anästhesie. Stuttgart: Thieme; 2006

Hoffmann K, Sirtl C, Jesch F. Anästhesiologisches Notizbuch. Wiesbaden: Abbott; 2001

Knipfer E, Kochs E, Durchdenwald G. Klinikleitfaden Anästhesiepflege. München: Elsevier; 2006

Kochs E, Adams HA, Spies C. Anästhesiologie. 2. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2008

Larsen R. Anästhesie. 10. Aufl. München: Elsevier; 2012

Larsen R. Anästhesie und Intensivmedizin in Herz-, Thorax-, Gefäßchirurgie. 8. Aufl. Berlin: Springer; 2012

Lauterbach G. Handbuch der Kardiotechnik. München: Urban & Fischer; 2002

Oczenski W, Werba A, Andel H. Atmen – Atemhilfen: Atemphysiologie und Beatmungstechnik. 7. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2011

Paetz B. Chirurgie für Pflegeberufe. 22. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2013

Roewer N, Thiel H. Taschenatlas der Anästhesie. 5. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2013

Roewer N, Thiel H, Wunder C. Anästhesie compact: Leitfaden für die klinische Praxis. 4. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2012

Rödig G. Besonderheiten der Anästhesie in der Thoraxchirurgie. In: Taeger K, Rödig G et al., Hrsg. Grundlagen der Anästhesiologie und Intensivmedizin für Fachpflegepersonal. Band II: Allgemeine und spezielle Anästhesie und Intensivmedizin. Wiesbaden: Abbott; 2002

Schäfer R, Söding P. Klinikleitfaden Anästhesie. 6. Aufl. München: Elsevier; 2010

Schäfers HJ, Roissant R. Klinische Grundlagen der Herz- und Thoraxchirurgie. Berlin: ABW; 2003

Schirmer U, Hachenberg T, von Heymann H et al. Anästhesie in der Thoraxchirurgie, Herzchirurgie, Gefäßchirurgie. Köln: Deutscher Ärzteverlag; 2011

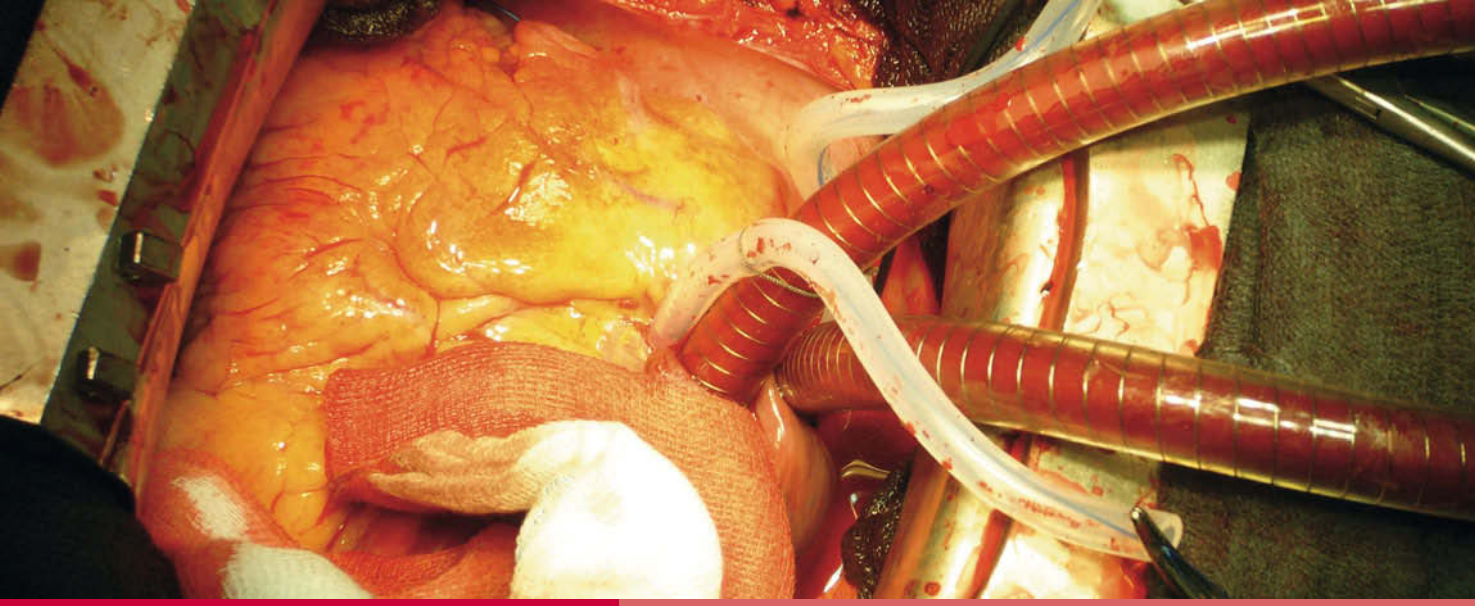
Schüttler J, Neglein J, Bremer F. Checkliste Anästhesie. Stuttgart: Thieme; 2000

Schulte am Esch J, Bause HW, Kochs E, Scholz J, Standl T, Werner C. Anästhesie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie. MLP Duale Reihe, 4. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2011

Spies C, Kastrup M, KernerT, Melzer-Gartzke C, Zieleke H, Kox W. SOPs in Anästhesiologie und Schmerztherapie. Stuttgart: Thieme; 2013

Striebel HW. Anästhesie, Intensivmedizin, Notfallmedizin. Für Studium und Ausbildung. 8. Aufl. Stuttgart: Schattauer; 2013

Wappler F, Tonner P, Bürkle H. Anästhesie und Begleiterkrankungen. Stuttgart: Thieme; 2005



Kapitel 43

Anästhesie bei Herztransplantation

43.1 Einleitung *774*

43.2 Rechtliche Grundlagen *774*

43.3 Der Weg zur Transplantation *775*

43.4 Vorbereitung und Durchführung der Transplantation *776*

43.5 Leseservice *779*

43 Anästhesie bei Herztransplantation

Elke Roth

43.1 Einleitung

Jeden Tag werden bundesweit ca.11 Transplantationen durchgeführt (beinhaltet alle Organe). Für Patienten, bei denen ein Organ versagt, ist die Organtransplantation oft die einzige Chance auf eine Lebensrettung.

Die Voraussetzungen zu einer Organexplantation und die Anästhesie bei einer Organtransplantation werden in diesem Kapitel exemplarisch am Beispiel der Herztransplantation (engl.: **h**ear**t** **ex**change, HTX) dargestellt.

43.1.1 Warten auf ein Spenderherz

Nach der Indikationsstellung zur Herztransplantation wird der Patient bei der zentralen Vermittlungsstelle „Eurotransplant International Foundation" (ET) in Leiden (Niederlande) angemeldet und auf die Warteliste gesetzt. Problematisch bleibt nach wie vor die begrenzt verfügbare Anzahl an Spenderorganen im Verhältnis zur steigenden Zahl an gelisteten Patienten. Aufgrund der vergangenen Organspende-Skandale ist die Bereitschaft zur Organspende in den letzten 2 Jahren zusätzlich gesunken. Weltweit werden jährlich 2500–3 000, davon ca. 315 Herzen in Deutschland transplantiert. Demgegenüber stehen ca. 1000 Anmeldungen. Die Wartezeit beträgt im Durchschnitt 8–18 Monate und hängt von unterschiedlichen Kriterien ab (z. B. Blutgruppe, Schwererad der Erkrankung). Laut aktuellen Zahlen bekommen ca. 50 % aller Wartepatienten ein neues Herz, während etwa 50 % versterben.

► **Assist-Device-Systeme.** Umfangreiche Forschungsaktivitäten richten sich verstärkt auf die Verbesserung und Entwicklung von unterschiedlichen mechanischen Herzunterstützungssystemen (Assist-Device-Systeme), die eine zeitliche Überbrückung (Bridge to Transplant) bis zur HTX, Erholung (Bridge to Recovery) oder definitive Unterstützung (Destination Therapy ohne HTX) des erkrankten Herzens ermöglichen.

► **Ziele der HTX.** Eine Herztransplantation bedeutet für den Patienten eine verbesserte körperliche Belastung und eine längere Lebenserwartung. Auch die Wiedereingliederung ins Alltagsleben und in eine berufliche Tätigkeit ist wieder möglich. Die Transplantation selbst muss jedoch psychisch gut verarbeitet werden.

43.2 Rechtliche Grundlagen

Die Transplantationsmedizin wird bundeseinheitlich durch das „Gesetz über die Spende, Entnahme und Übertragung von Organen", dem Transplantationsgesetz (TPG) von 1997 geregelt. Es bildet eine stabile rechtliche Basis, um Transparenz zu schaffen und Missbrauch auszuschließen und regelt die Entnahme und Übertragung von menschlichen Organen, Organteilen und Geweben. Es gilt nicht für Blut, Knochenmark sowie für embryonale und fetale Organe/Gewebe. ► Tab. 43.1 führt die wichtigsten Regelungen des Transplantationsgesetzes auf.

43.2.1 Regelungen der Verantwortlichkeiten

Die Regelungen des TPG sehen eine Trennung der Verantwortlichkeit vor in Bezug auf

- die Organentnahme/den Organspendeprozess,
- die Organvermittlung und
- die Transplantationen.

Organentnahme/Organspendeprozess

► **Deutsche Stiftung Organtransplantation (DSO).** Die Organisation der Organentnahme bzw. des Organspendeprozesses wird über die Deutsche Stiftung Organtransplantation (DSO) abgewickelt. Zu ihren Aufgaben gehören u. a.

- Weitergabe der Daten an Eurotransplant,
- umfassende Beratung des Krankenhauspersonals,
- Kontakt mit der Staatsanwaltschaft bei nicht natürlicher Todesursache,
- Organisation und Koordination der postmortalen Organspende (Organentnahme, -konservierung und -transport),
- anonymisierte Information des Krankenhauses und der Angehörigen über den Ausgang der Transplantation,
- umfassende Förderung der Organspende und -transplantation in Deutschland.

Vermittlungspflichtige Spenderorgane sind Niere, Herz, Leber, Lunge, Pankreas und Dünndarm.

Organvermittlung

► **Eurotransplant International Foundation (ET).** Die Vermittlung der Organe wird von der Eurotransplant International Foundation (ET) in Leiden (Niederlande) geleitet. Zu ihren Aufgaben gehören u. a.:

- Vermittlung der Organe (Deutschland, Belgien, Luxemburg, Niederlande, Österreich, Slowenien und Kroatien)
- Verwaltung der gemeinsamen Warteliste
- Speicherung aller potenziellen Empfängerdaten
- Ermittlung der Empfänger

Darüber hinaus verfolgt die ET u. a. folgende Ziele:

- Förderung der Bereitschaft zur Organspende in der Bevölkerung
- optimale Vermittlung der Organe nach medizinischen Kriterien, um möglichst viele erfolgreiche Transplantationen durchzuführen
- schnelle Transplantation und Chancengleichheit

Organtransplantation

Die Organtransplantationen werden nur in zugelassen Transplantationszentren durchgeführt.

Tab. 43.1 Wesentliche Regelungen des Transplantationsgesetzes (TPG).

TPG §	Regelung
§ 2	Aufklärung der Bevölkerung/Voraussetzungen für die Organentnahme
§ 3	Einwilligung zur Organspende
§ 4	Entnahme mit Zustimmung anderer Personen
§ 5	Feststellung des Todes
§ 6	Wahrung der Würde d. Organspenders
§ 8	Lebendspenden
§ 10	Transplantationszentren
§ 12	Organvermittlung
§ 14	Datenschutz
§ 16	Richtlinien zur Organtransplantation
§ 17	Verbot des Organhandels

43.2.2 Länderspezifische Regelungen

Für die Entnahme von Organen zur Transplantation gelten in einigen Ländern unterschiedliche gesetzliche Regelungen. Als wesentliche Grundregelungen seien hier genannt:

- **Erweiterte Zustimmungslösung:** Der Verstorbene muss zu Lebzeiten einer Organentnahme zugestimmt haben (z. B. per Organspendeausweis, ▶ Abb. 43.1). Sofern keine Zustimmung vorliegt, können die Angehörigen über eine Organspende entscheiden. Als Entscheidungsgrundlage dient der ihnen bekannte oder mutmaßliche Wille des Verstorbenen.
- **Widerspruchslösung:** Wenn der Verstorbene zu Lebzeiten nicht ausdrücklich einer Organexplantation widersprochen hat (z. B. in einem Widerspruchsregister), können Organe entnommen werden. In einigen Ländern haben die Angehörigen ein Widerspruchsrecht.
- **Informationslösung:** Bei fehlendem Widerspruch zu Lebzeiten geht der Gesetzgeber grundsätzlich von einer Bereitschaft zur Organspende aus. Die Angehörigen müssen in jedem Fall über eine geplante Organentnahme informiert werden. Allerdings steht ihnen kein Einspruchsrecht zu.
- **Enge Zustimmungslösung:** Organe dürfen nur entnommen werden, wenn zu Lebzeiten ausdrücklich eingewilligt wurde. Angehörige haben kein Mitspracherecht.
- **Notstandslösung:** Eine Organentnahme ist immer, selbst bei Vorliegen eines Widerspruchs, zulässig.

Abb. 43.1 Organspendeausweis. Vorder- und Rückseite.

Tab. 43.2 Länderspezifische Regelungen zur Organtransplantation.

Regelung	Land
erweiterte Zustimmungslösung	Australien, Dänemark, Deutschland, Griechenland, Großbritannien, Irland, Island, Malta, Niederlande, Rumänien, Schweiz, Türkei, USA
Widerspruchslösung	Estland, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechien, Ungarn
Widerspruchslösung mit Einspruchsrecht der Angehörigen	Belgien, Finnland, Norwegen
Informationslösung	Frankreich, Schweden, Zypern
enge Zustimmungslösung	Japan
Notstandslösung	Bulgarien

Merke

In Deutschland gilt die „erweiterte Zustimmungslösung". Ab 16 Jahren kann man seine Zustimmung zur Organspende dokumentieren. Ab 14 Jahren kann man sich gegen eine Organspende aussprechen.

▶ Tab. 43.2 zeigt die geltenden Regelungen für verschiedene Länder.

Merke

Im Falle eines Todes im Ausland gilt das entsprechende Ländergesetz.

43.3 Der Weg zur Transplantation

43.3.1 Medizinische Voraussetzungen

Indikationsstellung

Die Indikation zur Transplantation wird u. a. bei folgenden Erkrankungen gestellt:

- dilatative (DCM) und ischämische Kardiomyopathie
- Koronare Herzkrankheit (KHK) im Endstadium
- NYHA III-IV
- unkontrollierbare Herzrhythmusstörungen
- therapierefraktäre AP
- benigne Herztumore
- komplexe Klappenfehler
- kongenitale Erkrankungen (z. B. HLHS)
- Re-HTX bei Transplantatversagen

Die HTX ist ebenfalls indiziert bei Patienten mit Assist-Device-Systemen oder voroperierten Patienten (z. B. nach Aneurysmektomie).

Relative Indikationen werden gestellt bei einem Alter > 70 Jahre (entscheidend ist das biologische Alter) und ausgeprägte Osteoporose.

▶ **Kontraindikationen.** Die HTX wird nicht durchgeführt bei:

- akuter systemischer Infektion/Erkrankung
- fixiertem pulmonalen Hypertonus
- irreversiblen Leber- und Nierenfunktionsstörungen
- Diabets mellitus mit ausgeprägten sekundären Folgeschäden
- schwerer Systemerkrankung mit schlechter Prognose
- nicht kurativ behandelbarer Tumorerkrankung mit einer zu erwartenden Rezidivfreiheit < 5 J.
- bestehendem Nikotin-, C_2- oder/und Drogenabusus
- Compliance-Störung
- psychosozialer Störung

Voraussetzungen zur Anmeldung

Für die Anmeldung zur Transplantation und damit zur Aufnahme auf die Warteliste müssen je nach Organ spezielle Voraussetzungen erfüllt werden. ▶ Tab. 43.3 zeigt die Richtlinien zur Vermittlung thorakaler Organe.

Gewebeverträglichkeit

Merkmale zur Gewebeverträglichkeit werden auch als HLA-Merkmale (Human Leukocyte Antigens) bezeichnet. Auch bei einer HTX begünstigt die Übereinstimmung der HLA-Antigene zwischen Spender und Empfänger den Transplantationserfolg. Aufgrund der kurzen Ischämiezeiten ist zurzeit ein HLA-Matching aber nicht sinnvoll.

Tab. 43.3 Richtlinien der Vermittlung thorakaler Organe.

Faktoren	Verteilungsrichtlinien für die Organvergabe	
Blutgruppenkompatibilität:	Blutgruppe Spender:	Blutgruppe Empfänger:
	0	0 wenn kein „0"-Empfänger vermittelbar ist, dann Vergabe nach Priorität B, A, AB
	A	A, AB
	B	B, AB
	AB	AB
Wartezeit	hängt ab von : • Spenderverfügbarkeit • Blutgruppe • Körpergröße und -gewicht • Dringlichkeit	
Dringlichkeit und Geltungsdauer	**High Urgency („HU"):** • höchste Dringlichkeit zur Transplantation aufgrund einer akut lebensbedrohlichen Situation • VAD mit Komplikationen im Langzeitverlauf • höher dosierte Katecholamin- oder PDE-Gabe • therapierefraktäre Rhythmusstörungen • Patienten werden vorrangig vor allen anderen Patienten transplantiert • Geltungsdauer 7 Tage und muss dann neu begründet werden	
	Urgency („U"): • Patienten sind lebensbedrohlich gefährdet und müssen stationär behandelt werden • erhöhte Dringlichkeit zur Transplantation • Vorrang vor Patienten, die diese Kriterien nicht erfüllen • Geltungsdauer 28 Tage • die Einstufungen HU oder U müssen besonders begründet werden	
	Transplantable („T") • Erfüllung der Kriterien zur Aufnahme auf die Warteliste • jedoch nicht die Kriterien für „HU" oder „U"	
	Not transplantabel („NT") • vorübergehend nicht transplantabel • bei vorübergehenden KI (z. B. Infektionen)	
Größe und Gewicht	• Körpergrößen- und -gewichtsunterschied zwischen Spender und Empfänger sollte 15–20 % nicht überschreiten	
Regionalfaktor	• Transportdauer des Spenderorgans • Transportdauer des Patienten zum Transplantationszentrum	

Spenderkriterien

Ein Spender gilt dann als geeignet, wenn folgende Kriterien gegeben sind:

- Der Hirntod gilt als gesichert.
- Es liegt das Einverständnis des Spenders oder seiner Angehörigen vor.
- Der Spender ist nicht älter als 70 Jahre.
- Der Transportradius liegt unter 4 h.
- Es besteht AB0-Kompatibilität.
- Makroskopisch ist die Herzfunktion normal, die Herzanamnese unauffällig, das EKG ist befundfrei.
- Die Differenz bei der Körpergröße und dem Gewicht zwischen Spender und Empfänger ist nicht größer als 15–20 %.

► **Ausschlusskriterien.** Umgekehrt kann ein potenzieller Spender ausgeschlossen werden, wenn folgende Kriterien gegeben sind:

- fehlendes Einverständnis
- fehlende Hirntoddiagnostik
- Alter > 70 (relativ)
- längerfristige Hypoxämie
- schweres Thoraxtrauma
- Herzkontusion
- vorbestehende Herzerkrankungen (z. B. Myokardinfarkt, KHK, Therapierefraktäre Rhythmusstörungen)
- verlängerter Herzstillstand
- hochdosierte Katecholamintherapie
- Malignome (Ausnahme: primäre Hirntumore)
- Sepsis
- aktive nicht behandelte bakterielle, virale oder mykotische Infektion
- positive Hepatitis B/C- oder AIDS-Serologie

Organkonservierung

Spenderherzen werden durch Kühlung in einer sterilen ~ 4 °C-kalten Kardioplegielösung konserviert und in einer 0–4 °C eisgefüllten Kühlbox transportiert.

► **Ischämiezeiten.** Die Organe sind unterschiedlich haltbar:

- Herz und Lunge: 4–6 h
- Leber: 8–(12) h
- Dünndarm, Pankreas: 8–10 h
- Nieren: 24–(36) h

Für eine erfolgreiche HTX ist es von größter Wichtigkeit, die kalte Ischämiezeit des Spenderherzens so kurz wie möglich zu halten. Je früher das entnommene Organ transplantiert wird, desto besser ist später seine Funktionsfähigkeit.

43.3.2 Ablauf im Vorfeld einer Transplantation

Gibt es in einem Krankenhaus einen hirntoten Organspender, nehmen die Ärzte Kontakt mit der Deutschen Stiftung Organtransplantation (DSO) auf. Die DSO informiert sofort die Vermittlungsstelle ET und gibt alle Daten des hirntoten Spenders weiter. Sobald ET diese Daten ausgewertet und einen potenziellen Empfänger ausgewählt hat, wird das entsprechende Transplantationszentrum (TZ) benachrichtigt. Die Ärzte vor Ort entscheiden anhand der medizinischen Daten des Spenders, ob das Organ für den Empfänger geeignet ist. Ist dies der Fall, nimmt das TZ Kontakt mit dem Patienten auf und bestellt ihn ein, sodass er innerhalb von 2–3 h ins TZ kommt.

Merke

Der Patient muss telefonisch immer erreichbar sein, da ein Herz unmittelbar zur Verfügung stehen kann.

43.4 Vorbereitung und Durchführung der Transplantation

43.4.1 Vorbereitungen zur Narkose

Präoperative Visite

Bei der präoperativen Visite sollten folgende Faktoren berücksichtigt werden:

- Ausmaß der kardialen Schädigung (ggf. Katecholamintherapie, IABP oder Assist-Device-Systeme)
- Katheterbericht (Widerstände und Drücke im kleinen und großen Kreislauf)

- gegenwärtige Medikamente (viele Patienten stehen unter chronischer Marcumartherapie)
- aktueller Röntgen-Thorax
- Laborwerte (Blutbild, BGA, Gerinnung, Leberwerte, Kreatinin)
- bestehende Organinsuffizienzen (z. B. respiratorische Insuffizienz, Leberfunktionsstörung, Nierenversagen)
- Aufklärung über nicht invasives und invasives Monitoring und postoperative Intensivtherapie
- wenn akut ein Organ zur Verfügung steht, wird aufgrund der kurzen Ischämiezeit des Organs die Nüchternheitsgrenze nicht eingehalten (RSI)
- Anforderung einer ausreichenden Menge von Blutprodukten (Erythrozytenkonzentrate, Gefrierplasmen und Thrombozytenkonzentrate)

Technische Vorbereitungen

Neben den üblichen Geräten (Monitor, Beatmungseinheit) müssen folgende Geräte in greifbarer Nähe einsatzbereit sein:

- Defibrillator
- 5–6 akkubetriebene Spritzenpumpen
- TEE-Sonde und TEE-Gerät
- NO- (Stickstoffmonoxid-)Gerät
- Ilomedinvernebler

43.4.2 Maßnahmen während der Einleitung

Übernahme des Patienten

Alle Vorbereitungen für den Patienten sollten getroffen sein, um zusätzliche Störfaktoren auszuschließen. Die Zeit des Wartens in der Einleitung stellt für den Patienten eine Extremsituation zwischen Hoffen und Bangen dar. Alle unnötigen Geräuschbelästigungen und Manipulationen müssen unterlassen werden. Die Zeit des Wartens sollte so angenehm wie möglich gestaltet werden.

Der nicht voroperierte Patient sollte ca. 90 min, der voroperierte Patient ca. 120 min vor dem Eintreffen des Spenderherzens in der Einleitung sein. Bei Patienten, die mit einem Assist-Device-System versorgt sind, kann die Vorlaufzeit u. U. zusätzlich verlängert sein, da die Thorakotomie und Präparationszeit aufwendiger sind. Dies muss bei der Planung unbedingt berücksichtigt werden!

Narkoseeinleitung

Die Narkoseeinleitung erfolgt erst nach positiver Rückmeldung durch das Explantationsteam. Die Narkose wird als balancierte Anästhesie durchgeführt und entspricht weitestgehend Operationen mit geplanter extrakorporaler Zirkulation (EKZ) unter Einsatz der Herz-Lungen-Maschine, HLM (S. 764).

- Bedingt durch die eingeschränkte kardiale Pumpfunktion besteht ein hohes Risiko der kardialen Dekompensation.
- Während der Narkoseeinleitung und im weiteren Verlauf ist eine kontinuierliche invasive arterielle Blutdruckmessung zwingend erforderlich, um hämodynamische Schwankungen rechtzeitig erkennen und entsprechend reagieren zu können.
- Bedingt durch ein reduziertes HZV kommt es zu einer verlängerten Kreislaufzeit mit verzögertem Wirkungseintritt der Narkosemedikamente, aber mit normalem Narkosemittelverbrauch.
- Es wird eine Normoventilation (P_aCO_2 36–44 mmHg) angestrebt. Die Einstellung der F_iO_2 richtet sich nach aktueller BGA.
- Mit Beginn der EKZ wird die Beatmung in Stand-by-Modus gesetzt und das volatile Anästhetikum wird über den Gaseingang des Oxygenators zugeführt.

Um eine erfolgreiche Operation ohne unnötige Zeitverluste zu gewährleisten, ist ein interdisziplinär geregelter Ablauf absolut notwendig. Dies erfordert im Vorfeld eine reibungslose Kommunikation zwischen dem Transplantationsteam und der Anästhesie.

Recht

Bei Durchführung einer nicht erforderlichen medizinischen Maßnahme müssen ggf. die forensischen Konsequenzen bedacht werden.

Monitoring

Das Monitoring umfasst:

- 5-Kanal-EKG mit ST-Segmentanalyse
- SPO_2-Messung
- kontinuierliche invasive Druckmessung aller erfassten Drücke (Arterie, ZVD, Pulmonalisdrücke)
- kontinuierliche Temperaturmessung (über PAK oder vesikal)
- NIBP-Manschette (alternative Druckmessung bei Ausfall der arteriellen Messung)
- Defibrillationspatches bei wiederholter Sternotomie (um Verbrennungen durch feuchte Kammern (z. B. Desinfektionsmittel) zu vermeiden, müssen die Ränder mit wasserfestem Pflaster abgeklebt werden)
- Die TEE-Sonde wird nach ITN eingeführt. Kontraindikationen sind Erkrankungen und OPs im oberen Gastrointestinaltrakt.

Zugänge

Damit der Patient keinem zusätzlichen Infektionsrisiko ausgesetzt wird, ist ein aseptisches Vorgehen bei allen Maßnahmen entscheidend. Länger liegende Katheter und Zugänge sollten gewechselt werden. Hohe Priorität hat auch die sichere Fixierung aller Zugänge und EKG-Kabel und -elektroden, da diese bei Dislokation intraoperativ nur schwer zugänglich sind.

Der Patient wird mit folgenden Zugängen/Kathetern versorgt:

- 2 großlumige Venenverweilkanülen mit entsprechend verlängerten und sicher fixierten Infusionsleitungen
- arterieller Zugang mit LA vor Narkoseinduktion
- zentrale Zugänge (Anlage vor Narkoseinduktion in LA, vorzugsweise in der linken V. jugularis, um die rechte Seite für folgende Myokardbiopsien zu schonen; Vorteil: verkürzte Einleitung nach Transplantatfreigabe; Nachteil: liegende Katheter, falls Organ nicht transplantierbar)
  - 4-lumiger Multilumenkatheter (MLK)
  - Einführungsbesteck für den Pulmonaliskatheter (PAK) und PAK
- Tubus
- Silikonblasendauerkatheter mit Temperaturmessung

Medikationen

Grundsätzlich können alle Narkosemedikamente eingesetzt werden. Für eine stabile Hämodynamik ist weniger das Anästhetikum, sondern vielmehr die Art der Anwendung (Geschwindigkeit) entscheidend. Die Narkoseeinleitung und -fortführung erfolgt opiatbetont, hierbei empfiehlt sich eine kontinuierliche Gabe über Spritzenpumpe. Als Hypnotikum kommen i. v.-Hypnotika und volatile Anästhetika in Frage. Die Muskelrelaxierung erfolgt mit nicht depolarisierenden Muskelrelaxanzien (S. 637).

Weitere zur Anwendung kommende Medikamente sind:

- Vasopressoren (z. B. Phenylephrine oder Akrinor) zur Vermeidung von Blutdruckabfällen
- Antibiotika und Immunsuppressiva lt. Standard der Klinik
- Kortikosteroide (z. B. Prednisolon) zur Immunsuppression und Abschwächung von Inflammationsreaktionen unter HLM
- Antifibrinolytika (Tranexamsäure, z. B. Cyklokapron)
- Antikoagulation unter HLM (400 I.E./kgKG Heparin)
  - Dosisanpassung bei präoperativer Heparin-/Marcumartherapie
  - ACT-Kontrolle vor Heparinisierung
  - Nachheparinisierung entsprechend der ACT

- Antagonisierung der Heparinwirkung nach HLM (300–400 I.E./kgKG Protamin nach ACT)
  - keine Bolusgabe
  - NW: RR ↓, HF ↑
  - Gabe als Kurzinfusion
- bei heparininduzierter Thrombozytopenie (HIT) alternativ z. B. Bivaliruidin (Angiox)
  - nicht antagonisierbar
  - kurze HWZ
  - ist dialysierbar
- Blutprodukte: Erythrozytenkonzentrate (EK), gefrorenes Frischplasma (FFP) und Thrombozytenkonzentrate (TK)
  - rechtzeitige Anforderung
  - Auftauzeiten bei FFPs einplanen
- Antifibrinolytika (Tranexamsäure, z. B. Cyklokapron)
- Gerinnungsfaktoren:
  - AT III (bei Werten < 60 Gabe in Erwägung ziehen)
  - PPSB (vor allem bei limitierter FFP-Gabe → Volumenrestriktion)
- inhalative Vasodilatoren:
  - NO (Rechtsherzentlastung und erleichtertes Weaning von der HLM)
  - ggf. Ilomedin (bei NO-Versagen)
- Spritzenpumpen:
  - Katecholamine (Noradrenalin, Adrenalin, ggf. Dobutamin)
  - ggf. intravenöse Vasodilatoren (Milrinon [Corotrop] und NTG)
  - ggf. Kalziumentizer (Levosimendan [Simdax])

43.4.3 Intraoperative Begleitung

Intraoperativ wird eine Normoventilation (P_aCO_2 36–44 mmHg) angestrebt. Die Einstellung der F_iO_2 richtet sich nach aktueller BGA. Mit Beginn der EKZ wird die Beatmung in Stand-by-Modus gesetzt und das volatile Anästhetikum wird über den Gaseingang des Oxygenators zugeführt.

Die Pulmonalisdrücke dienen zur Evaluation der Hämodynamik. Vor Absetzen des Empfängerherzens muss der PAK in die V. jugularis zurückgezogen werden, damit er nicht akzidentiell abgeschnitten wird.

Mittels TEE werden u. a. die rechts- und linksventrikuläre Funktion, regionale Wandbewegungsstörungen, systolische und diastolische Funktionsstörungen, ein pulmonaler Hypertonus und Klappenviten erfasst.

► **Laborparameter.** Die laborchemische Überwachung beinhaltet eine engmaschige Kontrolle der aktuellen BGA, Elektrolyte, Hb, BZ, Gerinnung und ACT (Activated clotting Time) mit dem Ziel der kompletten Gerinnungsunfähigkeit bei Werten ~ 400.

Das anästhesiologische Vorgehen während der HLM-Phase entspricht grundsätzlich dem beschriebenen Vorgehen unter HLM. Siehe Kap. „Anästhesie in der Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie“ (S. 762). Allerdings sollte die Reperfusionszeit mind. ⅓ der kardioplegischen Ischämiezeit betragen (Abklemmzeit am Entnahmeort beachten).

Operative Technik

Der Patient wird in Rückenlage mit angelagerten Armen operiert. Als operativer Zugang dient die mediane Sternotomie, wobei es 2 grundlegend unterschiedliche Operationstechniken gibt:

- orthotope HTX
- heterotope HTX

Bei beiden Verfahren kommt es zum Einsatz der HLM mit mäßiger Hypothermie.

Orthotope HTX

Meistens kommt die orthotope Herztransplantation (► Abb. 43.2) zur Anwendung. Hierbei wird das Empfängerherz explantiert, wobei die Vorhofstümpfe belassen werden. Das transplantierte Herz befindet sich nach der OP an der entsprechend anatomischen Stelle (in situ).

Die Anastomosierung erfolgt in folgender Reihenfolge:

- Zunächst werden linker und rechter Vorhofrest, die Pulmonalarterie und Aorta anastomosiert.
- Dann folgt das Öffnen der Aortenklemme.
- Anschließend folgen die Reperfusionsphase und das Weaning von der HLM.

Heterotope HTX

Seltener wird die heterotope HTX durchgeführt. Nach der Transplantation befindet sich das transplantierte Herz an einer Stelle, die nicht den anatomischen Verhältnissen entspricht. Das geschädigte Herz verbleibt im Thorax und wird in situ belassen.

Die Vorhöfe und die Arterien des Spenderherzens werden mit den entsprechenden Strukturen des Empfängerherzens anastomosiert. Das Blut sammelt sich nun in den gemeinsamen Vorhöfen und durchläuft so entweder das Spender- oder das Empfängerherz.

Das Transplantat hat hier also nur eine unterstützende Funktion. Gelegentlich kann sich das eigene Herz wieder erholen, sodass das transplantierte Herz später wieder explantiert werden kann.

Merke

Die Exzision des Empfängerherzens erfolgt erst bei Eintreffen des verwendbaren Spenderherzens im OP!

► **Indikationen.** Zu den Hauptindikationen zählen einige Herzfehler und Patienten mit hohen pulmonalarteriellen Widerständen.

► **Pathophysiologische Besonderheiten.** Postoperativ ist das neue Herz denerviert, was zu einer fehlenden sympathischen und parasympathischen Innervation und fehlendem Barorezeptorenreflex führt.

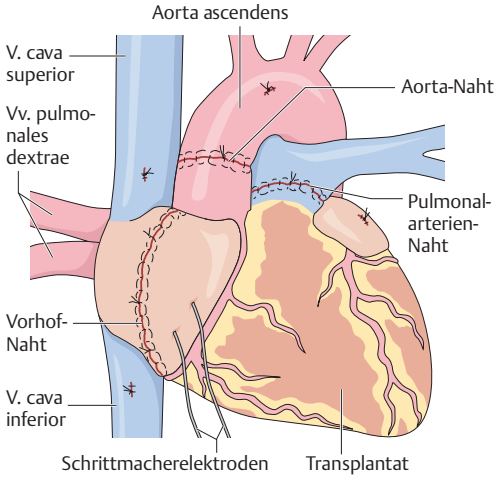


Abb. 43.2 Orthotope Herztransplantation mit Nähten des rechten Vorhofs, der A. pulmonalis und der Aorta. An der V. cava superior und inferior sowie an der Aorta ascendens erkennt man die Kanülierungspositionen. Schrittmacherelektroden befinden sich im rechten Vorhof des transplantierten Herzens. (Schulte am Esch et al. 2007)

43.4.4 Transport

Der Transport zur Intensivstation wird bei stabilen hämodynamischen Verhältnissen mit einer NO-fähigen Beatmungseinheit durchgeführt. Als Monitoring müssen EKG, SPO_2 und der arterielle RR kontinuierlich überwacht werden. Alle Drainagen müssen frei hängen.

43.4.5 Komplikationen und Prognose

► **Intraoperative und postoperative Frühphase.** Während der intra- und postoperativen Frühphase sind die Patienten v. a. durch ein Rechtsherzversagen und Kontraktilitätsstörungen, bedingt durch erhöhte pulmonale Widerstände, gefährdet. Das HZV wird infolge der ischämiebedingten, herabgesetzten ventrikulären Compliance primär über die Herzfrequenz und weniger über den Frank-Starling-Mechanismus gesteuert, wobei eine Frequenz zwischen 100–120/min optimal ist. (Der Frank-Starling-Mechanismus beschreibt den Zusammenhang zwischen Veränderungen der Herzfüllung [Preload] und dessen Auswurfleistung. Entscheidend ist die Vordehnung der Herzmuskelfasern, die vom Füllungsdruck in den Ventrikeln abhängen. Eine Zunahme des enddiastolischen Volumens führt zu einer Zunahme des Schlagvolumens. Kurzfristige Druckschwankungen werden durch Erhöhung der Pumpkraft kompensiert, mit dem Ziel, aus beiden Ventrikeln ein konstantes Schlagvolumen zu erhalten.)

Die Frequenz zwischen 100–120/min wird durch AV-sequenzielles Pacing erzielt, d. h., der Zweikammerschrittmacher achtet auf die Eigensignale des Herzens (Vorhof und Kammer). Bei ausreichender Eigenfrequenz wird der SM-Impuls unterdrückt.

Bei einer schwer gestörten Pumpfunktion kann vorübergehend eine ECMO oder IABP hilfreich sein.

Darüber hinaus können auftreten:

- Blutungen
- akute Abstoßung und Infektionen
- Multiorganversagen

Merke

Um eine Organabstoßung zu verhindern und lange eine gute Transplantatfunktion zu erhalten, ist eine lebenslange Immunsuppression erforderlich.

► **Im ersten postoperativen Monat.** Zu den wichtigsten Komplikationen im 1. Monat zählen die akute Abstoßungsreaktion sowie unspezifisches Transplantatversagen oder Multiorganversagen. Auch im Langzeitverlauf sind die Patienten sowohl durch kardiale als auch durch extrakardiale Komplikationen gefährdet und benötigen eine lebenslange medizinische Begleitung.

► **Spätkomplikationen.** Zu den wichtigsten Spätkomplikationen (nach dem 1. Monat) zählen:

- chronische Abstoßungsreaktion und Infektionen (z. B. CMV und EBV)
- Komplikationen durch Immunsuppression:
  - Arteriosklerose im Transplantat (Transplantat-Vaskulopathie) mit Hypertonie (gefäßtoxische NW, vor allem durch Cyclosporin A); betrifft 25 % der Patienten
  - Malignome (Lymphome und Hauttumore)
  - Organschäden (Niereninsuffizienz und Osteoporose)
  - Stoffwechselstörungen (Diabetes mellitus, Hyperlipidämie und Gewichtszunahme)

► **Prognose nach HTX.** Die Überlebensrate nach einer Herztransplantation ist wie folgt:

- 1-Jahres-Überlebensrate: ~ 79–85 %
- 5-Jahres-Überlebensrate: ~ 65–70 %
- 10-Jahres-Überlebensrate: ~ 50–60 %

Merke

70 % der Todesfälle nach HTX sind auf Infektionen und Tumorneubildungen zurückzuführen.

43.5 Leseservice

43.5.1 Literatur

Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA). Organspende – eine persönliche und berufliche Herausforderung. 3. Aufl. BZgA, Köln; 2012

Krukemeyer MG, Lison AE, Hrsg. Transplantationsmedizin. Ein Leitfaden für den Praktiker. Berlin: de Gruyter; 2006

Larsen R. Anästhesie und Intensivmedizin in Herz- , Thorax- und Gefäßchirurgie. 7. Aufl. Berlin: Springer; 2009)

Meiser BM, Überfuhr P, Brauer RB, Reichart B. Ein neues Herz ist wie ein neues Leben: Ein Ratgeber für Patienten und Angehörige vor und nach einer Herztransplantation 2. Aufl. München: Dustri; 2007

Pothmann W. Anästhesie für den transplantierten Patienten. In: Wappler F, Bürkle H, Tonner PH. Anästhesie und Begleiterkrankungen. 2. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2011 In:. Stuttgart: Thieme; 2005

Schreiber HL, Haverich A. Richtlinien für die Warteliste und für die Organvermittlung. Dtsch Arztebl 2000; 97(7): A-385 / B-309 / C-289

Schröder K. Organtransplantation. Stuttgart: Thieme; 2000

Schulte am Esch J, Bause HW, Kochs E, Scholz J, Standl T, Werner C. Anästhesie. 3. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2007

Steinkopf C, Hirt S, Scheld HH. Leitfaden Herztransplantation: Betreuung vor, während und nach Herztransplantation. 3. Aufl. Heidelberg: Steinkopf; 2009

Wolf B. et al. Klinikinterne Verfahrensanweisungen der Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie u. operative Intensivmedizin am UKM. Anästhesieroutinen in der Herz- und Thoraxchirurgie. Version 03.08.2009 (unveröffentlicht)

43.5.2 Internetadressen

http://www.dso.de (Deutsche Stiftung Organtransplantation)

http://www.eurotransplant.nl (Eurotransplant International Foundation)

http://www.transplant.org (Eurotransplant Leiden)

http://www.bzga.de (Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung)

http://www.organspende-info.de (Informationen zur Organspende der BZgA)

http://www.aktxpflege.de (AKTX Arbeitskreis Transplantationspflege)

http://www.a-g-o.de (AGO Arbeitsgruppe Organspende e. V.)

http://www.transplant-forum.de (Transplantforum)

http://www.bundesaerztekammer.de (Bundesärztekammer)

http://www.iop-berlin.de (Interessengemeinschaft Organtransplantierter Patienten e. V.)

http://www.thg.uni-muenster.de/ (THG-Chirurgie UKM Münster Klinik und Poliklinik für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie)

http://www.afk-organtransplant.de (Richtlinien für die Organvermittlung thorakaler Spenderorgane)

http://www.herztransplantation.de (Herztransplantation Südwest e. V.)

http://www.novartistransplantation.de (Novartis Transplantation)

Kapitel 44

Anästhesie in der Gynäkologie und Geburtshilfe

44.1 Übersicht über den Fachbereich *782*

44.2 Besonderheiten in der Gynäkologie *782*

44.3 Besonderheiten in der Geburtshilfe *784*

44.4 Fallbeispiel: Geplante Zwillingssectio *786*

44.5 Leseservice *789*

44 Anästhesie in der Gynäkologie und Geburtshilfe

Gabriele Stolecki

44.1 Übersicht über den Fachbereich

44.1.1 Häufig durchgeführte Operationen

Das Spektrum der operativen Eingriffe in der Gynäkologie und der Geburtshilfe ist facettenreich und umfasst u. a. die in ▶ Tab. 44.1 aufgelisteten Operationen.

44.1.2 Häufig durchgeführte Narkoseverfahren

In der Gynäkologie und der Geburtshilfe können alle Anästhesieverfahren sowohl für ambulante als auch für stationär verbleibende Patientinnen zum Einsatz kommen (ITN, PDA/PDK, SPA, Kombinationsanästhesie aus ITN und Regionalanästhesie). Die Art der Narkosen variiert zwischen sehr kurzen, unkomplizierten Verfahren und lang andauernden Eingriffen mit z. T. großen Volumenverschiebungen und hochdosierter Katecholaminsubstitution. Die Regionalanästhesie (SPA/PDA) stellt ein sehr probates und gutes Anästhesieverfahren zur Sectio caesarea dar. Die werdende Mutter ist schmerzfrei, bleibt auf Wunsch wach und kann nach der Entbindung sofort ihr Kind in den Arm nehmen (▶ Abb. 44.2).

Das Patientenspektrum umfasst junge gesunde Frauen ohne nennenswerte Begleiterkrankungen wie auch ältere und alte Patientinnen mit multiplen Vorerkrankungen.

Tab. 44.1 Übersicht über Operationen in der Gynäkologie und Geburtshilfe.

Organ/OP-Gebiet	Gynäkologie	Geburtshilfe
Brust	• Mamma-PE • Brust erhaltende OP (Sentinel) • Mastektomie • Brustrekonstruktion • Tumorchirurgie • Abszess-Spaltung • Hämatomausräumung	
Uterus und Ovar	• Konisation • Hysteroskopie • Abrasio • Laparoskopie • Wertheim-Meiggs-OP • Hysterektomie/Ovariektomie (▶ Abb. 44.1) • Sterilisation • Tumorchirurgie • Myomenukleation	• Kürettage • Interruptio • extrauterine Schwangerschaft • Cerclage • Sectio caesarea • Sterilisation post partum • manuelle Plazentalösung (Plazentanachtastung)
Genitalbe-reich	• Abszess-Spaltung • Vulvektomie • Entfernung von Warzen unterschiedlicher Art mit und ohne Laser • plastische Korrekturen • Tumorchirurgie	

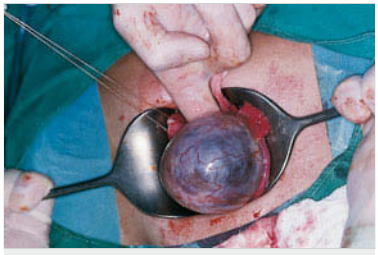


Abb. 44.1 Laparotomie bei einer unilokulären Ovarialzyste. (Pfleiderer et al. 2000)

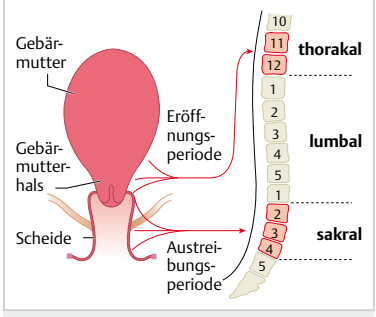


Abb. 44.2 Bei der Entbindung aktivierte Schmerzleitungsbahnen. (Skibbe u. Löseke 2013)

44.2 Besonderheiten in der Gynäkologie

44.2.1 Prämedikation

Patientinnen in der Gynäkologie unterliegen häufig starken psychischen Belastungen:

- Angst vor „Verstümmelung" in der Mammachirurgie und bei OPs im äußerlich sichtbaren Genitalbereich
- Verlustängste des „Frau-Seins" z. B. bei Hysterektomie und ebenfalls in der Mammachirurgie.

Eine großzügige Prämedikation mit anxioloytischen Pharmaka sollte ebenso selbstverständlich sein wie eine einfühlsame Betreuung der Patientinnen durch das Team.

44.2.2 Mamma-Operationen

Im Rahmen der onkologischen Mammachirurgie ist der Erhalt der betroffenen Brust im Frühstadium in den meisten Fällen gegeben.

Die Diagnosesicherung ist häufig schon im Vorfeld mittels histologischer Untersuchung einer Stanzbiopsie erfolgt. Diese präoperative Sicherung der Diagnose durch die Biopsie erlaubt im frühen Erkrankungsstadium eine sog. Sentinel- oder Wächterlymphknotenmarkierung mit Radioisotopen. Im geeigneten Fall kann somit bei der Tumorentfernung auf die Entnahme der kompletten axillären Lymphknoten verzichtet werden und nur auf den Sentinel beschränkt bleiben.

Für die Patientin bedeutet das den Erhalt der Armfunktion ohne Schwellung und schmerzhafte Beeinträchtigung. Außerdem ist sie nicht mehr wie früher mehrere Tage lang der quälenden Ungewissheit des Ergebnisses einer Schnellschnittuntersuchung ausgesetzt.

Nach einer Mamma-Ablatio erfolgt häufig eine Rekonstruktion der Brust mittels Expander oder Implantat. Wird die Rekonstruktion durch körpereigenes Material in Form eines Muskellappens angestrebt, so bietet sich ein Bauchdeckenlappen an. Daraus erfolgt u. U. eine intraoperative Umlagerung der Patientin, bei der das Anästhesieteam für den sicheren Atemweg, stabile Vitalparameter und die

erneut sichere Positionierung der Patientin Sorge zu tragen hat. Sämtliche zu-und ableitenden Systeme müssen zug- und druckfrei fixiert werden.

Generell ist in der Mammachirurgie zu beachten: Bei Operationen an der Brust dürfen keine RR-Manschetten und venöse Zugänge an der zu operierenden Seite angebracht werden. Es erfolgen engmaschige Kontrollen des ausgelagerten Armes, insbesondere bei einer Axilladissektion. Um einen Nervenschaden zu vermeiden, darf auch hier das Schultergelenk nur in einem **maximalen** Winkel von unter 90° abduziert werden.

44.2.3 Laparoskopische Eingriffe

Das durch CO_2-Insufflation erzeugte Pneumoperitoneum ermöglicht dem Operateur in Verbindung mit der Kopftieflage eine gute Sicht auf die Strukturen des kleinen Beckens. Daraus können peri- und postoperativ erhöhte intraabdominelle Druckverhältnisse mit negativen Folgen für das Herz-Kreislauf-System (HZV, RR, HF) als auch für die Beatmung/Atmung (erhöhter Atemwegswiderstand, FRC, Zwerchfellhochstand) resultieren. Gekoppelt ist damit häufig ein erhöhtes PONV (S. 725).

Zur Minimierung dieser Problematik erhalten Patientinnen bei laparoskopischen Eingriffen nach der Intubation eine Magensonde. Nach Entlastung des erhöhten intragastralen Druckes durch Ablassen des CO_2 wird diese unmittelbar vor der Extubation abgesaugt und entfernt.

Merke

Aus den genannten Gründen ist es wichtig, dass am Ende der OP eine nahezu komplette Entfernung des Gases aus dem Bauchraum erfolgt.

44.2.4 Lagerungen

Bei gynäkologischen Operationen kommen neben der Rückenlage 3 weitere häufige Lagerungen vor:

- Steinschnittlagerung
- Trendelenburg-Lagerung (Kopftieflage)
- Kombination aus beiden Lagerungsarten

Steinschnittlagerung

Bei der Steinschnittlagerung (▶ Abb. 44.3, ▶ Abb. 44.4) ist zu beachten, dass

- bei der Beatmung sowohl die Vitalkapazität als auch die Compliance gesenkt werden,

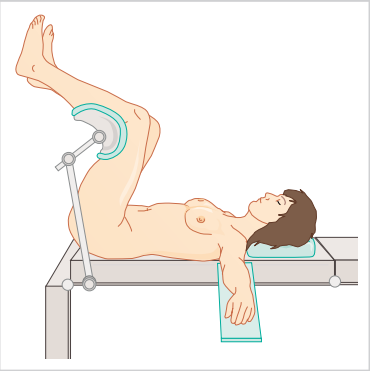


Abb. 44.3 Steinschnittlagerung. Hier muss besonders auf den Schutz des N. peronaeus im Bereich des Fibulaköpfchens geachtet werden.

- es bei Patienten mit COPD und/oder Adipositas durch Reduktion des HZV zur respiratorischen Insuffizienz kommen kann,
- eine Autotransfusion durch Beinhochlagerung erzielt wird, sodass bei Rücklagerung der Beine die Gefahr des Blutdruckabfalls besteht,
- durch zu starke Abduktion eine Leistenzerrung und Schmerzen im Bereich der Hüften auftreten können (Achtung bei Patientinnen mit Hüfterkrankungen bzw. Hüft-TEP),
- unsachgemäß gelagerte Beine die Gefahr von Peronäuslähmung und Thrombose erhöhen,
- die Intimsphäre der Patientin gewahrt wird,
- eine sichere Fixierung gegen Verrutschen sowie eine gute Polsterung zur Vermeidung von Druckstellen (z. B. durch Schulterstützen) gegeben ist und engmaschig kontrolliert wird.

Trendelenburg-Lagerung

Diese Form der Kopftieflagerung (▶ Abb. 44.5) wird häufig bei laparoskopischen Eingriffen, aber auch bei transabdominellem Zugang zur besseren Sicht im kleinen Becken eingesetzt. Durch die Autotransfusion im Rahmen der Kopftieflage besteht die Gefahr einer kardialen Dekompensation. Die zerebrale Perfusion wird durch den erhöhten Hirnvenendruck verschlechtert. Sowohl Patientinnen mit COPD und/oder Adipositas wie auch Patientinnen mit Herzinsuffizienz und zerebralen Durchblutungsstörungen sind bei dieser Lagerung besonders gefährdet. In beiden Fällen sind Compliance und Vitalkapazität erniedrigt.

Abb. 44.4 Steinschnittlagerung. Mittels eines Klettverschlusses werden weich gepolsterte „Boots" aus Gel- bzw. Schaumstoffmaterial bis knapp unterhalb der Knie den Maßen der Patientin individuell angepasst. Sie schützen somit optimal vor Druck und Zugschädigung der Beine bei der Steinschnittlagerung. Sollten andere Lagerungshilfsmittel benutzt werden, ist besondere Aufmerksamkeit auf den Schutz des Nervus peronaeus im Bereich des Fibula-Köpfchens zu lenken. (G. Stolecki)

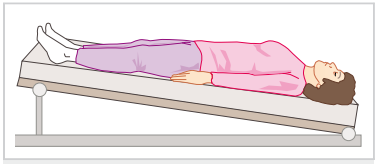


Abb. 44.5 Trendelenburg-Lagerung.

Merke

„Um Lagerungsschäden zu vermeiden, muss die Ausrüstung immer dem Patienten angepasst werden, und nicht der Patient der Ausrüstung." (Goldstein, in: Wigger u. Knipfer 1998).

Kombination aus beiden Lagerungsarten

Transvaginale Operationen werden in Steinschnittlage, häufig in Kombination mit Kopftieflage durchgeführt. Daraus resultieren intraabdominelle Druckverschiebungen auf Zwerchfell und Thoraxorgane.

Große abdominal-gynäkologische Operationen unterscheiden sich im perioperativen und anästhesiologischem Management nicht von transabdominellen Eingriffen in der Allgemeinchirurgie. Siehe hierzu Kap. „Anästhesie in der Allgemeinchirurgie und Urologie" (S. 750).

44.3 Besonderheiten in der Geburtshilfe

44.3.1 Physiologie der Schwangerschaft

Im Rahmen der Schwangerschaft verändern sich einige physiologische Vorgänge bei der werdenden Mutter, die gerade für die Anästhesie relevant und zu berücksichtigen sind. Hierzu gehören Veränderungen von Atmung, Kreislauf, Gastrointestinaltrakt, Blut und Gerinnung sowie der uteroplazentare Kreislauf (▶ Tab. 44.2).

44.3.2 Pathophysiologie der Schwangerschaft

Vena-cava-Kompressionssyndrom (Hypotensives Syndrom)

Bei 10–15 % der Schwangeren kann es im 3.Trimenon durch den vergrößerten Uterus bei flacher Rückenlage zur Kompression der V. cava inferior kommen (▶ Abb. 44.6). Durch die Verminderung des venösen Rückstroms der unteren Körperhälfte sinken HZV und arterieller Blutdruck der Schwangeren, es können Synkopen auftreten. Parallel dazu nimmt der uterine Blutfluss ab. Daraus kann eine fetale Bradykardie und Asphyxie resultieren (▶ Abb. 44.7).

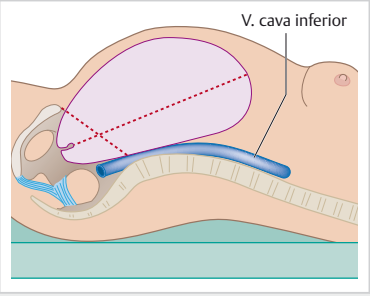


Abb. 44.6 Vena-cava-Kompressionssyndrom. Durch den Druck des Kindes auf die Vena cava wird diese komprimiert, sodass der venöse Rückstrom zum rechten Herzen massiv beeinträchtigt wird.

Symptome

Das Vena-cava-Kompressionssyndrom zeigt folgendes klinisches Bild:

- Übelkeit, Blässe, Schwitzen
- Dyspnoe
- RR-Abfall
- Benommenheit
- Brady- oder Tachykardie
- Kollaps
- im CTG sind Dezelerationen in Form von fetaler Bradykardie durch den O_2-Mangel sichtbar (▶ Abb. 44.7)

Maßnahmen

Entsprechende Maßnahmen sehen folgendermaßen aus:

- Linke Halbseitenlagerung der Schwangeren zügig durchführen (30–35°), im OP den OP-Tisch zur linken Seite neigen, dabei Patientin sichern.
- Falls die Umlagerung erschwert sein sollte, kann die modifizierte Seitenlage durch ein Keilkissen erfolgen.
- Gegebenenfalls sanfte Linksverschiebung des Uterus mit der flachen Hand von außen durchführen.
- Bei Erfolglosigkeit Volumen und evtl. Vasopressoren verabreichen.
- Eventuell Sauerstoff geben.

Schwangerschaftsinduzierte Hypertonie (SIH, früher EPH-Gestose)

Präeklampsie/Eklampsie

Definition

Als Präeklampsie bezeichnet man eine mit Proteinurie und Ödemen einhergehende Hypertonie ab dem 3. Trimenon bei einer vorher gesunden Patientin (Vorkommen bei 4–5 % aller Schwangerschaften).

Tab. 44.2 Physiologische Besonderheiten der werdenden Mutter während der Schwangerschaft.

Bereich	Veränderungen	Folgen
Atmung	• Ab dem 1.Trimenon vermehrte Durchblutung und Schwellung der Schleimhäute	• behinderte Nasenatmung • ggf. erschwerte Intubation sowie Blutungsgefahr bei Intubation und Anlage der Magensonde
	• Zwerchfellhochstand bis zu 4 cm in den Thorax ◦ V_T, AMV und O_2-Verbrauch ↑ ◦ physiologische Hyperventilation mit einem P_aCO_2 von 32–33 und P_aO_2 von 100–110 mmHg ◦ in apnoischer Phase während Narkoseeinleitung kann der P_aO_2 bis auf 50 mmHg sinken (Hypoxie, Hyperkapnie)	• Verminderung der FRC bis zu 20 % (etwa ab der 20. SSW) • volatile Inhalationsanästhetika fluten schneller an • vor Intubation ausreichende Präoxygenierung, da durch hoch stehenden Uterus und Zwerchfellverschiebung FRC ↓ • keine weiteren Intubationsversuche ohne erneute Oxygenierung!
Herz-Kreislauf	• peripherer Gefäßwiderstand ↓, venöses System dilatiert • Uterus und Mammae vermehrt durchblutet	• Volumen kann bis zu 150 % seines Normalvolumens betragen • erhöhtes Blutvolumen kann zur Erhöhung der Vorlast des Herzens und zum ZVD-Anstieg führen
Blut, Blutgerinnung	• Gesamtblutvolumen (ca. 30 %), Plasma- und Erythrozytenvolumen bis zur 34.SSW ↑ • zusätzlich Leukozytose • Plasmaalbuminkonzentration ↓ • Gerinnungsaktivität ↓	• Ödemneigung • Thromboemboliegefahr
Gastrointestinaltrakt	• intraabdomineller und -gastraler Druck ↑ • Tonus des gastroösophagealen Sphinkters ↓ • Motilität des Magen-Darm-Traktes • vermehrt Übelkeit und Erbrechen	• Schwangere ab 16. SSW gelten generell als nicht nüchtern, da verzögerte Magenentleerung→ Gefahr der Regurgitation mit Aspiration, → Rapid Sequence Induction, RSI (S. 707)
Plazenta und uteroplazentarer Kreislauf	• Durchblutung des Uterus ist direkt abhängig vom mütterlichen Blutdruck (keine Autoregulation)	• eine Sympathikusstimulation führt zur Verminderung der uterinen Durchblutung • bei einer Hypotension (sowohl bei Regional- als auch bei Allgemeinanästhesie) auf ausreichende vorherige Volumensubstitution achten!

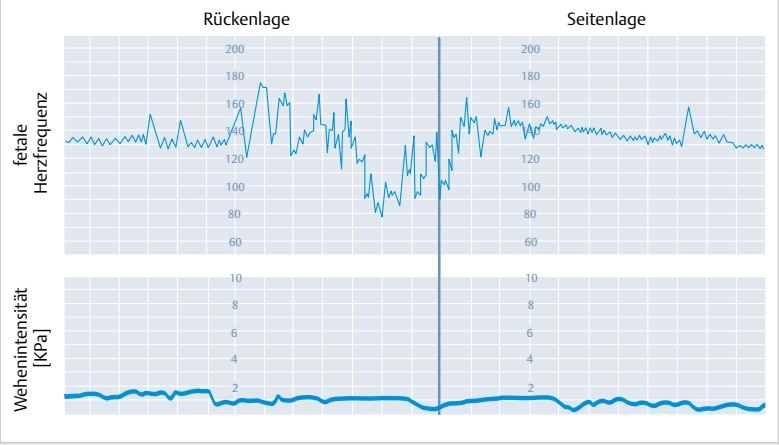


Abb. 44.7 CTG bei Vena-cava-Syndrom. Die fetale Hypoxie ist gut an der Dezeleration zu erkennen. Nach der Umlagerung der Schwangeren erholt sich die Herzfrequenz des Kindes rasch. (Skibbe u. Löseke 2013)

Symptome

► **Präeklampsie.** Bei der Präeklampsie treten folgende Symptome auf:
- RR systolisch > 160 mmHg, diastolisch > 100 mmHg
- Oligurie < 400 ml/d
- Thrombozyten ↓
- Hämatokrit ↑
- Proteinurie > 35 g/d

Unspezifische Symptome sind:
- motorische Unruhe
- Kopfschmerzen
- Sehstörungen
- epigastrische Beschwerden
- Zyanose

► **Eklampsie**

Definition

Treten zusätzlich zu den aufgeführten Symptomen noch generalisierte tonisch-klonische Krämpfe auf, spricht man von einer Eklampsie. Die Vorboten der Krämpfe sind Augenflimmern, Ohrensausen und Hyperreflexie.

Die Eklampsie beinhaltet folgende lebensbedrohlichen Komplikationen:
- Lungenödem
- Linksherzversagen
- Nierenversagen
- Koma
- Hirnödem, -blutung
- Verbrauchskoagulopathie (DIC)

HELLP-Syndrom

Definition

Als die schwerwiegendste Variante der SIH wird das HELLP-Syndrom bezeichnet. Die Abkürzung bedeutet:
- H = Haemolysis (hämolytische Anämie)
- EL = Elevated Liver Enzyme (erhöhte Leberwerte, GOT, GPT, LDH, AP, LDH, Bilirubin)
- LP = Low Platelet Count (Abnahme der Thrombozyten)

Das HELLP-Syndrom ist häufig, aber nicht immer mit einer Präeklampsie/Eklampsie vergesellschaftet und stellt kein eigenes Krankheitsbild dar. Die genauen Ursachen der Erkrankung sind weitgehend unbekannt. Sie tritt bei ca. 10 % aller Patientinnen mit Präeklampsie auf. Diskutiert werden jedoch Autoaggression, hormonelle und immunologische Faktoren. Endothelläsionen und Fibrinablagerungen initiieren Mikrozirkulationsstörungen und somit Hämolyse und Thrombozytenverbrauch.

► **Komplikationen.** Unmittelbar nach der gesicherten Diagnosestellung des HELLP-Syndroms sollte eine Sectio caesarea in ITN innerhalb von 24 h vorgenommen werden, da schwerwiegende Komplikationen zu erwarten sind:
- Plazentalösung
- DIC
- Lungenödem
- Leberschwellung bis hin zur Ruptur
- Hirnmassenblutungen
- Nierenversagen

Die mütterliche Mortalität liegt bei ca. 5 %, die perinatale jedoch bei über 20 %.

Merke

Gestosen sind ein an eine Schwangerschaft gebundenes Krankheitsbild, das sich nach der 20. SSW bei vormals gesunden Patientinnen manifestiert und binnen 48 h nach Entbindung beendet ist. Zur typischen Trias von Gestosen gehören:
- Hypertonus
- Proteinurie ohne Infekt
- generalisierte Ödeme

Präpartale Blutungen

Es kann während der Schwangerschaft zu hohen Blutverlusten kommen, die auch unentdeckt retroplazentär verlaufen können!

► **Placenta praevia (Häufigkeit 1 : 200 Geburten) .** Darunter versteht man eine Fehllage der Plazenta. Sie befindet sich im unteren Uterinsegment. Man unterscheidet 3 unterschiedliche Schweregrade:
- Placenta praevia totalis: Der innere Muttermund wird durch die Plazenta komplett verlegt.
- Placenta praevia partialis: Der innere Muttermund wird durch die Plazenta nur teilweise verlegt.
- Placenta praevia marginalis: Die Plazenta liegt am inneren Muttermund an, verlegt ihn aber nicht.

Sie verläuft meist schmerzlos mit intermittierender oder kontinuierlicher Blutung und beginnt vor dem Blasensprung.

► **Vorzeitige Plazentalösung.** Es handelt sich um eine teilweise oder komplette Ablösung der normal im Uterus positionierten Plazenta. Die vorzeitige Plazentalösung ist zwar eine seltene Schwangerschaftskomplikation, weist jedoch die höchste perinatale kindliche Mortalität auf.

Sie geht mit heftigem Bauchschmerz einher, die Blutung ist häufig verdeckt und die Blutungsstärke eher gering. Die Folge der vorzeitigen Plazentalösung ist eine fetale Asphyxie.

► **Uterusruptur (Häufigkeit 1 : 1500 Geburten).** Man unterscheidet eine gedeckte Ruptur, bei der eine vorbestehende Uterusnarbe reißt, und eine offene Ruptur. Bei der offenen Ruptur besteht eine direkte Verbindung zur Bauchhöhle.

Ursachen der Uterusruptur sind Lageanomalien, Missverhältnis, massivste Wehentätigkeit und Vor-Operationen am Uterus. Durch den Blutverlust beinhaltet sie eine Schocksymptomatik sowie stärkste Schmerzen. Die fetale Mortalität liegt bei 50 %.

Merke

Die häufigste schwangerschaftsbedingte Todesursache sind präpartale Blutungen. Im 3. Trimenon besteht sowohl für Mutter als auch für das Kind die größte Gefahr.

Fruchtwasserembolie

Durch einen Zervixriss oder eine Verletzung des intrauterinen Venengeflechtes kann es zum Einschwemmen von Fruchtwasser in den mütterlichen Kreislauf kommen. Diese geburtshilfliche Komplikation ist sehr selten. Die Sicherung der Diagnose erfolgt über den Nachweis von Fruchtwasserbestandteilen im mütterlichen Blut.

Symptome

Bei der Fruchtwasserembolie sind folgende Symptome zu beobachten:
- Dyspnoe
- Beklemmungsgefühl
- ausgeprägte arterielle Hypoxämie
- akutes Cor pulmonale
- DIC (disseminierte intravasale Gerinnung)
- Schock

Die Mortalität bei einer ausgedehnten Fruchtwasserembolie liegt bei über 50 %!

PONV

Übelkeit und Erbrechen (PONV: **Po**stoperative **N**ausea and **V**omiting) können durch Zervixdehnung, den Einsatz von Lachgas und bei abdominalchirurgischen Eingriffen auftreten. Siehe Kap. „Weitere Komplikationen PONV“ (S. 725).

44.4 Fallbeispiel: Geplante Zwillingssectio

Fallbeispiel

Frau Berger ist 39 Jahre alt, zweitgebärend, 165 cm groß, hat ein aktuelles Körpergewicht von 66 kg und befindet sich in der 34. SSW. Sie berichtet: „Nach langen Stunden im Kreißsaal mit heftigen Wehen und keinem nennenswerten Fortschritt war ich einfach am Ende meiner Kräfte. Die Fruchtblase war schon einige Stunden zuvor gesprungen. Die Kinder lagen in ungünstigen Positionen: Der Junge verkehrt herum, das Mädchen quer. Die Entscheidung zum Kaiserschnitt fiel nach einem ausführlichen Gespräch mit dem Gynäkologen und beim Narkosearzt hatte ich mich für eine Vollnarkose entschieden. Alle Vorbereitungen wurden zügig, aber ohne Hektik getroffen. Als das Team der Kinderklinik ankam, wurde ich in den OP gebracht. Beim Lagern auf dem OP-Tisch wurde es mir für einen kurzen Augenblick sehr übel und mein Herz raste. Die Anästhesieschwester legte mir ein Keilkissen in den Rücken und kippte den Tisch leicht auf die linke Seite, wodurch es mir sofort besser ging! Als man mich in den OP-Saal schob, blieb sie an meiner Seite, sprach mit mir und erklärte ruhig jeden Handgriff. Um mich herum waren mindestens 10 Personen, von denen ich immer nur Köpfe, Arme und maximal den Oberkörper aus meiner Position sehen konnte. Langsam stieg Panik in mir auf! Ich zitterte am ganzen Körper und wurde in große angewärmte Decken gepackt. Dann wusch mir irgendjemand mit nassen, kalten Tupfern zur Desinfektion meinen Bauch ab und alles herum verschwand unter großen grünen Tüchern. Währenddessen hielt mir der Narkosearzt eine schwarze Maske über Mund und Nase und ich sollte tief und gleichmäßig atmen – Kunststück, bei meinen Wehen und dieser Angst! Dann wurde es ganz ruhig im Saal, die Schwester spritzte ein Medikament in meinen Infusionsschlauch und streichelte meinen Arm. Auf einmal wurde ich ganz leicht und mir war angenehm warm. Die Angst war weg, die Schmerzen hörten auf und aus weiter Ferne hörte ich viele Stimmen. An meinem Bauch wurde gezerrt und gedrückt, aber es tat mir nichts weh! Dann war ich mir sicher, Babygeschrei zu hören (▶ Abb. 44.8). Von diesem Moment an weiß ich nichts mehr. Bewusst wach geworden, bin ich warm eingepackt im Aufwachraum und war einfach nur glücklich, 2 gesunde, wenn auch sehr kleine Kinder zu haben!“

Abb. 44.8 Durch eine Sectio caesarea geborenes Kind. (D. Stolecki)

44.4.1 Notwendigkeit und Ziel des Eingriffs

▶ **Indikationen.** Die folgenden Indikationen können zu einer Sectio caesarea führen:
- Nabelschnurvorfall
- chronische Plazentainsuffizienz, Placenta praevia, Abruptio placentae
- Blutungen
- Eklampsie
- Missverhältnis Kopf/Becken
- Rhesus-Isoimmunisierung
- Wehendysfunktion
- ggf. Beckenendlage und ggf. Mehrlingsgeburt (erhöhte Risiken für Mutter und Kind)
- Wunsch der Patientin

Im Vordergrund steht bei der Sectio von Frau Berger die schnelle Beendigung des Geburtsvorgangs unter Berücksichtigung von mehreren Patienten: Mutter und Kindern.

Bei einer geplanten Sectio caesarea kann in Absprache mit dem Gynäkologen, der Patientin und dem Anästhesisten das Narkoseverfahren ausgewählt werden (ITN, SPA, PDA). In der Regel ist die Patientin auf die Situation vorbereitet (z. B. Beckenendlage, Missverhältnis Kopf zu Becken) und befindet sich in einem guten Allgemeinzustand.

Eine Notfall-Sectio wird durchgeführt, wenn unerwartete Komplikationen kurz vor oder unter der Geburt für Mutter und/oder Kind auftreten. Bei einem solchen Geschehen ist der Zeitaufwand für eine Regionalanästhesie häufig zu groß.

Merke

Im Rahmen einer Notfallsituation wird immer eine Vollnarkose mit Schnelleinleitung durchgeführt, um einer möglichen Aspiration vorzubeugen.

44.4.2 Probleme und Ängste der Patientin

Fast alle Schwangeren erleben starke emotionale Schwankungen und haben Ängste:
- Angst vor Narkose oder Schmerzen
- Angst vor der Geburt im Allgemeinen
- Angst vor Missbildungen und/oder Krankheiten des Kindes
- Angst vor Komplikationen während der Schwangerschaft oder der Entbindung

Ein wichtiger Aspekt ist auch, ob die Schwangerschaft gewollt oder unerwünscht ist. Das soziale Umfeld und die Beziehung zum Vater des Kindes haben

für die individuelle Betreuung der Patientin einen hohen Stellenwert.

44.4.3 Schwierigkeiten bei Narkose und Operation

Bei Frau Berger ergeben sich für die Anästhesie aus der Anamnese und den physiologischen Veränderungen zahlreiche zu erwartende Probleme. Die wichtigsten sind:

- schnelle Einleitung
- Intubationsschwierigkeiten durch Blutungsneigung, Schwellung der Schleimhäute
- Gefahr des Cava-Kompressionssyndroms durch maximal großen Uterus
- lebensbedrohliche Blutverluste durch Uterusatonie
- Regurgitation, Aspiration durch hochstehendes Zwerchfell

Merke

Die Aspiration von Mageninhalt ist die häufigste, anästhesiebedingte Todesursache bei Schwangeren.

44.4.4 Vorbereitung zur Narkose

Besondere Berücksichtigung hat in diesem speziellen Fall die Psyche der werdenden Mutter mit der Angst um ihre ungeborenen Kinder. Es erfolgt eine einfühlsame Aufklärung im Beisein des Partners. Da Frau Berger von Beruf Krankenpflegerin ist, weiß sie auch um die Gefahren ihrer Schwangerschaft.

Durch die Beckenendlage besteht für das eine Kind die Gefahr der Kompression der Nabelschnur (sog. Taschenmesserlage) und die Gefahr einer intrakraniellen Blutung. Eine Gefährdung für die Mutter besteht durch vorzeitige Plazentalösung, was zu einem hypovolämischen Schock durch intra- und postpartale Blutung führen kann.

Da es sich bei Frau Berger um eine Mehrlingsgeburt handelt, sind sowohl das mütterliche als auch das fetale Risiko erhöht.

Bei der Mutter finden sich folgende Besonderheiten:

- maximale Uterusgröße
- häufige Präeklampsie, Eklampsie
- prä- und postpartale Blutung

Bei den Kindern

- ist die Gefahr einer Frühgeburt um das 10-Fache erhöht,
- die Gefahr einer Asphyxie und die Mortalität sind deutlich höher, besonders beim zweiten Kind.

Technische Vorbereitungen

Material

Im Rahmen der pflegerischen Vorbereitung sind sowohl die Narkoseeinheit als auch die benötigten Materialien und Medikamente auf Einsatzbereitschaft und Vollständigkeit im Vorfeld überprüft worden. Das gilt ebenfalls für den Versorgungsplatz der Neugeborenen (▶ Abb. 44.9). Der Gerätecheck erfolgt nach dem vom Hersteller vorgegebenen Prüfschema. Die Zusammenstellung von Medikamenten und Material unterliegt dem jeweiligen Klinikstandard.

Equipment

Im Rahmen der intraoperativen Begleitung besteht kein Unterschied zu Eingriffen in der Allgemeinchirurgie. Vorbereitet wird ein Basis- und leicht erweitertes Monitoring:

- EKG
- RR
- SaO_2
- Kapnografie
- peripher venöser Zugang
- ggf. Magensonde
- transurethraler Katheter
- Temperatursonde und Wärmeregulationssystem
- Der für das Neugeborene vollständig aufbereitete Arbeitsplatz beinhaltet Wärmemanagement, O_2-Insufflation, Monitoring, Absaug- und Intubationsmöglichkeiten, Verbrauchsmaterial sowie bei zu erwartenden Komplikationen den Spritzensatz laut Klinikstandard.

Vorbereitung der Patientin

Frau Berger erhält im Kreißsaal nach der Rasur des OP-Gebiets Antithrombosestrümpfe und einen Blasenkatheter. Sie wird sachlich und einfühlsam über alle Tätigkeiten und Vorkommnisse informiert. Trotz aller Betriebsamkeit versuchen alle Beteiligten eine ruhige Atmosphäre zu schaffen und ihr die Angst zu nehmen. Zur Neutralisation des sauren Magensaftes erhält Frau Berger ca. 10 min vor Beginn des Eingriffs 30 ml 0,3 molares Natriumzitrat per os.

Die weiteren vorbereitenden Maßnahmen sind:

- Frau Berger wird auf dem OP-Tisch unter Berücksichtigung der Intimsphäre in Linksseitenlage (20–30°) zur Vermeidung des Vena-cava-Kompressionssyndroms und in Oberkörperhochlage (Aspirationsprophylaxe) gebracht.
- Ihre Extremitäten werden sicher und bequem auf Arm- und Beinhalterungen mit Gelauflagen positioniert (Lagerungsschäden!) und während der gesamten OP-Dauer engmaschig kontrolliert.

Abb. 44.9 Arbeitsplatz zur Versorgung von Neugeborenen. (D. und G. Stolecki)

- Während bei der Patientin das Monitoring angelegt wird, erfolgt zeitgleich die Überprüfung der kindlichen Herztöne durch die Hebamme.
- Frau Berger erhält einen großlumigen, venösen Zugang und eine ausreichende Volumensubstitution mit angewärmten Infusionslösungen.
- Um ein Auskühlen zu vermeiden, liegt die Patientin auf warmen Gelmatten und wird in vorgewärmte Tücher gehüllt (WarmTouch, Bair-Hugger), siehe Wärmemangagement (S. 712).
- Das Abwaschen und Abdecken des OP-Gebiets erfolgt durch den Operateur.
- Der laufende Bronchialabsauger mit großlumigem Absaugkatheter wird am Kopfende der Patientin angebracht, ebenso die laufende Bronchialabsaugung für das Neugeborene (max. Sog: 0,2 bar).
- Alle benötigten Materialien und Medikamente sind griffbereit.
- Zum Abschluss erfolgt eine nochmalige Absprache zwischen Anästhesist und Fachpflegekraft bzgl. der benötigten Medikamente zur Einleitung.

Merke

Eine Allgemeinanästhesie in der Geburtshilfe erfolgt immer in ITN mit Schnelleinleitung (Rapid Sequence Induction, RSI), um der Gefahr der Aspiration vorzubeugen! Maskennarkosen sind kontraindiziert! Eine absolute Ausnahme stellt bei nicht überwindlichen Intubationsproblemen die Larynxmaske, besser noch der Kombitubus bzw. Easytube dar.

Tab. 44.3 APGAR-Test.

Kriterium		Punkte		
		0	1	2
A	Atmung	fehlt	langsam oder unregelmäßig	regelmäßig, schreiend
P	Puls	fehlt	< 100	> 100
G	Grundtonus, Muskeltonus	schlaff	mittel, geringer Tonus	gut, aktive Bewegung
A	Aussehen, Hautfarbe	zyanotisch, blass	Stamm rosig, Extremitäten blau	vollständig rosig
R	Reflexerregbarkeit, Muskeltonus	keine	Grimassieren	Husten, Niesen

44.4.5 Maßnahmen während der Einleitung

Nachdem alle Vorbereitungen getroffen sind und das komplette Team am OP-Tisch bereitsteht, beginnt bei Frau Berger die Narkoseeinleitung. Dadurch wird die Narkosezeit für die Feten so kurz wie möglich gehalten:

- Nach nochmaliger Kurzaufklärung bzgl. der Präoxygenierung erhält die Patientin 100 % O_2 über die dicht aufgesetzte Maske. In diesem Fall liegt hierfür kein Ausschlusskriterium (wie z. B. eine Klaustrophobie) vor.
- Es erfolgt die zügige Injektion des klinikublichen Hypnotikums (z. B. Thiopental 3–4 mg/kgKG). Thiopental ist ein Derivat der Barbitursäure. Um die Wirksamkeit der Substanz zu erhalten, darf Thiopental (Trapanal) nicht mit Ringer-Laktat gemeinsam appliziert werden. Barbiturate haben ausschließlich hypnotische, jedoch keine analgetische Wirkung.
- Die Durchführung des Sellick-Handgriffs ist umstritten und kann die Intubationsbedingungen durch unsachgemäße Ausführung ggf. verschlechtern.
- Nach der zügigen Gabe eines depolarisierenden Muskelrelaxans (1,5 mg/kgKG) und erfolgter Muskelerschlaffung wird Frau Berger intubiert, der Tubus sofort geblockt.
- Die korrekte Tubuslage erfolgt mittels Auskultation, danach seine Fixierung.
- Die erfolgreiche Intubation wird dem Operateur mitgeteilt.

44.4.6 Intraoperative Begleitung

Bis zur Entwicklung der Kinder erhält Frau Berger keine Opiate, damit es zu keiner fetalen Depression kommt. Eine Hyperventilation wird vermieden, da die mütterliche Alkalose (pCO_2-Werte < 25 mmHg) zu einer Ischämie der Plazenta und zur fetalen Hypoxie mit metabolischer Azidose führen kann.

Das Inhalationsanästhetikum (hier Desflurane) wird unterhalb der Maximaldosierung gehalten, um der Gefahr einer Uterusatonie vorzubeugen.

Merke

Bei einer zu niedrig dosierten Medikamentengabe besteht die Gefahr einer zu flachen Narkose. Deutliche Zeichen dafür sind:

- Tachykardie, RR-Anstieg
- Augentränen, Schwitzen
- Hypersalivation
- ggf. intraoperatives Aufwachen (Awareness)

Der weitere Verlauf der Narkose sieht wie folgt aus:

- Bei Inzision des Uterus erhält Frau Berger 100 % O_2. Die Applikation des volatilen Anästhetikums wird dabei vermieden.
- Nach Abnabelung der Zwillinge wird die Narkose wie bei einem bauchchirurgischen Eingriff aufrechterhalten.
- Erst jetzt erfolgt die Gabe von Opiaten und ggf. weiterer Relaxanzien.
- Die Übernahme und Weiterversorgung der Neugeborenen erfolgt durch die Hebamme und den Anästhesisten bzw. Pädiater.
- Die intravenöse Gabe von uteruskontrahierenden Medikamenten (Oxytozin/Syntocinon) erfolgt nach Vorgabe des Operateurs. Oxytozin tonisiert den Uterus und verringert somit den Blutverlust. Dieser wird bei einer unkomplizierten Sectio mit ca. 1000 ml veranschlagt.
- Da bei Frau Berger keine Allergie besteht, erhält sie auf Anordnung des Operateurs ein Antibiotikum.
- Frau Berger erhält die dem Klinikstandard entsprechende Analgesie sowie PONV-Prophylaxe.

Erstversorgung der Neugeborenen

Die Umstellung der Atmungs- und Kreislauffunktion geschieht bei den meisten Neugeborenen ohne nennenswerte Komplikationen. Der erste eigene Atemzug des Kindes erfolgt i. d. R. bis ca. 30 Sekunden nach der Entbindung. Dieser Reiz kann durch Berührung oder leichtes Reiben mit einem warmen Frotteetuch unterstützt werden. Nach einigen wenigen Atemzügen ist die kindliche Lunge voll entfaltet und übernimmt den Gasaustausch. Unmittelbar nach der Entbindung wird das Neugeborene nur bei sicht- und hörbarer Beeinträchtigung oral und – wenn keine Besserung eintritt – auch ösophageal und tracheal abgesaugt.

Das nasale Absaugen sollte unbedingt vermieden werden, da Säuglinge Nasenatmer sind und die empfindliche Schleimhaut durch Manipulation anschwellen und die Atmung beeinträchtigen kann. Cave: Sogstärke des Absaugers max. 0,2 bar!

Merke

War das Fruchtwasser mekoniumhaltig, muss vor jeder anderen Maßnahme gründlich Mund, Rachen und ggf. mittels Laryngoskop auch der Kehlkopfeingang abgesaugt werden.

Die neugeborenen Zwillinge benötigen keine weitere Unterstützung der Atmung. Charlotte wiegt 2000 g und ist 44 cm groß, Louis hat ein Gewicht von 2330 g und eine Größe von 44,5 cm.

► **Schutz vor Wärmeverlust.** Für sie wie für alle anderen Neugeborenen ist der Schutz vor Wärmeverlust wichtig: Nach dem Trockenreiben werden sie in angewärmte Tücher gewickelt, jedes Kind bekommt ein Mützchen auf den Kopf und wird in einen Inkubator gelegt. Die Ersteinschätzung der Kinder erfolgt über den APGAR-Test 1, 5 und 10 Minuten nach der Entbindung (▶ Tab. 44.3).

44.4.7 Maßnahmen zur Ausleitung

Vor der Beendigung des Eingriffs wird die Analgesie weitergeführt, um Frau Berger ein stressfreies Erwachen zu ermöglichen. Vor der Ausleitung werden nochmals die Lagerung und die Fixierung der Patientin überprüft, um bei Bewegungen sicherzustellen, dass keine Verletzungsgefahr besteht.

Alle Materialien und Medikamente liegen für unvorhergesehene Komplikationen auf dem Narkosewagen in Griffnähe. Da die Vitalparameter eine Extubation zulassen, wird Frau Berger nach vorherigem oralem Absaugen extubiert und aufgefordert, die Augen zu öffnen und den Kopf zu heben. Da die Vitalparameter stabil bleiben (S_aO_2 ohne O_2-Zufuhr > 95) wird das Monitoring abgeschaltet und der Transfer in das angewärmte Bett der Patientin durchgeführt. Jetzt erfährt Frau Berger, dass es ihrem Zwillingspärchen trotz Beckenendlage und Frühgeburt gut geht.

44.4.8 Aufwachraum

Nach der Ausschleusung wird Frau Berger in den Aufwachraum (AWR) gefahren, wo die übernehmenden Kollegen eine lückenlose Übergabe erhalten. Bei der Überwachung werden, wie bei allen operierten Patienten, die Vitalfunktionen engmaschig kontrolliert, es wird auf Nachblutungen geachtet und ein ruhiges Wiedererwachen ermöglicht. Tätigkeiten direkt an der Patientin erfolgen gebündelt, um ein ständiges Aufdecken zu vermeiden und somit einen Wärmeverlust zu minimieren.

Da intraoperativ erst spät (nach Abnabelung der Kinder) eine Analgesie erfolgen konnte, erhält Frau Berger eine adäquate Schmerztherapie. Gerade in dieser speziellen Situation ist es im Sinne von Frau Berger wünschenswert, so lange wie nötig, aber so kurz wie möglich im Aufwachraum zu verbleiben, um endlich ihre Babys sehen zu können.

44.5 Leseservice

44.5.1 Literatur

Gogarten W et al. Gynäkologie und Geburtshilfe. In: Kochs E et al., Hrsg. Anästhesiologie. ains, Bd 1. Stuttgart: Thieme; 2001

Heck M, Fresenius M. Klinikmanual Anästhesie. Berlin: Springer; 2008

Heck M, Fresenius M. Repetitorium Anästhesie. 6. Aufl. Berlin: Springer; 2010

Knipfer E, Kochs E, Durchdenwald G. Klinikleitfaden Anästhesiepflege. 2. Aufl. München; Elsevier; 2006

Kretz FS, Schäffer J. Anästhesie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie. 5. Aufl. Berlin: Springer; 2008

Larsen R. Anästhesie. 10. Aufl. München: Elsevier; 2013

Oczenski W, Werba A, Andel H. Atmen – Atemhilfen: Atemphysiologie und Beatmungstechnik. 7. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2011

Pfleiderer A et al. Gynäkologie und Geburtshilfe. 3. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2000

Roewer N, Thiel H. Taschenatlas der Anästhesie. 5. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2013

Roewer N, Thiel H, Wunder C. Anästhesie compact: Leitfaden für die klinische Praxis. 4. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2012

Roissant R, Werner C, Zwissler B. Die Anästhesiologie. 2. Aufl. Berlin: Springer; 2008

Schäfer R, Söding P: Klinikleitfaden Anästhesie. 6. Aufl. München: Elsevier; 2010

Schüttler J, Neglein J, Bremer F. Checkliste Anästhesie. Stuttgart: Thieme; 2000

Schulte am Esch J, Bause HW, Kochs E et al. Anästhesie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie. 4. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2011

Schwegler J, Lucius R. Der Mensch. Anatomie und Physiologie. 5. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2011

Skibbe X, Löseke A. Gynäkologie und Geburtshilfe für Pflegeberufe. 3. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2013

Spies C, Kastrup M, Kerner T et al. SOPs in Anästhesiologie und Schmerztherapie. Stuttgart: Thieme; 2013

Striebel HW. Anästhesie, Intensivmedizin, Notfallmedizin. Für Studium und Ausbildung. 8. Aufl. Stuttgart: Schattauer; 2013

Taeger K, Rödig G, Finsterer U. Grundlagen der Anästhesiologie und Intensivmedizin für Fachpflegepersonal. Bd. 2. Allgemeine und spezielle Anästhesie, Intensivmedizin. 4. Aufl. Wiesbaden: Abbott; 2002

Ullrich L, Bleicher U. Checkliste Pflege in der Anästhesie. Stuttgart: Thieme; 1996

Wigger T, Knipfer E. Pflegeleitfaden Anästhesie/Intensivpflege. München: Urban & Schwarzenberg; 1998

Kapitel 45

Anästhesie in der Pädiatrie

45.1 Übersicht über den Fachbereich *792*

45.2 Besonderheiten in der Pädiatrie *792*

45.3 Fallbeispiel: Stomarückverlegung bei einem Säugling *795*

45.4 Leseservice *800*

45 Anästhesie in der Pädiatrie

Susanne Horn-Püschel, Michael Klatthaar

45.1 Übersicht über den Fachbereich

45.1.1 Häufig durchgeführte Operationen und Untersuchungen

Aufgrund der meist fehlenden Einsichtigkeit können bei Kindern Narkosen aus operativen wie auch aus diagnostischen Gründen notwendig werden. In den meisten operativen Fächern werden auch Narkosen im Kindesalter eingesetzt. Eingriffe in den ersten Lebenswochen betreffen z. B. Gastroschisis, Omphalozelen (▶ Abb. 45.1), Ösophagusatresien, Hernien oder Meningomyelozelen. Säuglinge und Kleinkinder werden häufig für Tonsillektomien, Adenektomien, Paukenröhrchen, Lippen- oder Gaumenspalten, Nierentumoren, Leistenhoden aber auch andere Eingriffe narkotisiert.

Diagnostische Maßnahmen sind z. B. Kernspin- oder CT-Untersuchungen, bei denen Bewegungslosigkeit erforderlich ist, sowie Endoskopien, Knochenmarks- oder Lumbalpunktionen, die unangenehm sind und eine Kooperation des Kindes erfordern.

Fallbeispiel

Hallo, ich heiße Marc. Heute wollen sie mit einem Schlauch in meinen Bauch gucken. Mama hat gesagt, dass es gar nicht schlimm ist, weil ich da ja schlafe. Komisch, ich bin gar nicht müde. Ich habe nur Durst! Und weil sie reingucken wollen, darf ich nichts essen und auch keinen Apfelsaft trinken – wo ich doch Durst habe. Jetzt kommt die Heike rein. Die arbeitet hier im Krankenhaus. Jetzt darf ich plötzlich doch was trinken. Iiiihh! Das klebt auf der Zunge. Und ich muss ein komisches Hemd anziehen. Oh, jetzt fahren wir los. Mir ist ganz komisch. Ich will lieber nach Hause. Jetzt schiebt mich die Heike da rein und Mama kommt nicht mit. Da steht jemand, der hat ganz grüne Sachen an. Er legt mich auf ein komisches Bett. Wo sind Mama und Heike? Ich fange an zu weinen. Sie sagen, dass sie jetzt gleich in meinen Bauch gucken, aber ich schlafe doch noch gar nicht. Ich werde in ein Zimmer gefahren, da sind ganz viele Schläuche und Maschinen, die komische Töne machen. Alles ist ganz groß. Ich will zu Mama! Der grüne Mensch redet mit mir und zeigt mir einen kleinen Film auf einem Smartphone. Den Film kenne ich. Schade, jetzt werde ich doch müde.

Abb. 45.1 Große Omphalozele (Nabelschnurhernie) bei einem 2 Tage alten Säugling. (B. Paetz [Bildarchiv])

45.1.2 Häufig durchgeführte Narkoseverfahren

Die häufigste Narkose ist die Allgemeinanästhesie in Form einer Intubationsnarkose. In den meisten Fällen werden Kinder eine alleinige Regionalanästhesie für einen Eingriff aus Furcht vor der fremden Umgebung oder Unverständnis für das bewegungslose Liegen kaum tolerieren. Ist bei größeren Kindern dennoch eine reine Regionalanästhesie geplant, ist bei allen Beteiligten ein rücksichtsvolles, kindgerechtes Verhalten erforderlich.

Rückenmarksnahe und -ferne Regionalanästhesien können in Kombination mit Allgemeinanästhesien durchgeführt werden. Die Anlage von Regionalanästhesien erfolgt meistens in einer oberflächlichen Allgemeinanästhesie. Um die Regionalanästhesie gut beurteilen zu können, kann auf eine Muskelrelaxierung verzichtet. Die Vorteile dieser Kombinationsanästhesie liegen in der Einsparung von Narkotika und im Verzicht auf eine systemische Opioidgabe, wodurch eine gut steuerbare Narkosetiefe und -dauer erreicht werden kann.

Merke

Die Kombinationsanästhesie ermöglicht eine gute Kontrolle perioperativer Schmerzen und sorgt für zufriedene Kinder im Aufwachraum.

Bei Kindern wird die Allgemeinanästhesie häufig in Verbindung mit einer Kaudalanästhesie (Sonderform der Epiduralanästhesie) durchgeführt. Diese Kombinationsanästhesie kommt z. B. bei Orchidopexien oder Herniotomien zum Einsatz. Auch der Peniswurzelblock als periphere Blockade wird in Verbindung mit einer Allgemeinanästhesie bei Kindern angewandt.

45.2 Besonderheiten in der Pädiatrie

45.2.1 Grundsätze für die pflegerische Betreuung von Kindern

Die pflegerische Betreuung von Kindern unterschiedlichen Alters in der Anästhesie erfordert bei allen Beteiligten fundierte Kenntnisse über die Besonderheiten der kindlichen Psyche, Anatomie und Physiologie, da sich typische Probleme und Schwierigkeiten ergeben können. Hinzu kommen ggf. noch andere individuelle Probleme des Kindes, für die die Pflegenden gezielt Maßnahmen planen und durchführen.

Für die Betreuung von Kindern in der Anästhesie gelten folgende Grundsätze:

- Kinder sind keine kleinen Erwachsenen! Die Planung der Maßnahmen erfolgt hinsichtlich der potenziellen Probleme und speziellen kindlichen Bedürfnisse.
- Alle Vorbereitungen sind vor dem Eintreffen des Kindes abgeschlossen!
- Kinder – und scheinen sie noch so gut prämediziert – dürfen nie alleine gelassen werden! Anästhesiepflegende haben sie immer im Auge und können sie jederzeit festhalten.

45.2.2 Anatomische, physiologische und psychische Besonderheiten

Die anatomischen und physiologischen Besonderheiten gelten bei allen Kindernarkosen und sind vom Eingriff unabhängig. Diese Faktoren fallen jedoch bei einem Neugeborenen mehr ins Gewicht als etwa bei einem 3-jährigen Kind. Darüber hinaus muss auch immer die besondere psychische Situation von Kindern berücksichtigt werden.

Regulieren und Sichern der Atmung

Die anatomischen und physiologischen Besonderheiten der Atmung zeigen deutlich, dass sich Kinder von Erwachsenen unterscheiden. In ▶ Tab. 45.1 sind die Altersstufen und die unterschiedlichen Atemfrequenzen dargestellt. Weitere Unterschiede zwischen Kindern und Erwachsenen und die möglichen Folgen für die Anästhesie sind in ▶ Tab. 45.2 zusammengefasst.

Regulieren und Sichern der Herz-Kreislauf-Situation

Auch das Herz-Kreislauf-System ist von Besonderheiten gekennzeichnet.

Merke

Das HZV wird bei kleinen Kindern überwiegend über die Herzfrequenz geregelt (▶ Tab. 45.3). Bradykardien können bereits einen funktionellen Herzstillstand bedeuten.

Tab. 45.1 Kindliche Altersstufen und Atemfrequenzen.

Altersstufe	Einstufung	Atemfrequenz/min
Frühgeborenes		60
Neugeborenes	bis 28. Lebenstag	40
Säugling	bis Ende 1. Lebensjahr	25–30
Kleinkind	2.–5. Lebensjahr	20–25
Schulkind	6.–14. Lebensjahr	12–20
Erwachsener		8–12

Tab. 45.2 Anatomisch-physiologische Besonderheiten bei Kindern und die Folgen.

Anatomie/Physiologie	Folgen bzw. Maßnahmen
relativ großer Kopf und kurzer Hals	Maskenbeatmung und Intubation durch Kopflagerung auf flachem Ring erleichtern
verhältnismäßig große Zunge, häufig vergrößerte Rachenmandeln (Verlegung des Rachens)	Kopf während der Maskenbeatmung nicht überstrecken, da Maskenbeatmung sonst schwieriger ist
höher liegender Kehlkopf, lange U-förmige Epiglottis	Sicht auf die Stimmritze ist erschwert, Kehlkopf während der Intubation von außen sanft nach hinten schieben
engste Stelle im Bereich des Larynx ist Ringknorpel	Tubusgröße entscheidet sich nicht an der Passage der Stimmritze, sondern des Ringknorpels
Intubation kann Schwellungen der Tachealschleimhaut verursachen	deutliche Erhöhung des Atemwegswiderstandes bei kleinerem Tracheadurchmesser
höhere Neigung zum Laryngospasmus (Exzitationsphase)	Vorsicht bei früher Venenpunktion oder Esmarch-Handgriff
höherer Sauerstoffverbrauch, geringere Sauerstoffreserve (▶ Tab. 45.3), weniger ausgebildete Atemhilfsmuskulatur	Sauerstoffsättigung fällt rasch ab → kurze Apnoephasen einhalten (zügige Intubation)
bei Hypoxie häufig Bradykardie	Atropin geben
Neigung zu Atelektasen durch Kompression von Lungenanteilen oder einen geblähten Magen kann zu deutlichem Sauerstoffsättigungsabfall führen	ungleichmäßige Maskenbeatmung, erhöhter intraabdomineller Druck durch den Operateur vermeiden bzw. rückmelden
Atemparameter verändert	im Vergleich zu Erwachsenen: • Atemminutenvolumen/Sauerstoffverbrauch 2–3-mal höher • Atemarbeit größer • FRC kleiner

Tab. 45.3 Herzfrequenz und Blutdruck in unterschiedlichsten Altersstufen.

Altersstufe	Herzfrequenz/min	kritische Herzfrequenz/min	systolischer arterieller Blutdruck (mmHg)
Neugeborenes	130–150	~100	60–80
Säugling	110–130	~80	80–90
Kleinkind	100–110	~70	90–100
Schulkind	80–100	~60	100–110
Erwachsener	60–80	~40	110–120

Die Toleranz gegenüber Tachykardien ist gut, gegenüber Bradykardien schlecht, was einer rechtzeitigen Intervention bedarf. Der terminale Herzrhythmus ist eher eine Bradykardie oder Asystolie und nur selten Kammerflimmern. Der Blutdruck gibt Aufschluss über das Schlagvolumen des Herzens. Die Variabilität ist aufgrund geringerer Dehnbarkeit und Kontraktilität der Herzmuskelfasern gering. Sinkt der Blutdruck, liegt meist ein Volumenmangel vor.

Merke

Bei kleinen Kindern findet sich häufig ein offenes Foramen ovale mit der Gefahr der paradoxen Luftembolie, sodass Infusionen und Medikamente absolut luftblasenfrei vorbereitet und verabreicht werden müssen.

Regulieren und Sichern der Körpertemperatur

Dadurch, dass das isolierende subkutane Fettgewebe bei Säuglingen sehr dünn ist, können erhebliche Wärmeverluste auftreten (▶ Tab. 45.4). Deshalb muss die Körpertemperatur bei jedem Eingriff gemessen werden. Auch soll z. B. eine Hautdesinfektion mit Alkohol nur auf die nötigsten Areale beschränkt werden. Die größere Körperoberfläche und ein höheres Atemminutenvolumen bei Kindern führen ebenfalls zum schnelleren Temperaturverlust.

Merke

Eine Hypothermie kann sich in einer Hypoventilation und einer atropinresistenten Bradykardie bemerkbar machen.

Tab. 45.4 Neuraltemperatur und kritische Umgebungstemperatur in unbekleidetem Zustand in unterschiedlichen Lebensaltern.

Altersgruppe	Neutraltemperatur („wohlfühlen“)	kritische Temperatur („überleben“)
Frühgeborenes	34 °C	28 °C
Neugeborenes	32 °C	23 °C
Erwachsener	28 °C	1 °C

Einmal verloren gegangene Körperwärme kann nur mit aufwendigen Maßnahmen wieder zugeführt werden, weswegen der Prävention höchste Aufmerksamkeit geschenkt werden muss. Aufgrund geringer Muskelmasse zeigen Säuglinge kein Muskelzittern (Shivering). Shivering ist erst etwa ab dem 6. Lebensjahr möglich. Säuglinge nutzen das braune Fettgewebe zur kurzfristigen Energie- und Thermogenese. Es ist schnell erschöpft und es entsteht eine metabolische Azidose und eine Hypoglykämie (Überwachung des Blutglukosespiegels). Umgekehrt ist eine Überhitzung unter den Operationstüchern möglich.

Merke

Wichtig ist die lückenlose Überwachung der Temperatur! Bei einem effektiven Wärmemanagement kann die Temperatur deutlich ansteigen, sodass aktive Wärmemaßnehmen unterbrochen werden müssen.

Regulieren und Sichern des Flüssigkeitshaushalts

Merke

„Ein kleiner Topf läuft schneller leer, aber auch schneller über!“ (deutsches Sprichwort)

Aus dieser auch für die Anästhesie wichtigen Aussage ergibt sich selbst für kurze Eingriffe eine kontrollierte Flüssigkeitstherapie über Spritzen- oder Infusionspumpen. Aufgrund der 3–4-fach höheren Verdunstung durch die im Verhältnis zum Körpergewicht bei Kindern größere Körperoberfläche ergibt sich ein 2–3-mal so hoher Flüssigkeitsbedarf. Verluste führen bei Kindern sehr schnell zur Dehydratation. Je kleiner das Kind ist, desto mehr Flüssigkeit benötigt es in Relation zu seinem Körpergewicht. Der Basisbedarf kann mit der sog. **4–2-1-Regel** ermittelt werden (▶ Tab. 45.5), demnach wird berechnet:

- **4** ml/kg/h für die ersten 10 kg (< 10 kg),
- **2** ml/kg/h für die zweiten 10 kg (10–20 kg) und
- **1** ml/kg/h für jedes weitere Kilogramm > 20 kg.

Der perioperative Flüssigkeitsbedarf berechnet sich aus der Summe von präoperativem Flüssigkeitsdefizit + Basisbedarf + operationsbedingte Verluste (z. B. Blutungen, Verdunstung über Wundfläche). Nicht zu unterschätzen ist dabei die Verdunstung durch die Operation auf den zusätzlichen Flüssigkeitsbedarf (▶ Tab. 45.6).

Tab. 45.5 Errechnung des Flüssigkeitsgrundbedarfs nach der 4–2-1-Regel.

Körpergewicht (KG)	Flüssigkeitsbedarf/ kgKG/h	Beispiel für 32 kgKG
< 10 kg	4 ml	10 kgKG × 4 ml/kgKG/h = 40 ml/h
10–20 kg	2 ml	10 kgKG × 2 ml/kgKG/h = 20 ml/h 40 ml/h + 20 ml/h = 60 ml/h
> 20 kg	1 ml	12 kgKG × 1 ml/h KG = 12 ml/h 12 ml/h + 60 ml/h = **72 ml/h** Flüssigkeitsgrundbedarf/h

Tab. 45.6 Flüssigkeitskorrekturbedarf in Abhängigkeit zum Eingriff.

Eingriff	Flüssigkeits-korrekturbedarf
oberflächlicher Eingriff (z. B. Phimose, Hautnaht, OP in Blutleere)	1 ml/kgKG/h
kleiner Eingriff (z. B. Tonsillektomie)	2 ml/kgKG/h
mittlerer Eingriff (z. B. Leistenhoden, Hypospadiekorrektur, Shuntanlage)	4–6 ml/kgKG/h
großer Eingriff (z. B. Ösphagusoperation, Darmresektion, Nierenoperation)	8–10 ml/kgKG/h
sehr großer Eingriff (z. B. Gastroschisis, Ileus, Peritonitis, Polytrauma)	10–15 ml/kgKG/h

Durch den Operationsstress und die Unreife der Nieren ist die Wasserausscheidung beeinträchtigt, was zu einer Wasserintoxikation führen kann. Deswegen sollen keine natriumarmen oder hypoosmolaren Lösungen, aber auch keine reinen Glukoselösungen bei kleinen Kindern angewendet werden. Wenn eine Glukoselösung infundiert wird, muss immer auch eine natriumreiche Infusionslösung appliziert und der Blutzucker kontrolliert werden (BZ-Schwankungen können enorm sein).

Zur Überwachung gehört auch die ausgeschiedene Urinmenge (Mindesturinmenge beträgt in den ersten Lebensjahren 1–2 ml/kgKG/h). Der Rückgang der Urinproduktion weist auf einen Volumenmangel, Ödeme, die sich leicht entwickeln, weisen auf eine Überinfusion hin.

Berücksichtigen der kindlichen Situation

Kinder verstehen und denken anders als Erwachsene, sie haben Angst vor Unbekanntem und zeigen das auch. Man sollte im Umgang mit einem Kind dessen Körperhöhe einnehmen, sich Auge in Auge nähern und nicht von oben herabschauen. Neugeborene und Säuglinge unter einem halben Jahr lassen sich von fremden Personen auf den Arm nehmen (mutterähnliches Verhalten vermittelt Sicherheit). Jedes Erschrecken (z. B. durch laute Geräusche oder kalte Hände bzw. Materialien) muss vermieden werden.

Kinder ab einem halben Jahr beginnen zu „fremdeln“. Die Trennung von der Bezugsperson wirkt beängstigend. Jedoch besteht bei den Kindern ein gutes Gespür für die herrschende Atmosphäre und ihren Einfluss. Erklärungen und Umstimmungsversuche sind häufig erfolg- und zwecklos. Beruhigendes Reden, zügiges Vorgehen und eindeutige Körperberührungen können Sicherheit vermitteln.

Ab einem Alter von etwa 3 Jahren sind Gesprächsthemen aus der Welt des Kindes (Kindergarten, Kuscheltiere, Geschwister) hilfreich. Zukunftsbezogene Argumente werden noch nicht verstanden und sollten deswegen unterlassen werden. Besser sind gegenwartsbezogene Ablenkungsmanöver („Komm, wir spritzen jetzt den da drüben mal nass!“).

Kinder haben Schmerzen wie Erwachsene auch. Die Ursache für Weinen oder Unruhe bei Säuglingen ist schwer zu differenzieren. Spezielle Schmerz- und Unwohlseinsskalen können hilfreich sein, s. ▶ Abb. 32.4. Schmerzen bei Klein- und älteren Kindern können erfragt werden (altersgerechte Schmerzensynonyme wie „Aua“, „Weh tun“ verwenden, Ort der Schmerzen zeigen lassen). Die Toleranz von Schmerzen und der fremden Umgebung kann durch Ablenkung erhöht werden (Beschäftigen, spielen lassen).

45.3 Fallbeispiel: Stomarückverlegung bei einem Säugling

45.3.1 Notwendigkeit und Ziel des Eingriffs

Fallbeispiel

Jonas wurde zu früh geboren und erkrankte in den ersten Lebenswochen an einer schweren nekrotisierenden Enterokolitis. Um den betroffenen Darmanteil ausheilen zu lassen, wurde bei Jonas ein Anus praeter angelegt (▶ Abb. 45.2). Nun, nach 6 Monaten, ist der Darm ausgeheilt und Jonas hat ein Körpergewicht von über 3 500 g erreicht, sodass einer Stomarückverlagerung nichts mehr im Wege steht. Um diese Operation durchführen zu können, ist für Jonas mit den Eltern eine Allgemeinanästhesie besprochen worden.

Abb. 45.2 Das hier gezeigte Ileostoma ist intakt und gut durchblutet. (Hoehl u. Kullick 2012)

45.3.2 Schwierigkeiten bei Narkose und Operation

Neben Angst und Schmerzen, unter denen Jonas leidet, bestehen während der Anästhesie die folgenden Gefahren:

- Laryngospasmus
- Hypoxämie
- Bradykardie und Asystolie
- Hypothermie
- Flüssigkeitsmangel
- Nachblutungen
- gefährliche Blutzuckerschwankungen

Hinzu kommt noch die Gefahr, vom OP-Tisch oder aus dem Kinderbett herab zu stürzen.

45.3.3 Vorbereitung zur Narkose

Für die individuelle Narkosevorbereitung werden Jonas' Geburtsdatum und sein Gewicht benötigt, um Tuben, Schläuche, Filter, Spritzen, Infusionen und andere Materialien richten zu können.

Merke

Alle benötigten Materialien müssen – damit nichts vergessen wird – nach einem festen Schema für eine sichere und zügige Betreuung griffbereit vorbereitet sein.

Vorbereitung zur Atemwegssicherung

Narkoserespirator

Der Narkoserespirator wird an die Bedürfnisse von Jonas angepasst. Bei Narkoserespiratoren werden der Handbeatmungsbeutel und die Beatmungsschläuche an Jonas' kleine Atemzugvolumina adaptiert und das Narkosebeatmungsgerät ggf. auf eine „Neonaten"-Anwendung umgestellt (▶ Abb. 45.3). Es wird ein speziell für Säuglinge geeigneter, kleinerer patientennaher Atemgasfilter mit geringem Totraumvolumen benutzt.

Maskenbeatmung

Für die Maskenbeatmung wird bei Jonas eine King-System-Maske bereitgelegt (▶ Abb. 45.4). Die transparente Maske erlaubt die Beobachtung der Lippenfarbe und Luftbewegungen und schließt mit wenig Druck dicht ab. Für Frühgeborene, Neugeborene und Säuglinge kann über den Einsatz einer Rendell-Baker-Maske (kleines Totraumvolumen) nachgedacht werden.

Abb. 45.4 Maskenbeatmung mit King-System-Maske.

Intubation

Für die Intubation werden 3 Tuben vorbereitetet, um bei Problemen schnell auf eine andere Tubusgröße zurückgreifen zu können.

Merke

Anhand des Alters kann die vermutlich passende Tubusgröße ermittelt werden:

- Tubusgröße (mmID) = 4,5 + (Alter in Jahren : 4)
- Tubusgröße (mmID) = (Alter in Jahren + 16) : 4

Hilfreich ist der Einsatz von validierten Tubusgrößenauswahllisten (Weiss u. Nicolai 2006).

In Jonas' Fall muss noch bedacht werden, dass er als frühgeborenes Kind mit 3 500 g nur etwa die Hälfte eines termingerecht geborenen Kindes wiegt.

Es werden moderne Kindertuben in 2 Größen vorbereitet. Kindertuben sind in ihrer Qualität sehr unterschiedlich, sodass auf folgende Kriterien geachtet werden muss:

- anatomisch angepasste Form
- korrekt platziertem Hochvolumen-Niederdruck-Cuff
- adäquate Intubationstiefenmarkierung
- zwingend notwendig ist ein Cuffdruckmanometer (Weiss u. Nicolai 2006)!

Abb. 45.3 Beatmung bei Kindern. (Hoehl u. Kullick 2002)
a Beatmungsbeutel für Kinder.
b Beatmungsmasken.

Weiterhin wird ein auf Funktion geprüftes Laryngoskop mit Spatel der Größe 1, optional noch die Spatelgröße 0, eine kleine Magill-Zange, ein passender Führungsstab und Pflaster für die Tubusfixierung bereitgelegt. Ein Führungsstab wird wegen der Verletzungsgefahr der Trachea nur nach kritischer Indikationsstellung benutzt. Die Magill-Zange kommt v. a. bei der nasalen Intubation zum Einsatz.

Praxistipp

Wegen der besseren Handlichkeit ist die Intubation eines Säuglings mit einem schmalen Laryngoskopgriff einfacher.

Vorbereitung zur Herz-Kreislauf-Überwachung

Auch der Überwachungsmonitor wird auf die Anwendung bei Neonaten eingestellt. Eine kleine Blutdruckmanschette, kleine EKG-Elektroden, ein Klebesensor für die Pulsoxymetrie und eine säuglingsgerechte Temperatursonde werden bereitgelegt.

Vorbereitung von Infusionen

Zur kontrollierten Applikation von Infusionen werden sowohl eine Spritzenpumpe als auch eine Infusionspumpe bereitgestellt.

Um den zusätzlich bestehenden Basisbedarf, vorbestehende Defizite und intraoperative Verluste ausgleichen zu können, werden für Jonas' Operation 2 Infusionen gerichtet (z. B. NaCl 0,9 % und Elektrolytlösung mit 1–2 % Glukose) und getrennt voneinander über einen peripheren und einen zentralvenösen Katheter (ZVK) verabreicht. Der ZVK dient jedoch nicht nur der postoperativen parenteralen Ernährung, sondern bereits intraoperativ der Blutentnahme (z. B. zur Blutzuckerkontolle) und dem schnellen Ausgleich von Flüssigkeitsverlusten. Der ZVK wird, anders als beim Einsatz in der Erwachsenenanästhesie, bei Jonas auch als Volumenzugang benutzt, weil er relativ kurz und großlumig ist.

Die periphere Venenkanüle wird zur Substitution des Basisbedarfs mit glukosehaltiger Infusion genutzt.

Praxistipp

Um die Blutprobe für die wichtige Blutzuckeranalyse nicht zu verfälschen, wird über den ZVK am besten glukosefreie Infusionslösung verabreicht.

Vorbereitung von Medikamenten

Grundsätzlich sollten alle Medikamente so vorbereitet werden, dass sie genau dosiert werden können. Im Vorfeld wird die benötigte Menge berechnet.

Um die genaue Dosis verabreichen zu können, ist es sinnvoll, eine geeignete Spritzengröße oder Verdünnung zu wählen (z. B. 1 ml der Lösung enthält 1 mg der Substanz, Tuberkulinspritze verwenden).

Induktions- und Notfallmedikamente

Neben den immer vorzubereitenden Induktionsmedikamenten (z. B. Trapanal, Esmeron, Sufenta mite) – sie dienen zur evtl. Vertiefung der Narkose, auch wenn bei Jonas primär eine Narkoseeinleitung durch Inhalation volatiler Anästhetika geplant ist – werden auch Notfallmedikamente (Epinephrin, Succinylcholin) immer in auf das Körpergewicht bezogenen Spritzengrößen vorbereitet, um Notfälle beherrschen zu können.

Die größte Sicherheit bei der Applikation wird erzielt, wenn vertraute Medikamentenkonzentrationen verwendet werden. So macht die Applikation mithilfe einer Tuberkulinspritze auch die exakte Dosierung bei geringgewichtigen Säuglingen möglich.

„Was das Fangnetz für den Hochseilartisten, das ist die intraossäre Infusion für den Anästhesisten" (Jöhr 2009). Um eine rasche Gabe von Medikamenten garantieren zu können, sollte immer die Möglichkeit einer intraössären Punktion bestehen (▶ Abb. 45.5), s. auch ▶ Abb. 32.13.

Vorbereitung zur Temperaturregulation

Nach Erhöhung der Raumtemperatur von Einleitungs- und Operationssaal auf 26–28 °C und Vorwärmung des OP-Tisches mittels Wärmestrahler bleibt Jonas fortan in eine warme Decke eingehüllt unter dem Wärmestrahler auf dem OP-Tisch liegen.

Für den weiteren Verlauf ist eine auf Jonas' Körpergröße passende konvektive Wärmedecke vorbereitet.

Merke

Zur Vermeidung einer Verbrennung oder Überhitzung muss unbedingt der Mindestabstand zwischen Strahler und Patient eingehalten und die Aufwärmung der Haut wiederholt geprüft werden.

Abb. 45.5 Bohrer zur intraossären Punktion. (Uniklinikum Münster [Fotozentrale])

Vorbereitung zur Regulierung der Ausscheidung

Aufgrund von zu erwartenden erhöhten intraabdominellen Drücken (Baucheingriff) wird nach der Narkoseeinleitung eine Entlastungssonde oral in den Magen eingeführt. Das Lumen der Sonde sollte dabei groß gewählt werden (z. B. 12 Ch), da die über die Sonde abfließenden Sekrete eine ähnliche Konsistenz besitzen wie bei einem Erwachsenen. Wird postoperativ eine Magen- oder Ernährungssonde benötigt, wird am Ende der Operation die oral liegende Sonde entfernt und gegen eine kleinere, nasal liegende Magensonde ausgewechselt.

Während Jonas' Operation, die 2–3 h dauern kann, werden erhebliche Flüssigkeitsverluste durch Verdunstung aus dem Operationsgebiet und Abscheidung in den sog. dritten Raum erwartet, sodass eine Überwachung der Nierenfunktion notwendig wird. Wie bei einem Neugeborenen mit normaler Größe werden auch hier eine normale transurethrale Harnableitung (z. B. 6 Ch) sowie ein kleingraduiertes Urinsammelgefäß bereitgelegt.

45.3.4 Maßnahmen während der Einleitung

Jonas wird erst dann in den OP eingeschleust, wenn alle Vorbereitungen abgeschlossen sind. Wegen der o. g. Gefahren sollte der Ablauf so organisiert sein, dass das Kind so schnell wie möglich schläft, um die Zeitspanne, die Stress bedeuten kann, so kurz wie möglich zu halten.

Überwachung

Jonas wird mit einem EKG, der Pulsoxymetrie und einer Blutdruckmanschette versehen. Alle Kabel werden nach der Induktion zusätzlich am OP-Tisch gesichert, um bei einem versehentlichen Hängenbleiben der Kabel den kleinen Patienten nicht vom Tisch zu reißen.

Praxistipp

Deckt man die Kabel mit einem Tuch ab und fixiert dieses unter der Auflagematte des OP-Tisches, wird das Arbeitsfeld übersichtlicher und der Zugang zum Patienten erleichtert.

Solange er wach ist, darf Jonas niemals aus den Augen gelassen werden. Am besten wird er festgehalten oder auf den Arm genommen.

Einleitung

Ist das Monitoring komplett, wird eine Wärmelampe auf das Kind ausgerichtet. Nun wird Jonas inhalativ über eine Gesichtsmaske eingeleitet.

Die Gesichtsmaske sollte wie auch der Esmarch-Handgriff sanft angewendet werden, um einem Laryngospasmus vorzubeugen. Dazu fasst eine Hand stabilisierend hinter den Kopf des Kindes, während die andere die Maske mit den Bewegungen mitführt.

Venöser Zugang

Sobald Jonas schläft, wird ein venöser Zugang gelegt. Die Punktion sollte nicht während der Exzitationsphase stattfinden (Cave: Laryngospasmus!). Ist der Zugang gelegt und sicher fixiert, wird die Zuleitung der Spritzenpumpe mit glukosehaltiger Elektrolytlösung angeschlossen.

Merke

Maskeneinleitungen sind nicht stressärmer als die Einleitung über einen i. v.-Zugang. Daher ist die i. v.-Einleitung anzustreben.

Intubation und Magensonde

Jonas wird regulär intubiert, es besteht keine Indikation zur Rapid-Sequence-Induction, RSI (S. 707) und ihm wird per os eine Magensonde gelegt. Zugang und Magensonde werden sicher fixiert. Primär wird Jonas oral intubiert, um unnötige Verletzungen der Nase zu vermeiden. Da Jonas noch gestillt wird oder aus der Flasche trinkt, ist er auf seine Nasenatmung angewiesen. Daher sollte dieses Organ möglichst geschont werden.

Merke

Die Rapid-Sequence-Induction (RSI) bei Kindern sollte nur nach einer sehr strengen Indikationsstellung durchgeführt werden. Häufig überwiegen die Nachteile der RSI dem erhofften Nutzen deutlich.

ZVK

Der kleine Patient wird nun für die ZVK-Anlage gelagert. Dazu wird der Kopf überstreckt und die Schultern werden mit Tüchern hochgelagert. Zusätzlich wird das Kind mit Pflasterstreifen vor dem Herunterrutschen geschützt. Danach wird der gesamte OP-Tisch in eine leichte Kopftieflage gebracht. Um den Unterschied zwischen venösem und arteriellem Blut besser erkennen zu können, wird die Sauerstoffkonzentration auf 30 % gesenkt. Nach erfolgreicher Punktion der V. jugularis, wird die korrekte Position mittels einer EKG-Ableitung bestimmt, das Kind für die Operation gelagert und mit einem Wärmesystem versorgt.

Praxistipp

Die Fixierung des ZVKs sollte so erfolgen, dass postoperativ häufige Verbandwechsel entfallen, um eine Dislokation des Katheters zu verhindern. Eine Abstimmung mit den Pflegenden der nachbetreuenden Station ist hierbei anzuraten.

Es ist sinnvoll, den Säugling mit einer durchsichtigen Folie über der konvektiven Wärmematte zu bedecken. Er wird so gegen Wärmeverluste durch die Umgebungsluft isoliert und bleibt gleichzeitig gut sichtbar. Veränderungen der Hautfarbe können schnell bemerkt werden.

Im Operationssaal wird das Kind neu an die Monitore angeschlossen und die Kabel werden so sortiert, dass versehentlichem Zug vorgebeugt wird.

45.3.5 Intraoperative Begleitung

Während des gesamten Eingriffs ist mit folgenden potenziellen Problemen und Gefahren zu rechnen:

- Hypotonie durch Flüssigkeitsmangel und -verlust
- Hypoglykämie
- Hypothermie

Flüssigkeitshaushalt

Flüssigkeitsverluste sind bei Jonas v. a. durch die Verdunstung aus dem OP-Gebiet, den offen liegenden Darmanteilen und Blutverlusten zu erwarten. Eine Hypotonie kann die Folge sein. Wenn die maschinelle Blutdruckmessung keinen Wert mehr ermitteln kann, muss auch an eine bedrohliche Hypotonie gedacht werden.

Merke

Obwohl apparative Messungen bei Säuglingen störanfälliger als bei Erwachsenen sind, ist trotzdem dem ermittelten Wert so lange Glauben zu schenken, bis er durch andere – auch klinische – Überprüfung ausgeschlossen ist. Erst dann ist an ein messtechnisches Problem zu denken.

Der tatsächliche Flüssigkeitsbedarf beim Säugling liegt häufig höher als erwartet, worauf eine atemabhängig schwankende Pulsoxymetriekurve, ein niedriger ZVD und die nachlassende Urinausscheidung Hinweise geben können. Volumendefizite müssen abgeschätzt und ausgeglichen werden.

Hypoglykämie

Aufgrund von zu erwartenden Schwankungen des Blutzuckers wird zu Beginn der Operation eine venöse BGA aus dem ZVK entnommen, der Blutzucker bestimmt und nach Wert die Glukosezufuhr angepasst. Vor allem eine Hypoglykämie ist für den Säugling gefährlich (Bradykardie!). Bei kritischen Hypoglykämien wird eine Bolusapplikation vorgezogen, bei grenzwertigen Hypoglykämien eher eine Erhöhung der kontinuierlichen Gabe einer glukosehaltigen Basislösung. Die BZ-Kontrollen sollten mindestens stündlich wiederholt und später im Aufwachraum fortgesetzt werden.

Merke

Man sollte sich für BGA- und BZ-Bestimmungen bei Säuglingen auf die minimal notwendige Blutmenge beschränken, da auch diese Entnahmen zu Volumendefiziten führen.

Hypothermie

Während der gesamten OP-Dauer besteht für Jonas die Gefahr der Hypothermie weiter. Desinfektionsmittel und Spüllösungen sollten angewärmt und sparsam verwendet werden. Jonas darf nicht im Feuchten liegen. Der Einsatz intraoperativer Infusionswärmer ist – modellabhängig – nicht sinnvoll, da die Infusionsraten gering sind.

45.3.6 Maßnahmen zur Ausleitung

Für die Phase der Narkoseausleitung gelten ähnliche potenzielle Probleme wie während der Einleitung. So muss bei Jonas

besonders mit Atemeinschränkung durch Medikamente und Hypotonie oder Bradykardie gerechnet werden.

Sicherung der Atmung

Bei Jonas kommt der Sicherung der Atmung und der Atemwege auch in der Ausleitungsphase eine besondere Bedeutung zu. Medikamente, Narkosebeatmung, aber auch Vorerkrankungen können die Atmung nachhaltig beeinträchtigen. Weil Jonas auch in der Ausleitungsphase durch die Gefahr eines Laryngospasmus bedroht ist, muss darauf geachtet werden, dass während des Exzitationsstadiums nicht am Kind manipuliert wird, sondern Ruhe herrscht.

Merke

Eine Extubation kann entweder in tiefer Hypnose oder bei hellwachem Säugling stattfinden, jedoch nie in der Exzitationsphase.

Orales bzw. endotracheales Absaugen ist in aller Regel nicht notwendig und sollte auch nur sehr zurückhaltend eingesetzt werden, da die kindlichen Schleimhäute empfindlich sind und leicht mit Schwellung reagieren.

Thoraxeinziehungen können auf eine Verlegung oder Verengung der Atemwege und eine flache, ruckartige Atmung kann auf einen Relaxanzienüberhang hinweisen. Solche Probleme müssen vor der Extubation beherrscht werden, denn der Säugling kann nur kurze Zeit diese erhöhte Atemarbeit leisten.

Die Extubation kann bei Jonas unter Blähen geschehen, das den Hustenstoß imitiert und Sekretreste von den Stimmbändern katapultiert, was wiederum einem Larygospasmus vorbeugt. Nasopharyngeale (z. B. Wendl) oder oropharyngeale Tuben (z. B. Guedel) sollten nur äußerst zurückhaltend eingesetzt werden, da sie Schwellungen und gefährliche Reflexe auslösen können. Nach der Extubation wird Jonas auf die Seite gedreht, um seine Atmung zu erleichtern.

Herz-Kreislauf-Funktion

Stabile Kreislaufverhältnisse sind zur Beendigung der Narkose notwendig (▶ Tab. 45.3). Die Gabe von Infusionslösungen sollte – wenn überhaupt notwendig – nur kurz unterbrochen werden, da eine Hypovolämie schon nach kurzer Zeit möglich ist. Eine frühzeitige Sauerstoffgabe reduziert die Gefahr hypothermiebedingter Bradykardien beim Säugling. Die Überwachung der Herz-Kreislauf-Verhältnisse wird bis zur Verlegung in den Aufwachraum kontinuierlich fortgesetzt.

Praxistipp

Es ist sinnvoll, die Herzfrequenzmessung über das EKG zu ermitteln und nicht auf die Pulsmessung der Pulsoxymetrie zu vertrauen, da diese beim ersten „Zappeln" des Säuglings Artefakte zeigt und deshalb zu unsicher ist.

Körpertemperatur

Jonas wird in normothermem Zustand ausgeleitet (Wärmeschutz beachten), auf der Decke zur konvektiven Wärmetherapie mit einem dichten Tuch bedeckt und anschließend in das angewärmte Bett gelegt. Nach dem Umbetten wird das Kind mit der konvektiven Wärmedecke umhüllt, über die ein Baumwolltuch zur Befestigung gedeckt wird. Diese Wärmedecke kann auch im Aufwachraum beim Säugling zum Einsatz kommen, wo selbstverständlich die Körpertemperatur weiter kontrolliert wird.

Merke

Die Körpertemperatur des Säuglings muss auch nach der Narkoseausleitung kontrolliert werden. Dies gilt v. a., wenn Maßnahmen zur Regulation der Körpertemperatur fortgesetzt werden.

45.3.7 Aufwachraum

Für Kinder und Säuglinge im Aufwachraum gelten die gleichen Grundsätze zur klinischen und apparativen Überwachung, der Dokumentation und Dokumentationsintervalle wie für Erwachsene. Auch die Verlegungskriterien sind identisch mit denen bei Erwachsenen. Sie erfordern genaue Beobachtung, weil die Patientenbefragung und gezielte Aufforderung vor allem bei sehr kleinen Kindern nicht möglich ist. Besonderes Augenmerk richtet sich während Jonas' Aufwachraumphase auf die folgenden Problemfelder:

- Flüssigkeitsverluste über Drainagen und OP-Wunde
- Schmerzen und Angst
- Sturz- und Selbstverletzungsgefahr

Drainagen

Bei Jonas werden Art und Lage der Drainagen, deren Ablauf- und Soghöhe, ebenso Menge, Aussehen und Füllgeschwindigkeit festgestellt und dokumentiert. Die Drainageeinstichstellen und der Wundverband werden inspiziert.

Alle Drainagen werden spätestens im Aufwachraum mit gut haftendem Pflaster zusätzlich vor Zug gesichert. Durchgängigkeit, Zug- und Druckfreiheit der ableitenden Schläuche werden regelmäßig kontrolliert. Auch die periphere Venenverweilkanüle sowie der ZVK sind bei Jonas durch Dislokation oder Diskonnektion gefährdet.

Flüssigkeits- und Blutverluste

Nachblutungen, Flüssigkeits- und Blutverluste sind möglich und müssen zügig erkannt werden, denn aufgrund seines insgesamt kleineren Blutvolumens ist Jonas durch Blutverluste gefährdeter als größere Kinder oder Erwachsene. Eine Orientierung der Gesamtblutmenge und des Hämoglobingehaltes im Blut bei Kindern ermöglicht ▶ Tab. 45.7.

Neben der Überwachung von Herzfrequenz und Blutdruck geben die Wärme und Farbe der Haut, sowie die Durchblutung der Hände, Füße und Ohren einen Hinweis auf mögliche Flüssigkeits- und Blutverluste. Auch Jonas' Aktivität und Regsamkeit wird auf Veränderungen hin beobachtet.

Merke

Die Ursache für einen plötzlich stillen und passiven Säugling kann ein gefährlicher Flüssigkeits- oder Blutverlust sein. Es können akute und latente Volumendefizite vorliegen.

Tab. 45.7 Blutvolumen, Hämoglobin und Hämatokrit in unterschiedlichen Lebensaltern.

Altersgruppe	Blutvolumen (% des KG)	Gesamtblutmenge (ml; orientierend)	Hb (g/dl)	HK (%)
Neugeborenes	8,5	280	18–20	50–55
3 Monate	8,5	460	11–14	33
6 Monate		610		40
12 Monate		790		33–45
Kleinkind	8,0	1150	12	35
Schulkind	7,5	> 1650	12	40
Erwachsener	7,5	> 5 000	14	45

Die Urinausscheidung wird regelmäßig kontrolliert und dokumentiert. Ein Rückgang der Harnproduktion kann ebenfalls ein Hinweis auf einen akuten oder latenten Flüssigkeits- oder Blutverlust sein.

ZVK und periphere Zugänge

Es wird geklärt, ob die Magenablaufsonde entfernt werden kann. Vor allem der ZVK-Punktionsstelle, der Längenmarkierung des Katheters auf Hautniveau und seiner Fixierung gilt das besondere Augenmerk und die regelmäßige Kontrolle.

Merke

Pflegende müssen der Fixierung und Lage eines zentralen Venenkatheters höchste Aufmerksamkeit zukommen lassen. Bereits geringste Lageveränderungen können für kleine Kinder sehr gefährliche Folgen, wie Infusionsthorax oder organkomprimierende Paravasate haben.

Während Jonas' ZVK für weitere Infusionen genutzt wird, werden alle übrigen peripheren Venenkanülen mit NaCl 0,9 % durchgespült, fixiert und stillgelegt, sodass sie den Jungen nicht stören oder verletzen können.

Sturzgefahr

Obwohl Jonas noch passiv und müde erscheint, wird für die gesamte Betreuungszeit auf konsequent hochgezogene Bettbegrenzungen geachtet. Plötzliche Bewegungen und Rollversuche können sonst lebensgefährliche Folgen haben.

Auch beim Versorgen des im Kinderbett liegenden Säuglings wird ihm nie der Rücken zugewandt. Am besten wird Jonas immer mit einer Hand vor unkontrollierten Bewegungen und dem Herabstürzen gesichert. Auch seine Eltern werden hierüber informiert.

Merke

Wenn keine unmittelbare Betreuung am Kind stattfindet, bleiben die Bettbegrenzungen von Kinderbetten stets hochgezogen. Kinder werden bei pflegerischen Maßnahmen immer mit einer Hand festgehalten.

Verletzungen durch taumelnde Bewegungen und das Anstoßen des Kopfes können durch ein Abpolstern der Bettbegrenzungen vermieden werden.

Analgesie

Säuglinge empfinden Schmerzen wie Erwachsene. Sie bedeuten psychischen und körperlichen Stress, der ungünstige Stoffwechselvorgänge verstärken kann. Jonas hat deshalb bereits intraoperativ ein lang wirksames Analgetikum erhalten (z. B. Ben-u-ron Suppositorium).

Merke

Zeigt der Säugling Schmerzäußerungen, muss er so lange schmerzlindernd behandelt werden, bis eine deutliche Verbesserung der Situation eintritt.

▶ **Schmerzeinschätzung.** Die Interpretation von Weinen und Schreien ist bei Säuglingen schwierig. Eine Einschätzungshilfe bieten spezielle Schmerzskalen für Säuglinge, wie z. B. die „**K**indliche **U**nbehagen- und **S**chmerz**s**kala (KUSS)" nach Büttner (S. 599). Sie ist geeignet für Kinder bis zum Ende des 4. Lebensjahres. Zur Beurteilung wird das Kind 15 Sekunden lang beobachtet, wobei der Wachheitsgrad mit in Betracht gezogen werden muss. Bei 4 oder mehr Punkten besteht Bedarf an einer Schmerztherapie.

Für ältere Kinder besteht die Möglichkeit, Gesichterskalen zur Schmerzmessung zu verwenden. Damit die Kinder in der postoperativen Phase mit diesen Instrumenten umgehen können, ist es wichtig, dass die jeweilige Skala im Vorfeld erklärt wurde. Um Messfehler zu vermeiden, sollten nur Skalen eingesetzt werden, die auf die Darstellung von Emotionen (z. B. Weinen) verzichten. Siehe Kap. „Intensivmedizinische Versorgung von Säuglingen, Kindern und Jugendlichen" (S. 596).

▶ **Verlaufskontrolle.** Eine Verlaufskontrolle durch regelmäßige Beobachtung des Säuglings und die Befunddokumentation sind wichtig.

Bei Jonas wird Unwohlsein anderer Ursache durch Untersuchung ausgeschlossen, z. B. durch einen zu engen Verband, ziehende Drainagen, Hunger oder Erschrecken.

Merke

Auch wenn Hunger oder Unwohlsein möglich sind, sollten Pflegende immer zuerst evtl. vorhandene Schmerzen als Ursache von Schreien und Zappeln ausschließen.

Aufgrund des Verdachts auf Schmerzen erhält Jonas ein Opioid als Analgetikum. Mittels eines Stufenschemas wird zunächst die maximale Wirkung des Nichtopioidanalgetikums (z. B. Ben-u-ron Suppositorium zur Einleitung) ausgeschöpft, bevor ein Opioid titrierend verabreicht wird. Opioide werden intravenös gegeben. Im Anschluss an jede Gabe erfolgen eine Schmerzeinschätzung und die Dokumentation anhand der verwendeten Skala.

Jonas wird auf den Arm genommen und geschaukelt. Hierbei können seine gut informierten Eltern integriert werden. Das Einschleusen, die Begleitung und Information von Eltern kann sich einfacher gestalten als die Betreuung des schreienden Säuglings durch Pflegende. Generell ist es sinnvoll, den Mundschutz abzunehmen und sich beim Sprechen auf Jonas Höhe zu begeben.

Praxistipp

Weil Jonas noch nichts trinken darf, bekommt er zusätzlich einen mit Glukose 40 % beträufelten Schnuller gereicht. Diese Maßnahme hat häufig auch eine Art „analgetischen" und beruhigenden Effekt – ähnlich dem Stillen. Eine ruhige, warme, helligkeitsgedämpfte Umgebung und Jonas' Spieluhr helfen ebenfalls.

Verlegung

Jonas kann aus dem Aufwachraum verlegt werden, wenn Atmung, Herz-Kreislauf-Funktion, Aufnahme und Ausscheidung von Flüssigkeit ausgeglichen, Drainagen und Wundverhältnisse keine Nachblutungsgefahr erkennen lassen und er keine Schmerzen hat (▶ Abb. 45.6). Die pflegerische Übergabe umfasst alle Punkte, die auch bei Übergabe von erwachsenen Patienten wesentlich sind.

Praxistipp

Wichtig ist v. a. eine genaue Wiedergabe der aktuellen Situation, sodass mögliche Veränderungen von Jonas' Situation durch die nun zuständigen Pflegenden schnell erfasst werden können.

klinisch:
- Bewusstsein
- Pupillenreaktion
- Atmung
- Puls
- Hautfarbe/-temperatur
- Sensibilität
- Motorik/Muskelkraft
- Blasenfüllung/Spontanurin
- Blut- u. Sekretverluste über Drainagen, Verbände etc.

apparativ:
- EKG
- ST-Streckenanalyse
- arterieller Blutdruck
- zentraler Venendruck
- Pulsoxymetrie
- Kapnometrie
- Körpertemperatur
- Diurese
- Röntgenthorax

laborchemisch:
- Hb/Hkt
- BZ
- Na^+, K^+, (Ca^{2+})
- SvO_2
- arterielle Blutgase
- Blutgerinnung

Abb. 45.6 Mögliche Überwachungsmaßnahmen im Aufwachraum. (Roewer u. Thiel 2004)

45.4 Leseservice

45.4.1 Verwendete Literatur

Altemeyer KH et al. Kinderanästhesie. 5. Aufl. Kernen: Willy Rüsch AG; 1996

Büttner W et al. Entwicklung eines Fremdbeobachtungsbogens zur Beurteilung des postoperativen Schmerzes beim Säugling. Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 1998; 33: 353

Erb T, Frei FJ. Die Wahl des endotrachealen Tubus beim Säugling und Kleinkind mit oder ohne Cuff? Anaesthesist 2001; 6: 395

Frei F et al. Kinderanästhesie. Berlin: Springer; 1994

Heck M, Fresenius M. Repetitorium Anaesthesiologie. 3. Aufl. Berlin: Springer; 2001

Hoehl M, Kullick P. Kinderkrankenpflege und Gesundheitsförderung. 3. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2008

Jöhr M. Das Kind mit schwierigen Venen. Anaesthesist 2009; 58: 861–862

Jöhr M. Kinderanästhesie. 5. Aufl. München: Urban & Fischer; 2001

Jöhr M. Die Wahl der Tubusgröße beim Kind. Anaesthesist 2002; 4: 326

Jöhr M. Postoperative Schmerztherapie bei Kindern. Anaesthesist 1998; 10: 889

Kretz FJ. Anästhesierelevante Besonderheiten im Kindesalter. In: Kochs E et al., Hrsg. Anästhesiologie. ains. Bd. 1. Stuttgart: Thieme; 2001

Kretz FJ. Monitoring und Narkosesysteme in der Kinderanästhesie. Kochs E et al., Hrsg. Anästhesiologie. ains. Bd. 1. Stuttgart: Thieme; 2001

Kretz FJ. Praxis der Kinderanästhesie. In: Kochs E et al., Hrsg. Anästhesiologie. ains. Bd. 1. Stuttgart: Thieme; 2001

Kretz FJ. Postoperative Analgesie. In: Kochs E et al., Hrsg. Anästhesiologie. ains. Bd. 1. Stuttgart: Thieme; 2001

Kretz FJ. Postoperative Flüssigkeitssubstitution. Kochs E et al., Hrsg. Anästhesiologie. ains. Bd. 1. Stuttgart: Thieme; 2001

Latasch L, Freye E. Schmerz und Opioide bei Neugeborenen und Säuglingen. Anaesthesist 2002; 4: 272

Paetz B. Chirurgie für Pflegeberufe. 21. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2009

Roewer N, Thiel H. Anästhesie compact. 3. Aufl. Thieme, Stuttgart 2007

Roewer N, Thiel H. Taschenatlas der Anästhesie. 3. Aufl. Thieme, Stuttgart 2008

Schmidt JM, Strauß JM, Becke K et al. Handlungsempfehlung zur Rapid-Sequence-Induction im Kindesalter. Anästhesiologie und Intensivmedizin 2007, 9: 88–93

Schwarz U. Intraoperative Flüssigkeitstherapie bei Säuglingen und Kleinkindern. Anaesthesist 1999; 1: 41

Sümpelmann R et al. Empfehlungen zur perioperativen Infusionstherapie bei Neugeborenen, Säuglingen und Kleinkindern. Anästh Intensivmed 2007; 48: 71–72

Weiss M, Nicolai T, Einsatz von gecufften Endotrachealtuben bei Kindern in der Notfall- und Rettungsmedizin. Notfall Rettungsmed 2006; 9: 186–189

Zernikow B, Hrsg. Schmerztherapie bei Kindern. Berlin: Springer; 2001

45.4.2 Weiterführende Literatur

Bambrink A. Larynxmaske oder Tubus – gibt es in der Kinderanästhesie einen Goldstandard? Plexus 2002; 4: 53

Brune K et al. Schmerz – Pathophysiologie, Pharmakologie, Therapie. Berlin: Springer; 2001

Hornung M. Spinalanästhesie bei Kindern. In: Niesel HC, van Aken H, Hrsg. Lokalanästhesie, Regionalanästhesie, Regionale Schmerztherapie. 2. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2003

Jöhr M. Stellenwert der Regionalanästhesie bei Kindern. In: Niesel HC, van Aken H, Hrsg. Lokalanästhesie, Regionalanästhesie, Regionale Schmerztherapie. 2. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2003

Kretz FJ. Komplikationen in der Kinderanästhesie. In: Kochs E et al., Hrsg. Anästhesiologie. ains. Bd. 1. Stuttgart: Thieme; 2001

Reich A. Zentrale Blockaden. In: Niesel HC, van Aken H, Hrsg. Lokalanästhesie, Regionalanästhesie, Regionale Schmerztherapie. 2. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2003

Reich A, Klatthaar M. Ärztliche und pflegerische Aspekte der Spinalanästhesie bei ehemaligen Frühgeborenen. Intensiv 2002; 10: 1

Zernikow B. Schmerztherapie bei Kindern. Berlin: Springer; 2001

Zimmermann E. Elternverhalten im Aufwachraum (2001). Im Internet: http://www.Forum-Intensivpflege.de; Stand: 25.03,2010

45.4.3 Internetadressen

http://www.ak-kinderanaesthesie.de (schweizerische Interessensgemeinschaft für Anästhesiepflege, wissenschaftlicher Arbeitskreis Kinderanästhesie)

Kapitel 46

Anästhesie in der Neurochirurgie

46.1 Übersicht über den Fachbereich *802*

46.2 Besonderheiten in der Neurochirurgie *802*

46.3 Fallbeispiel: Clipping eines Aneurysmas *804*

46.4 Leseservice *808*

46 Anästhesie in der Neurochirurgie

Gabriele Stolecki, Dietmar Stolecki

46.1 Übersicht über den Fachbereich

Patienten im Rahmen der Neurochirurgie (NCH) weisen erkrankungsbedingt ein verändertes zentrales Nervensystem auf. Sowohl der Anästhesist als auch der Neurochirurg teilen sich dieses Zielorgan.

Das Patientenspektrum umfasst junge gesunde, durch traumatisch bedingte Ereignisse Betroffene als auch mehrfach erkrankte und alte Menschen.

46.1.1 Häufig durchgeführte Operationen

Die neurochirurgisch zu versorgenden Gebiete beziehen 4 Hauptgebiete ein, die in ▶ Tab. 46.1 dargestellt sind.

▶ **Stereotaktische Eingriffe .** Hierbei wird ein sog. Basisring aus Metall umlaufend am Kopf des Patienten mittels kleiner Hautdornen fest fixiert. Danach erfolgt via CCT über ein Raster eine exakte Kartierung des gesamten Hirns. Unter Zuhilfenahme eines Zielbügels lässt sich so der betroffene Bereich des Gehirns millimetergenau darstellen und punktieren (z. B. für eine Entnahme von Tumorgewebe zur Diagnosestellung bzw. -sicherung). Das Anlegen des Stereotaxiebügels erfolgt i. d. R. in Vollnarkose. Falls für den Eingriff ein ZVK erforderlich sein sollte, so muss dieser zwingend vor der Positionierung des Bügels erfolgen. Der Kopf des Patienten sollte nach erfolgter CCT-Kontrolle so wenig wie möglich, am besten jedoch gar nicht mehr bewegt werden. Geschieht dies trotzdem und der Stereotaxiebügel verrutscht nur minimal, muss die komplette Anlage inklusive des Kontroll-CCTs erneut erfolgen.

46.1.2 Häufig durchgeführte Narkoseverfahren

In der Neurochirurgie können abhängig vom Eingriff unterschiedliche Narkoseverfahren zum Einsatz kommen. Die Narkosen variieren zwischen kurzen und unkomplizierten Verfahren bis hin zu lang andauernden, aufwendigen und anspruchsvollen Procedere, einhergehend mit hohen Blutverlusten (z. B. in der Tumorchirurgie der Wirbelsäule).

Das Monitoring und das anästhesiologische Equipment werden dem Ausmaß des operativen Eingriffs, dem Patienten und dessen Begleit- bzw. Vorerkrankungen angepasst und unterscheiden sich weder in der Vorbereitung noch in der Durchführung von anderen chirurgischen Maßnahmen.

Bei NCH-Operationen empfiehlt sich der Einsatz eines Woodbridge-Tubus, um ein Abknicken durch Lagerung und Abdeckung zu vermeiden und somit den Atemweg optimal zu sichern. Bei Eingriffen am Schädel bietet eine Tubusverlängerung („Gänsegurgel") mehr Bewegungsfreiheit und weniger Zug auf den Tubus. Alle möglichen Diskonnektionsstellen werden zusätzlich gesichert und engmaschig kontrolliert.

Ebenso wie bei anderen Operationen werden sowohl Lagerung und Fixierung sowie das Wärmemanagement (hier Ganzkörperdecke) regelmäßig überprüft und nachreguliert.

Merke

Die anästhesiologische Betreuung des neurochirurgischen Patienten beinhaltet neben stabiler Hämodynamik, angepasstem Wärmemanagement und – falls erforderlich – auch ein Absenken des Hirndruckes. Ein zügiges Erwachen des Patienten zum Ende des Eingriffs ist anzustreben. Dadurch kann eine suffiziente neurologische Beurteilung schnellstmöglich erfolgen.

46.2 Besonderheiten in der Neurochirurgie

46.2.1 Anatomie und Physiologie

Die arterielle Hauptversorgung des Gehirns erfolgt über die A. carotis und A. vertebralis, der venöse Rückfluss (die Venen sind klappenlos) über die V. jugularis interna und V. vertebralis (▶ Abb. 46.1).

Perfusion des Gehirns (CBF)

Bedingt durch die Autoregulation des zerebralen Gefäßsystems wird der Blutfluss bei einem arteriellen Mitteldruck (MAP) zwischen 60 und 140 mmHg konstant gehalten. Veränderungen des systemischen Blutdrucks innerhalb dieses Referenzbereichs ergeben **keine** Veränderungen des zerebralen Blutflusses. Der CBF beträgt ca. 700 ml/min, das sind ca. 15 % des HZV.

Eine Hyperkapnie infolge einer Hypoventilation bedingt eine zentrale Vasodilatation und führt zu einer Zunahme der zerebralen Perfusion. Im Gegenzug bedingt die Hyperventilation eine Abnahme des $PaCO_2$. Daraus resultiert eine Vasokonstriktion mit Reduktion der Hirnperfusion.

Intrakranieller Druck (ICP)

Der ICP ergibt sich aus dem zerebralen Blutvolumen (CBV), der Liquormenge und dem Hirnvolumen. Der Normwert beträgt 10–15 mmHg.

- 15–20 mmHg sind kritisch und bedürfen engmaschiger Kontrolle.
- 20–25 mmHg sind pathologisch.
- Bei > 30 mmHg besteht Einklemmungsgefahr.

Bei Liquorabflussstörungen, intrakranieller Raumforderung oder Ödembildung erhöht sich der ICP. Mögliche Folgen sind

Tab. 46.1 Versorgungsbereiche in der Neurochirurgie (Beispiele).

Schädel	Wirbelsäule	Nervensystem	Neuroradiologie (diagnostisch und interventionell)
• Blutungen: subdural, epidural • Aneurysma • Tumore • Liquordrainage • Abszess • Transphenoidale Eingriffe an der Hypophyse • stereotaktische Eingriffe, PE-Entnahme • Hirntiefenstimulation	• zervikaler oder lumbaler Bandscheibenvorfall • Korrektur und Stabilisierung bei angeborenen Deformitäten • Frakturen (z. B.Fixateur interne) • Stenosen am Zervikalkanal	• Nervenrekonstruktionen und -transplantationen • Plexuschirurgie • Karpaltunnelsyndrom	• CCT, MRT(ggf. Punktionen unter Sicht, intraoperative Überprüfung von OP-Ergebnis) • zerebrale Angiografie • stereotaktische PE-Entnahme • Coiling eines Aneurysmas • Kyphoplastie • Vertebroplastie

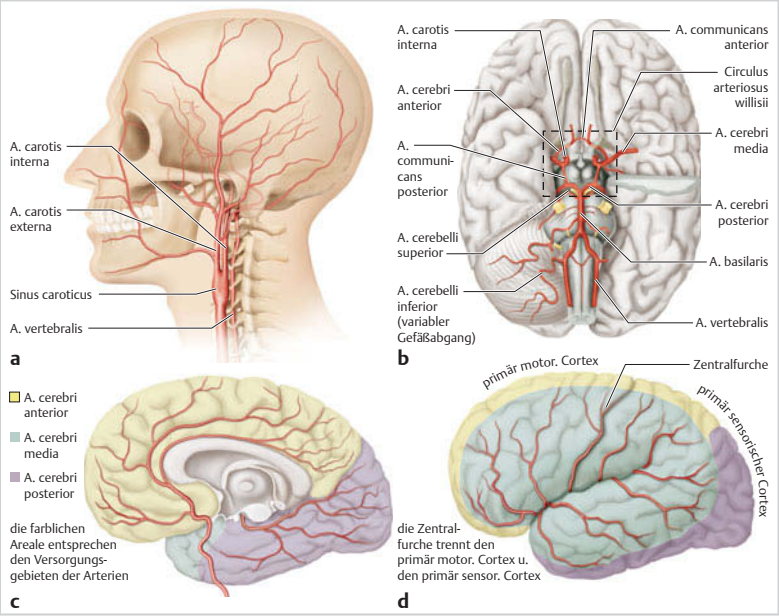


Abb. 46.1 Blutversorgung des Gehirns. (Eck et al. 2009)
a Blutversorgung des Kopfes von der Halsschlagader (A. carotis communis).
b Arterien der Hirnbasis mit dem Circulus arteriosus Willisii.
c Arterien der Hirninnenseite.
d Arterien der Hirnaußenseite.

eine zerebrale Ischämie und/oder eine Einklemmung einzelner Hirnanteile.

Zerebraler Perfusionsdruck (CPP)

Der CPP wir durch die Autoregulation aufrechterhalten. Die Berechnung des CPP ergibt sich aus der Differenz von mittlerem arteriellem und intrakraniellem Druck: CPP = MAP – ICP.

Bei einer gestörten Autoregulation dient er der Aufrechterhaltung des zerebralen Blutflusses und somit der Blutversorgung des Gehirns.

46.2.2 Lagerungen in der Neurochirurgie

Im Rahmen der unterschiedlichen OPs kommen 3 hauptsächliche Lagerungsvarianten zum Tragen, deren Indikationen in ▶ Tab. 46.2 aufgezeichnet sind.

Unter Berücksichtigung aller lagerungsrelevanten Parameter bedingt die klassische Rückenlage aus anästhesiologischer Sicht die geringsten Komplikationen.

Lagerungsbedingte Komplikationen

Rückenlage mit Seitendrehung

Bei einigen Operationen wird der Patient in Rückenlage seitlich bis max. 30° gedreht oder verbleibt in gerader Rückenlage mit ausschließlich seitlich gedrehtem Kopf, der mittels einer speziellen Klemme, der sog. Mayfield-Klemme (S. 807), starr fixiert wird.

Um eine Schädigung des Plexus brachialis zu vermeiden, wird die oben liegende Extremität sowohl gepolstert und zusätzlich gesichert, der Rumpf wird sicher fixiert.

Abb. 46.2 Lagerungshilfsmittel Kopflage. (G. Stolecki)

Merke

Bedingt durch venöse Abflussstörungen bei der Kopffixierung kann es im schlimmsten Fall durch eine Schädigung des zervikalen Rückenmarks zu einer Querschnittslähmung kommen.

Merke

Das Anheben oder Absenken des Kopfes darf bei eingesetzter Mayfield-Klemme **nur** mit dem gesamten OP-Tisch erfolgen und **niemals** als isoliertes Manöver! Durch die starre Fixierung würde es sonst im schlimmsten Falle zum Abriss des Rückenmarks kommen!

Bauchlage bzw. Concord-Lage

Beide Arme des Patienten werden seitlich gerade am Körper entlang nach hinten gelagert (wie die V-förmige Silhouette des gleichnamigen Flugzeugs Concorde). Der Kopf des Patienten liegt in einem speziellen Kissen (▶ Abb. 46.2), welches mittels Aussparungen weder Druck auf Augen, Nase und Ohren aufkommen lässt und einen freien Zugang zu Tubus und Magen-

Tab. 46.2 Lagerungen bei neurochirurgischen Operationen.

Rückenlage (RL), RL mit seitlich gedrehtem Kopf sowie 30 °-Seitenlagerung	Bauchlage (BL) und modifizierte BL, die sog. „Concord-Lage“	sitzende Lagerungen (SL), sog. „Beach-Chair“-Lagerung
• HWS-OP mit ventralem Zugang • Kraniotomie mit frontotemporalem operativen Zugang • Hypophysen-OP mit transnasalem operativen Zugang	• Wirbelsäuleneingriffe bei Tumoren, Stenosen, Bandscheibenvorfall, Frakturen, Hämatom- oder Abszessausräumung	• Eingriffe an hinterer Schädelgrube

Abb. 46.3 Sitzende Position bei Eingriffen an der hinteren Schädelgrube. (Schulte am Esch et al. 2011)

sonde ermöglicht. Unter diesem Lagerungskissen ist ein Spiegel angebracht, der eine freie Sicht auf die gepolsterten bzw. freiliegenden Anteile des Gesichts und des Tubus ermöglicht. Thorax und Abdomen werden wie bei anderen Eingriffen, die in Bauchlage ausgeführt werden, gelagert, gepolstert und engmaschig kontrolliert, ebenso wie die Extremitäten und die freie Ablaufmöglichkeit des Dauerkatheters.

Sitzende Lagerung

In dieser Position kann bei der Aufrichtung des Patienten eine arterielle Hypotension auftreten. Daher ist anzuraten, das Aufsetzen stufenweise unter engmaschiger arterieller RR-Kontrolle und angepasster Volumensubstitution durchzuführen (▶ Abb. 46.3). Bei Eingriffen an der hinteren Schädelgrube wird ein erweitertes Monitoring angelegt:

- Magensonde
- Blasenverweilkatheter mit Thermistor
- invasive RR-Messung
- 3-lumiger ZVK plus ZVD-Messung
- BGA-Kontrollen in kurzen Intervallen
- Ultraschalldoppler oder TEE (transösophageale Echokardiografie)
- ggf. PAK bzw. PICCO bei High-Risk-Patienten

Merke

Die größte Gefahr bei der sitzenden Position ist die Luftembolie.

▶ **Luftembolie.** Da sich das Operationsgebiet deutlich oberhalb des Herzniveaus befindet, bildet sich in den Durasinus und intrakraniellen Venen ein negativer Druck. Wird intraoperativ eine dieser Venen eröffnet, kommt es durch die angesaugte Luft zu einer venösen Luftembolie. Diese kann je nach Luftmenge letal sein. Die Zeichen der Luftembolie sind in ▶ Tab. 46.3 dargestellt.

Tab. 46.3 Zeichen und Maßnahmen bei Luftembolie.

Symptome	Maßnahmen
Anstieg von • $paCO_2$ • Pulsfrequenz • PAP • ZVD	• sofortige Nachricht an Operateur und Unterbrechung des Eingrffs → von operativer Seite Verschluss der eröffneten Sinus mittels NaCl-Spülung, Knochenwachs oder manueller Kompression durch den Operateur
Abfall von • paO_2 • $etCO_2$ • RR • HZV	• sofortige Kopftieflage • F_iO_2 1,0 • schnellstmögliche Aspiration der eingesaugten Luft via ZVK und aufgesteckter Spritze • danach, falls möglich Linksseitenlage, damit keine Luft in die Pulmonalarterie gelangen kann • Kreislaufstabilisierung • ggf. CPR
Sonstiges • Herzrhythmusstörungen • Herz-Kreislauf-Versagen • Doppler → Mühlradgeräusch (je lauter desto größer die Luftmenge) • TEE: Luft in Vorhof und Ventrikel	

Tab. 46.4 Einfluss verschiedener Pharmaka.

ICP-Senkung	Minderung des O_2-Verbrauchs	Blutfluss-Senkung
• Propofol • Etomidate • Barbiturate • Osmodiuretika	• Benzodiazepine • Opioide	• Propofol • Etomidate • Barbiturate • Benzodiazepine • Opioide

46.2.3 Auswirkungen der Anästhetika auf den ICP

Einige volatile Anästhetika erhöhen den ICP, eine große Anzahl i. v.-Anästhetika senken ihn. Pharmaka, die bei NCH-OPs zum Einsatz kommen, verändern sowohl den intrakraniellen Druck als auch den zerebralen Blutfluss und den O_2-Verbrauch. Eine Übersicht dazu gibt ▶ Tab. 46.4.

Erhöhung des ICP

Volatile Inhalationsanästhetika erhöhen dosisabhängig den ICP, Opiatantagonisten und Vasodilatatoren ebenfalls. Glukoselösungen dürfen nur unter strenger Indikation appliziert werden, da durch deren Metabolisierung freies Wasser entsteht und damit der ICP angehoben wird.

Ketamin wird kontrovers diskutiert, da es einerseits neuroprotektiv wirkt, andererseits bei gestörter Autoregulation den ICP erhöht.

Die Messung des intrakraniellen Drucks erfolgt i. d. R. über eine Ventrikeldrainage. Sie kann sowohl zur Therapie als auch zur Diagnostik eingesetzt werden, da z. B. gewonnener Liquor zu Untersuchungszwecken entnommen werden kann. Die Ventrikeldrainage kann epidural oder im Seitenventrikel platziert werden (▶ Abb. 46.10).

46.3 Fallbeispiel: Clipping eines Aneurysmas

Fallbeispiel

Frau Krollmann, 36, ist selbstständige Friseurin, geschieden und hat einen Sohn im Alter von 11 Jahren. Bei ihr wurde als Zufallsbefund im Rahmen einer zahnärztlichen Behandlung im Schädel-CCT ein Aneurysma (▶ Abb. 46.4) der A. carotis interna festgestellt.

Sie hat keine Einschränkungen in ihren Alltagsaktivitäten und betreibt regelmäßig Ausdauersport. Anamnestisch zeigen sich ebenfalls keinerlei Besonderheiten, sie raucht nur gelegentlich und nimmt seit 6 Jahren kontinuierlich Antikonzeptiva per os.

Da das Aneurysma recht groß und von operativer Seite leicht zugänglich ist, wird vom Neurochirurgen ein konventionelles Clipping angestrebt (▶ Abb. 46.5).

Abb. 46.4 Breitbasiges Aneurysma. (G. Stolecki)

Abb. 46.6 Gelapptes Aneurysma. (G. Stolecki)

Klassifikation der Subarachnoidalblutung

Grad	Klinische Symptomatik
0	nicht rupturiertes Aneurysma
I	asymptomatisch oder leichte Kopfschmerzen
II	mäßige bis schwere Kopfschmerzen, Meningismus
III	starke Kopfschmerzen, Somnolenz, leichte neurologische Ausfälle
IV	Sopor, schwere neurologische Ausfälle, vegetative Störungen
V	Koma, Streckphänomene

Abb. 46.7 Klinische Klassifikation der Subarachnoidalblutung. (nach Hunt u. Hess 1968)

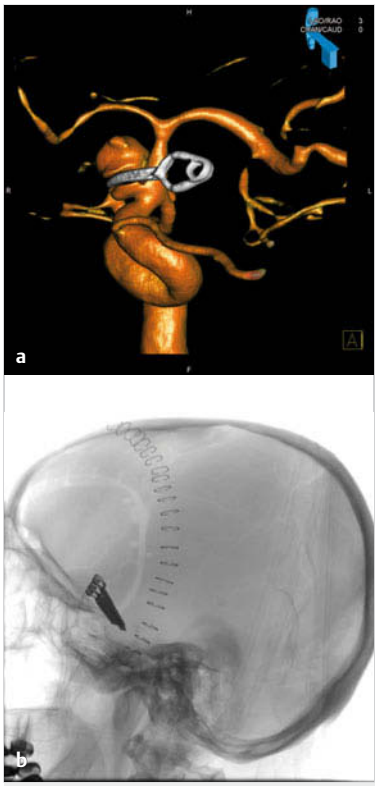


Abb. 46.5 Intrakranielles Aneurysma der Hirnarterien. (Paetz 2013)

a Der operativ eingebrachte Metallclip (grau) klemmt die Blutzufuhr zu dem darüber gelegenen Aneurysma ab (3-dimensionale CT-Darstellung).

b Metallclip im Schädel zur Aneurysmaausschaltung. Man sieht zudem die Hautklammern nach der Kraniotomie (postoperative Röntgenaufnahme).

Tab. 46.5 Klassifikation nach Fisher (1980), sog. Fisher-Score.

Fisher-Grad	Diagnostik
1	• kein Blut im Subarachnoidalraum sichtbar
2	• diffuse Ablagerung oder dünne Schicht mit allen vertikalen Schichten des Blutes (interhemisphärische Fissur, Inselzisterne) mit weniger als 1 mm Dicke
3	• lokalisierte Koagel und/oder eine Schicht von mehr als 1 mm Dicke
4	• intrazerebrale oder intravesikuläre Gerinnsel mit oder ohne SAB

46.3.1 Notwendigkeit und Ziel des Eingriffs

Definition

Unter einem zerebralen Aneurysma versteht man eine sackförmige Ausstülpung einer Hirnarterie. Ihre Größe kann zwischen wenigen Millimetern bis hin zu mehreren Zentimetern variieren (▶ Abb. 46.6).

Aneurysmen sind häufig an Gefäßverzweigungen lokalisiert, treten überdurchschnittlich oft bei Frauen zwischen dem 35. und 65. Lebensjahr auf und sind, wenn nicht symptomatisch, vielfach Zufallsbefunde. Rupturiert ein zerebrales Aneurysma, kann durch die daraus resultierende Subarachnoidalblutung (SAB) eine lebensbedrohliche Situation entstehen (▶ Abb. 46.7).

Parallel kann auch eine Beurteilung nach der Klassifikation von Fischer anhand der Diagnostik mittels CCT-Bildmaterial erfolgen (▶ Tab. 46.5).

Die Lokalisation eines Aneurysmas verteilt sich auf die A. cerebri anterior und die A. carotis interna mit je ca. 35 %, A. cerebri media mit ca. 20 % und den vertebrobasilären Arterien mit ca. 10 %.

Die Prognose eines rupturierten Aneurysma ist schlecht. Etwa 20 % der Patienten versterben und 40–50 % haben im Anschluss eine mehr oder weniger stark ausgeprägte irreversible Behinderung.

Bei Frau Krollmann wurde mittels zerebraler Panangiografie ein Aneurysma sicher diagnostiziert. Aufgrund der dünnwandigen Struktur des Aneurysmasacks droht durch Blutdruckspitzen, Pressen, Husten und Anstrengungen jeder Art eine Ruptur.

Für die operative Therapie haben sich 2 Verfahren etabliert:

1. **Verschluss des Aneurysma-Ansatzes (sog. „Hals oder Stiel") mittels eines oder mehrerer Titanclips:** Dieses Verfahren eignet sich besonders, wenn ein Hals oder Stiel vorliegt. Deutlich schwieriger gestaltet sich die sichere Positionierung des oder der Clips bei einem breitbasigen (flächigen) Aneurysma (▶ Abb. 46.4).
2. **Einbringen von Platinspiralen (sog. „Coils") in den Aneurysmasack** (▶ Abb. 46.8)**:** Coils sind haarfeine, extrem eng aufgewickelte Platinspiralen, welche mittels Seldinger-Technik über die A. femoralis bis zum Aneurysmasack vorgeschoben werden. Aufgrund

Abb. 46.8 Einlage der ersten Coils in den Aneurysma-Sack. (G. Stolecki)

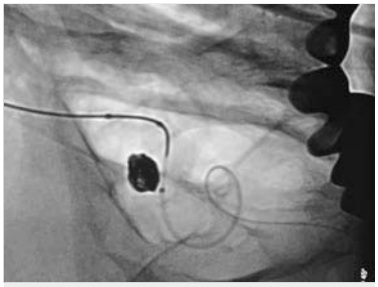


Abb. 46.9 Aneurysma mit Coils ausgefüllt. (G. Stolecki)

ihrer Wicklung legen sie sich nach dem Einbringen und Ablösen aus ihrer Halterung eng in die Aussackung und füllen diese bei optimalem Verlauf vollständig aus (▶ Abb. 46.9). Das Einbringen von bis zu 20 einzelnen Coils in einen großen Aneurysmasack ist keine Seltenheit. Das Coiling wird immer in Allgemeinanästhesie durchgeführt.

Das Ziel beider Methoden besteht darin, die Gefäßaussackung vom zerebralen Blutkreislauf auszuschließen.

46.3.2 Probleme und Ängste der Patientin

Da bei Patienten mit asymptomatischem Aneurysma vor allem die psychische Belastung im Vordergrund steht, bedarf diese der besonderen Aufmerksamkeit.

Frau Krollmanns Hauptsorge gilt ihrem minderjährigen Sohn und der Sicherung seiner Versorgung. Sie hat im Vorfeld Maßnahmen getroffen, falls sie selbst durch den perioperativen Verlauf nicht oder eingeschränkt handlungsfähig sein sollte. Existenzielle Angst bezüglich ihrer beruflichen Situation als Selbständige sowie die Sorge um bleibende physische und psychische Schädigungen sind allgegenwärtig. Trotzdem möchte sie „die tickende Bombe im Kopf" schnellst möglich loswerden und den Eingriff hinter sich bringen. Gerade bei dieser Patientin ist die fachliche, soziale und persönliche Kompetenz des betreuenden Teams daher in höchstem Maß wichtig.

Tab. 46.6 Narkose- und Operationsschwierigkeiten bei Aneurysmaclipping.

Narkoseschwierigkeiten	Operationsschwierigkeiten
• Angst → Herzfrequenz und RR ↑ • Kälte → Muskelzittern, RR ↑ • Schädigung durch inadäquate Lagerung • Herzrhythmusstörungen bei SAB häufig • Blutdruckspitzen → Gefahr der Ruptur • Meningismus → erschwerte Intubation bei nicht möglicher oder eingeschränkter Reklination des Kopfes • Aspiration → Übelkeit und Erbrechen bei SAB häufig • thorakale Druckerhöhung → Husten und Pressen durch zu flache Narkose • Kreislaufinstabilität bei Ruptur • Luftembolie bei sitzender Lagerung • Auswahl der Pharmaka: ◦ keine Steigerung des ICP zulassen ◦ neuroprotektive Wirkung beachten • adaptierte Beatmung: ◦ Cave: ausgeprägte Hyperventilation bedeutet eine zerebrale Ischämie • Flüssigkeitstherapie: ◦ isomolare Lösungen erhalten die normale Plasmaosmolarität ◦ Glukose nur unter strenger Indikation applizieren	• Lagerungsprobleme → Fixierung mittels Mayfield-Klemme • Blutung → Ruptur, Perforation • Vasospasmus • Thromboembolien • Hydrozephalus → Liquorabflussstörungen • Rezidivblutungen → inkompletter Verschluss des Aneurysmasacks • Hirnödem

46.3.3 Schwierigkeiten bei Narkose und Operation

Da bei Frau Krollmann keine Subarachnoidalblutung mit ihren Begleiterscheinungen besteht, ist bei der Prämedikation unbedingt auf eine anxiolytische und sedierende Wirkung zu achten. Zudem ist präoperativ ein konvektives Wärmemanagement, ein sog. Prewarming (S. 714), erforderlich. ▶ Tab. 46.6 zeigt wesentliche Probleme bei Narkose und OP auf.

Um möglichen Komplikationen bei einer Clipping-OP begegnen zu können, ist ein erweitertes Monitoring notwendig.

46.3.4 Vorbereitung zur Narkose

Der Narkosearbeitsplatz wird auf Vollständigkeit und Funktionstüchtigkeit überprüft und werkseitig vorgegebene Gerätechecks werden durchgeführt. Siehe Kap. „Inbetriebnahme des Narkosearbeitsplates" (S. 697).

Zum Aufgabenbereich der Fachpflegenden gehört die Bereitstellung der kliniküblichen und patientenadaptierten Medikamente, ebenso wie das dazugehörige Monitoring. Bei evtl. auftretenden Intubationsproblemen sollte jederzeit der Zugriff auf das Equipment zum „Critical-Airway-Management" gegeben sein. Siehe Kap. „Vorbereitung des Instrumentariums zur Sicherung des Atemweges" (S. 704).

Eine ausreichende Menge warmer Infusionslösungen und die Bestätigung des Labors bzgl. Blutgruppe und gekreuzter Erythrozytenkonzentrate in ausreichender Menge sind obligat.

Praxistipp

Eine kurze, nochmalige präoperative Absprache im anästhesiologischen Team zum Procedere hat sich bewährt und dient sowohl der Sicherheit der Patientin als auch der Ablauforganisation.

Technische Vorbereitungen

Für Frau Krollmann werden folgende Materialien vorbereitet:

Medikamente

Zur Narkoseeinleitung wird benötigt:
- Mecain 1 % zur Lokalanästhesie zur Insertion der peripheren Venenverweilkanüle und arteriellen Kanüle
- 0,2 mg Fentanyl zur Einleitung sowie 0,3 mg Fentanyl vor Anlage der Mayfield-Klemme
- 200 mg Propofol 1 %
- 50 mg Esmeron

Zur Aufrechterhaltung der Narkose wird gebraucht:
- 500 mg Propofol 1 % via Spritzenpumpe
- 1 mg Ultiva in 50 ml NaCl 0,9 via Spritzenpumpe
- 1 mg Arterenol in 50 ml NaCl 0,9 via Spritzenpumpe

Außerdem sind vorzubereiten:
- Notfallmedikamente (kliniküblicher Notfallspritzensatz)
- Antibiose (Antibiotikum auf Wunsch des Operateurs bzw. nach Klinikstandard)

Geräte

Neben dem Standardmonitoring sind folgende Vorbereitungen zu treffen:
- Set zur invasiven RR- und ZVD-Messung
- mind. 3 Spritzenpumpen
- BIS-Monitoring zur intraoperativen Überwachung der Narkosetiefe
- ggf. ein Schnellinfusionssystem (z. B. Level-one)
- ein Ultraschallgerät zur ZVK-Anlage
- ein Sell-Saver in Bereitschaft

Material

Neben dem üblichen Intubationsmaterial (hier Woodbridge-Tubus) werden gestellt:
- 2 großlumige Venenverweilkanülen
- Sets zur Anlage eines Trilumen-ZVKs und zur arteriellen Kanülierung
- Blasenkatheter mit Thermistor
- Magensonde
- sterile Handschuhe und Unterlagen

Bei Eingriffen im vorderen Schädelbereich ist dringend auf einen Schutz der Augen (Augensalbe, -gel plus Polstermaterial und Pflaster) zu achten, da bei der Hautdesinfektion des OP-Gebietes Flüssigkeit in die Augen gelangen und zu schweren Schädigungen führen kann. Das Gel schützt zusätzlich die Hornhaut der Augen bei inkomplettem Lidschluss vor dem Austrocknen. Augensalbe oder -gel kommt zum Schutz der Augen bei jedem Eingriff in Vollnarkose zum Einsatz.

46.3.5 Maßnahmen während der Einleitung

Frau Krollmann wird vom OP-Pflegepersonal eingeschleust und auf dem OP-Tisch gelagert. Die Auflageflächen sind mittels Tempura-Matte optimal gepolstert, die Patientin ist zugedeckt und beide Beine sind sicher fixiert. Beide Arme liegen auf Armschienen.

Bei der Übernahme durch das Anästhesieteam wird nochmals die Identität der Patientin geprüft und evtl. aktuell aufgetretene Probleme hinterfragt.

Frau Krollmann wirkt bedingt durch die Prämedikation ruhig und gibt an, froh zu sein, dass es „jetzt endlich losgeht". Sie ist nüchtern, Schmuck, Zahnprothese und Piercing wurden entfernt. Die Reklination des Kopfes, die Mundöffnung, der Zahnstatus sowie die Beweglichkeit der HWS sind unauffällig.

Handlungsabfolge jeder Narkoseeinleitung ist:
- Ruhige Atmosphäre schaffen.
- Empathischen Umgang mit dem Patienten pflegen.
- Prewarming sicherstellen.
- Arbeiten am Patienten bündeln, um Wärmeverluste durch häufiges Aufdecken zu vermeiden.
- Patienten über den Ablauf verständlich aufklären und informieren.
- Unnötige Reize (grelles Licht, Schmerzreize, laute Gespräche, Hektik, Telefonate usw.) unbedingt vermeiden.
- Patientenadaptierte Grenzwerte am Monitor einstellen.
- Alle angeforderten Untersuchungsbefunde und Dokumente nochmals kontrollieren.
- Zeitnah und vollständig dokumentieren.
- Anlage einer peripher venösen großlumigen Venenverweilkanüle unter sterilen Kautelen
- Lagerung, Polsterung und Fixierung des Patienten wiederholt kontrollieren.
- Abschließend erneut alle benötigten Geräte, Materialien und Medikamente visuell checken.

Vor der Narkoseeinleitung platziert der Anästhesist bei Frau Krollmann eine arterielle Kanüle zur invasiven Blutdruckmessung in der A. radialis links in Seldinger-Technik. Diese Maßnahme ist zur engmaschigen Überwachung evtl. auftretender Blutdruckspitzen (Gefahr der Ruptur des zerebralen Aneurysmas) unerlässlich.

Nach ausreichender Präoxygenierung wird die Patientin in tiefer Narkose intubiert, um thorakale Druckerhöhungen durch Würgen, Pressen oder Husten zu vermeiden. Nach der Sicherung des Atemwegs und der Platzierung der Magensonde erfolgt die Aufrechterhaltung der Narkose mittels kontinuierlicher Applikation von Ultiva und Propfol via Perfusoren und die Applikation des Antibiotikums.

Nach der Anlage des 3-lumigen ZVKs über die rechte V. jugularis interna, Fixierung mittels Hautnaht und sterilem Verband folgt die Insertion des transurethralen Blasenverweilkatheters mit Thermistor. Er dient sowohl der exakten Flüssigkeitsbilanzierung (Stundenurin) als auch der Temperaturkontrolle. Abschließend wird Frau Krollmann mit einer Ganzkörperwärmedecke isoliert und die Lagerung erneut geprüft.

► **Kopffixierung mittels Mayfield-Klemme.** Nach der Narkoseeinleitung sind alle Vitalparameter unverändert im Normbereich. Die Patientin wird in Rückenlage mit seitlich gedrehtem Kopf in einer Mayfield-Klemme fixiert. Bei der Mayfield-Klemme handelt es sich um eine 3-Punktfixierung des Kopfes, einer sog. „scharfen Fixierung". Mittels wieder verwendbarer Stahldornen wird der Kopf der Patientin starr mit einer Halterung am OP-Tisch verbunden. Das Einsetzen der scharfen Metalldornen in die Schädeldecke setzt einen starken Schmerzreiz und wird vom Operateur frühzeitig angekündigt. Im unmittelbaren Anschluss an diese Ankündigung erfolgt durch Bolusgaben von Fentanyl, Propofol und Ultiva eine Vertiefung der Narkose.

46.3.6 Intraoperative Begleitung

Im Zeitrahmen des gesamten Eingriffs ist mit folgenden potenziellen Problemen zu rechnen:
- erhöhter ICP
- Ruptur des Aneurysmas
- Hirnödem

► **Erhöhter intrakranieller Druck.** Zur Vermeidung der intrakraniellen Drucksteigerung ist eine tiefe Anästhesie anzustreben. Da volatile Anästhetika zu einer Vasodilatation führen und somit der Hirndruck gesteigert wird, ist eine TIVA zu bevorzugen. Eine milde Hyperventilation mit einem PCO_2 bei 30–35 mmHg und ein zerebraler Perfusionsdruck > 50 mmHg senken den ICP. Intermittierende Blutdruckspitzen müssen vermieden werden (Ruptur). Nach erfolgtem Clipping sollte der MAP auf einen Wert von mind. 90 mmHg angehoben werden.

► **Ruptur des Aneurysmas.** Präventiv wird der ICP gesenkt, die Normovolämie aufrechterhalten und eine tiefe Narkose herbeigeführt. Bei einer Ruptur und einer daraus resultierenden lebensbedrohlichen Blutung hat die Volumensubstitution zur Kreislaufstabilisierung oberste Priorität.

► **Hirnödem.** Abschwellende Maßnahmen zur Prävention können durch Gabe von Glucokortikoidpräparaten (z. B. Fortecortin) und/oder Mannitol 20 % als Osmodiuretikum erreicht werden.

Postoperativ wird der Oberkörper 30 ° hoch gelagert.

Die weitere intraoperative Begleitung erfolgt unter den gleichen Aspekten wie bei anderen chirurgischen Eingriffen größeren Ausmaßes.

Merke

Unmittelbar vor und während der gesamten Clipping-Phase verbleibt neben dem Anästhesisten auch die Anästhesie-Pflegekraft im OP-Saal, um im Notfall schnellstmöglich agieren zu können.

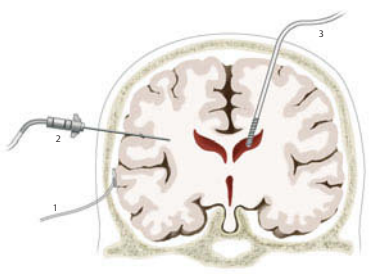


Abb. 46.10 Prinzipien der intrakraniellen Druckmessung. 1 epidural, 2 intraparenchymatös, 3 intraventrikulär. (Schulte am Esch et al. 2011)

46.3.7 Maßnahmen zur Ausleitung

Die Narkoseausleitung bei Patienten mit Mayfield-Fixierung erfolgt erst, wenn diese wieder entfernt, der Patient in Rückenlage gebracht und der Kopfverband angelegt ist. Bei stabiler Hämodynamik, Normothermie und -volämie wird bei Frau Krollmann der Nasen-Rachen-Raum abgesaugt und nach Wiedererlangung der Schutzreflexe und suffizienter Spontanatmung werden sowohl Tubus als auch Magensonde entfernt.

Die zügige Extubation nach neurochirurgischen Operationen dient dem frühzeitigen Erkennen neurologischer Defizite und ermöglicht deren umgehende Behandlung.

46.3.8 Verlegung auf die Intensivstation

Zur lückenlosen Überwachung der Vitalparameter wird Frau Krollmann an den Transportmonitor angeschlossen. Sie ist ansprechbar, reagiert adäquat, gibt aufgrund frühzeitiger medikamentöser Intervention weder Übelkeit noch Schmerzen an. Vor dem Transport werden nochmals Sonden, Katheter und Drainagen überprüft und ggf. erneut gesichert. Die Patientin erhält eine nasale O_2-Insuffulation mit 3 l/min. Nach der Ausschleusung wird sie im Bett mit leicht erhöhtem Oberkörper gelagert.

Der kliniküblіche Notfallspritzensatz sowie die vollständigen Patientendokumente verbleiben bei der Patientin bis zur Übernahme auf der Intensivstation. Hier erfolgt sowohl eine detaillierte pflegerische als auch ärztliche Übergabe.

46.4 Leseservice

46.4.1 Literatur

Eck M, Friedhoff M, Kaeder MM et al. Pflege von Patienten mit Erkrankungen des ZNS. In: Schewior Popp S, Sitzmann F, Ullrich L, Hrsg. Thiemes Pflege. 11. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2009

Fisher CM, Kistler JP, Davis JM. Relation of cerebral vasospasm to subarachnoid hemorrhage visualized by computerized tomographic scanning. Neurosurgery 1980; 6: 1–9. PMID: 7 354 892

Fudickar A, Heueter T, Kampen J. Anästhesie in der Neurochirurgie, HNO, Augenchirurgie und Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag; 2008

Heck M, Fresenius M. Klinikmanual Anästhesie. Berlin: Springer; 2008

Heck M, Fresenius M. Repetitorium Anästhesie. 6. Aufl. Berlin: Springer; 2010

Knipfer E, Kochs E, Durchdenwald G. Klinikleitfaden Anästhesiepflege. 2. Aufl. München: Elsevier; 2006

Kochs E, Adams HA, Spies C. Anästhesiologie. 2. Aufl. Stuttgart. Thieme; 2008

Kretz FS, Schäffer J. Anästhesie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie. 5. Aufl. Berlin: Springer; 2008

Larsen R. Praxisbuch Anästhesie. München: Elsevier; 2009

Larsen R. Anästhesie. 10. Aufl. München: Elsevier; 2013

Paetz B. Chirurgie für Pflegeberufe. 22. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2013

Roewer N, Thiel H. Taschenatlas der Anästhesie. 3. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2013

Roewer N, Thiel H. Anästhesie compact: Leitfaden für die Praxis. 3. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2012

Roissant R, Werner C, Zwissler B. Die Anästhesiologie. 2. Aufl. Berlin: Springer; 2008

Scherer RU. Anästhesiologie. Ein handlungsorientiertes Lehrbuch. Stuttgart: Thieme; 2000

Schäfer R, Söding P. Klinikleitfaden Anästhesie. 6. Aufl. München: Elsevier; 2010

Schulte am Esch J, Bause HW, Kochs E, Scholz J, Standl T, Werner C. Anästhesie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie. 4. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2011

Striebel HW. Anästhesie, Intensivmedizin, Notfallmedizin. Für Studium und Ausbildung. 8. Aufl. Stuttgart: Schattauer; 2013

Taeger K. Grundlagen der Anästhesiologie und Intensivmedizin für Fachpflegepersonal. Band II. Allgemeine und spezielle Anästhesie, Intensivmedizin. 4. Aufl. Wiesbaden: Abbott; 2002

Kapitel 47

Anästhesie in der Augen-, Hals-Nasen-Ohren-, Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie

47.1 Übersicht über den Fachbereich *810*

47.2 Besonderheiten in der Augenchirurgie *810*

47.3 Besonderheiten in der Hals-Nasen-Ohren-Chirurgie *811*

47.4 Besonderheiten in der Mund-, Kiefer und Gesichtschirurgie *813*

47.5 Fallbeispiel: Septumkorrektur *814*

47.6 Leseservice *815*

47 Anästhesie in der Augen-, Hals-Nasen-Ohren-, Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie

Peter Jäger

47.1 Übersicht über den Fachbereich

So unterschiedlich sich die einzelnen operativen Disziplinen auch darstellen, für das Anästhesieteam ergibt sich ein gemeinsamer Nenner: Die Operationen finden in einem Bereich statt – nämlich dem Kopf –, der sonst uneingeschränkt dem Anästhesieteam zur Verfügung steht. Wegen der eingeschränkten klinischen Beobachtung des Patienten während des Eingriffs sind besondere Anforderungen an die Überwachungsgeräte und die Sicherung der Atemwege gestellt.

Merke

Da für spätere Korrekturen am patientennahen Anästhesiezubehör immer die Operation unterbrochen werden müsste, bedarf es in diesen klinischen Disziplinen einer erhöhten Aufmerksamkeit.

47.1.1 Häufig durchgeführte Operationen

▶ Tab. 47.1 gibt einen Überblick über Operationen in den Fachbereichen der Augenheilkunde, der Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde und der Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie. ▶ Abb. 47.1 und ▶ Abb. 47.2 zeigen Eingriffe der Augen- und HNO-Chirurgie.

47.1.2 Häufig durchgeführte Narkoseverfahren

Bei Operationen in der Augen-, HNO- und MKG-Heilkunde stehen dem Anästhesieteam die Inhalationsanästhesie, die Kombinationsanästhesie, die TIVA und die TCI zur Verfügung. Die Narkose wird mittels Intubation oder durch die Verwendung einer Larynxmaske durchgeführt (▶ Abb. 47.3). Maskennarkosen sind selten, Regional- oder Leitungsanästhesieverfahren kommen überhaupt nicht zum Einsatz.

Abb. 47.1 Workstation bei einer Augen-OP. (Oestreicher et al. 2003)

Abb. 47.2 Operation am Ohr mit dem Mikroskop. (Oestreicher et al. 2003)

47.2 Besonderheiten in der Augenchirurgie

47.2.1 Narkoseführung

Für die Intubationsnarkose werden ausschließlich Silikontuben mit Spiralverstärkung (z. B. Woodbridge) benutzt. Sowohl Ein- als auch Ausleitung der Narkose müssen ohne Husten und Pressen erfolgen, auch wenn bei nicht nüchternen Patienten eine entsprechende Einleitung erforderlich ist. Eingriffe in der Augenheilkunde sind gerade bei Katarakt-Operationen sehr kurz, bedürfen aus den o. g. Gründen aber einer ausreichenden Narkosetiefe.

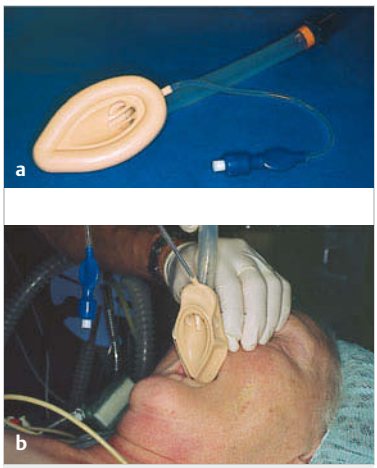


Abb. 47.3 Larynxmaske. (B. Paetz [Bildarchiv])
a Foto einer Larynxmaske.
b Die Larynxmaske wird eingefügt.

Tab. 47.1 Operationsspektrum der Augen-, HNO- und MKG-Heilkunde.

Augenheilkunde	Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde	Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie
• Glaskörperchirurgie: Teilentfernung des Glaskörpers, bei irreversibler Glaskörpertrübung und zur Beseitigung eines Glaskörpervorfalls durch Trauma (Vitrektomie) • Netzhauteingriffe: Adaption einzelner Abschnitte bei Netzhautablösungen (Kryokoagulation, Kollagenplomben, Cerclage) • Glaukomoperation: Druckentlastung bei grünem Star • perforierende Augenverletzungen • Operationen am Tränengang bei Tränenwegsstenose • Eingriffe an den Augenmuskeln bei Strabismus • Kataraktoperationen: Entfernung des getrübten Linsenkerns und Implantation einer künstlichen Linse	Operationen im Mund-Rachen-Raum: • Adenotomie (Entfernung der Rachenmandeln) • Tonsillektomie (Entfernung der Gaumenmandeln) • operative Spaltung von Tonsillen- und Pharynxabszessen • Tumorentfernungen • Mikrolaryngoskopie Operationen an der Nase: • plastische Septumkorrekturen • Nasen-Nebenhöhlen-Operationen • Nasenbeinrepositionen • Operationen am Ohr: ◦ Tympanoplastik ◦ Knorpelkorrekturen Operationen am Kehlkopf: • Tumorentfernung • Neck-Dissection	• Zahnbehandlungen • Kieferchirurgische Interventionen • Repositionen von Unterkieferfrakturen • weitere wie in der HNO-Chirurgie

Patienten sind in allen Altersgruppen anzutreffen, Häufungen treten jedoch in 2 Extremen auf: Betroffen sind oftmals sehr junge oder sehr alte Menschen, die entsprechende Risiken aufweisen. Eine unbedingte Voraussetzung für einen erfolgreichen Operationsverlauf ist die Ruhigstellung des Operationsgebiets.

► **Indikationen für eine Allgemeinanästhesie..** Diese sind:
- Wunsch des Patienten
- unkooperatives, unruhiges Verhalten des Patienten (Husten, Pressen, Atemnot)
- flache Oberkörperlagerung nicht möglich
- Operationsdauer ≥ 2 h
- Kinder
- Eingriffe am verletzten Auge

Lokalanästhesie

Darüber hinaus kommen in der Augenchirurgie Lokalanästhesien in Form der Tropf- und Retrobulbär- bzw. Peribulbäranästhesie zum Einsatz.

Tropfanästhesie

Bei der Tropfanästhesie handelt es sich um die Benetzung des Auges mit Augentropfen, die einen hohen Bestandteil an Lokalanästhetika aufweisen.

Retrobulbär- und Peribulbäranästhesien

Retrobulbär- und Peribulbäranästhesie werden vom Ophthalmologen durchgeführt. Sie unterscheiden sich durch den Injektionsort und die Menge des Lokalanästhetikums (LA):
- Bei der Retrobulbäranästhesie werden 2–5 ml LA hinter den Bulbus innerhalb des muskulären Konus appliziert.
- Bei der Peribulbäranästhesie werden bis zu 10 ml LA neben den Bulbus außerhalb des muskulären Konus injiziert.

Um auf mögliche Komplikationen (► Tab. 47.2) reagieren zu können, muss vor der Lokalanästhesie ein venöser Zugang gelegt werden. Eine lückenlose Überwachung ist erforderlich.

Die Therapie bei auftretenden Komplikationen besteht in der Gabe von Sauerstoff, positiv inotropen Substanzen (z. B. Adrenalin), ggf. Verabreichung von Antikonvulsiva (z. B. Benzodiazepine), Flüssigkeitszufuhr und kardiopulmonaler Reanimation bei Herz-Kreislauf-Stillstand.

► **Okulokardialer Reflex.** Bei Operationen, die mit Zug oder Druck an den äußeren Augenmuskeln einhergehen, ist mit dem Auftreten des okulokardialen Reflexes zu rechnen.

Definition

Unter dem okulokardialen Reflex versteht man eine vagusbedingte, bradykarde Herzrhythmusstörung, die bis zur Asystolie gehen kann.

Perforierende Augenverletzung

Verletzungen, die das Augeninnere freilegen, erfordern eine sofortige chirurgische Intervention, da die Funktion der Augen durch drohende Infektion und durch das Heraustreten von Augeninhalt gefährdet ist. Die größte Komplikation ist der Verlust des Sehvermögens.

Merke

Anästhesiologisch zu beachten ist, dass diese Patienten aufgrund ihrer mangelnden Elektivität als nicht nüchtern gelten und ein Anstieg des Augeninnendrucks unbedingt vermieden werden muss.

Augeninnendruck

Der Augeninnendruck (intraokularer Druck), der peri- und postoperativ variieren kann, spielt eine wesentliche Rolle in der Narkoseführung. Das Anästhesieteam muss daher unterschiedliche Faktoren beachten. Der die Durchblutung der Netzhaut bestimmende Normalwert des Augeninnendrucks beträgt 16 ± 5 mmHg. Ein zu niedriger Augeninnendruck kann zur Glaskörperblutung oder Netzhautablösung, ein zu hoher zur Hornhauttrübung führen. Mehrere physiologische Größen beeinflussen den Augeninnendruck, die in der peri- und postoperativen Phase berücksichtigt werden müssen.

► **Den Augeninnendruck beeinflussende Faktoren.** Hier sind im Hinblick auf den Augeninnendruck folgende Faktoren zu beachten:
- **Arterieller Blutdruck:** Der Augeninnendruck steigt und fällt proportional zum arteriellen Blutdruck. Das Auge verfügt durch sein Kammerwassersystem allerdings über eine Dynamik, um langfristig den intraokularen Druck zu adaptieren.
- **Venendruck:** Jede Maßnahme, die den Venendruck steigert, wirkt sich in gleicher Weise auf den Augeninnendruck aus. Auf Husten, Pressen und die Lagerung des Patienten muss aus diesem Grund besonders geachtet werden.
- **Atmung:** Eine durch Hypoventilation bedingte Hyperkapnie führt zu einer Steigerung des Augeninnendrucks. Umgekehrt bewirkt eine Hyperventilation eine Hypokapnie, was wiederum den Augeninnendruck senkt.
- **Lagerung:** Der Patient sollte postoperativ mit 30 ° erhöhtem Oberkörper und nicht zur operierten Seite gelagert werden.
- **Medikamente:** Ketamin und Succinylcholin können den Augeninnendruck erhöhen und sind damit nicht immer einsetzbar.

Tab. 47.2 Komplikationen von Retrobulbär- und Peribulbäranästhesien.

bei akzidenteller intravasaler Injektion	bei subarachnoidaler Injektion
• Hypotension • Bradyarrhythmien, Asystolie • Brechreiz • Schwitzen • retrobulbäreEinblutungen, • Läsion des N. opticus • Störungen des ZNS	• Zittern • Schluckstörungen • partielle N. trigeminus-Blockade • Hirnstammanästhesie mit Bewusstseinsverlust • Tachykardie • Hypertension • Lungenödem • Atemstillstand • Asystolie

47.3 Besonderheiten in der Hals-Nasen-Ohren-Chirurgie

In der HNO-Heilkunde liegt das Operationsgebiet meist im Bereich der oberen Luftwege und erfordert vom Anästhesieteam eine detaillierte Absprache mit dem Operateur. Die Patienten in diesem Fachbereich sind in allen Altersklassen anzutreffen, selten werden Kinder unter dem ersten Lebensjahr operiert.

47.3.1 Narkoseführung

Intubationsprobleme

Ödematöse Tonsillen, Abszesse oder Tumoren in den oberen Atemwegen können das Einstellen des Kehlkopfes mit dem Laryngoskop beeinflussen oder sogar unmöglich machen. Daher sind lückenlose Informationen über vorhandene Vorbefunde wichtig.

Bei der Narkoseeinleitung muss eine Maskenbeatmung gewährleistet sein oder eine wach-nasale/orale Intubation in Erwägung gezogen werden. Bei bekannten Intubationsproblemen sollte der HNO-Arzt zur Verfügung stehen, um im Notfall eine Krikotomie oder Nottracheotomie durchführen zu können.

▶ **Tubus.** Zur Anwendung kommen neben Spiraltuben noch Mikrolaryngoskopie- und Lasertuben.

Rachentamponade

Damit Blut aus dem Operationsgebiet nicht in den Magen fließt oder sich oberhalb der Tubusmanschette ansammelt, sollte bei Nasenoperationen nach der Intubation eine Tamponade in den Rachen eingelegt werden. Damit das Entfernen vor der Extubation nicht vergessen wird, muss ein Teil der Rachentamponade noch weit genug aus dem Mund herausragen.

Augenschutz

Die Desinfektion des Gesichtes erfordert einen besonderen Schutz der Augen, da es durch das jod- oder alkoholhaltige Desinfektionsmittel zu schweren Reizungen der Bindehaut kommen kann. Prophylaktisch sollte direkt nach der Einleitung ein Augengel oder eine fetthaltige Augensalbe in die Bindehautsäcke eingebracht werden.

Reduktion der Durchblutung

Um eine bessere Sicht für den Operateur zu erreichen, kann die Durchblutung im Operationsgebiet (z. B. für Korrekturen des Nasenseptums) lokal oder systemisch herabgesetzt werden. Lokal wird Adrenalin in unterschiedlicher Verdünnung in die Nasenschleimhaut injiziert, was allerdings zur Sensibilisierung des Myokards mit der Folge von Tachykardien oder Herzrhythmusstörungen führen kann. Systemisch kann die Durchblutung durch eine kontrollierte Hypotension herabgesetzt werden.

Merke

Insbesondere bei Operationen an Ohr und Nase wird mit unterschiedlichen Medikamenten der systolische Blutdruck auf 80–90 mmHg herabgesetzt. Herz-, Kreislauf- und Gefäßerkrankungen sind als Kontraindikationen der kontrollierten Hypotension anzusehen.

Behinderung der Atmung

Die in der HNO-Heilkunde operierten Kinder weisen häufig krankheitsbedingte Infekte der oberen Atemwege auf, die intraoperativ zu Sekretverhalt und damit zu hohen Beatmungsdrücken oder sogar zur Verlegung von Atemwegen führen können. Das sterile endotracheale Absaugen ist in solchen Fällen kaum vermeidbar.

Postoperativ kann die behinderte Nasenatmung zusätzlich Probleme verursachen.

Merke

Besonders bei HNO-Operationen im Kindesalter muss der kleine Patient nach lockeren Zähnen untersucht werden, da durch die Einlage von Spateln seitens des Operateurs ein zusätzliches Risiko besteht, Zähne zu lösen.

47.3.2 Operationen im Rachenraum

Adeno- und Tonsillektomien

Adenotomien (Entfernung der Rachenmandeln) und Tonsillektomien (Entfernung der Gaumenmandeln), die häufig im Kindesalter durchgeführt werden, finden wegen der Aspirationsgefahr überwiegend in Intubationsnarkose statt. Typisch für diesen Eingriff ist die Überstreckung des Kopfes nach hinten (sog. Operation am hängenden Kopf).

Da während der Operation der Mund maximal geöffnet sein muss, wird zu Beginn ein Boyle-Davis-Mundspatel eingesetzt. Eine Lageveränderung des Patientenkopfes und das Einsetzen des Spatels können das Vorschieben des Tubus auf die Karina oder in einen Hauptbronchus oder gar die Extubation verursachen.

Abszesse

Tonsillen- und Pharynxabszesse sowie operative Abszessspaltungen sind mit starken Halsschmerzen verbunden und erfordern eine schnelle chirurgische Intervention. Der Eingriff wird in Intubationsnarkose durchgeführt.

Merke

Die Mundöffnung zur Intubation ist häufig durch eine Kieferklemme infolge einer auf die Kaumuskeln fortgeleiteten Entzündung extrem eingeschränkt.

Der Austritt von Eiter aus der Abszesshöhle während der Narkoseeinleitung kann zur Verlegung der Atemwege und zur Infektion der Lunge führen. Beim Einstellen des Kehlkopfes mittels Laryngoskop und beim Vorschieben des Tubus darf der Abszess nicht berührt werden, um keinen Durchbruch auszulösen. Am Ende der Operation muss der obere Respirationstrakt gründlich abgesaugt werden. Die Extubation erfolgt erst bei Vorhandensein der vollständigen Schutzreflexe.

Mikrolaryngoskopien

Mikrolaryngoskopien werden meist diagnostisch und mit der Entnahme von Proben durchgeführt. Damit der Operateur eine gute Sicht auf das Untersuchungsgebiet hat, werden kleinere Tubusgrößen verwendet (ID 5,0–ID 6,0).

Tympanoplastik

Die gehörverbessernde mikrochirurgische Tympanoplastik erfordert physiologische Druckverhältnisse im Mittelohr. Da Lachgas schneller in luftgefüllte Räume diffundiert und damit zu einem Druckanstieg im Mittelohr führt, sollte die Narkose lachgasfrei gehalten werden.

Merke

Bei der Verwendung von Lachgas ist zu beachten, dass die inspiratorische Konzentration unter 50 % liegt und die Lachgaszufuhr mindestens 15 min vor dem Verschluss des Trommelfells unterbrochen werden muss.

Durch die Nähe des Operationsgebiets zum Gleichgewichtsorgan ergibt sich ein erhöhtes Auftreten von Übelkeit und Erbrechen.

Neck-Dissection

Bei der Neck-Dissection handelt es sich um eine subtotale Ausräumung der Halsweichteile mit Gefäßen, Lymphbahnen und Muskeln infolge einer Karzinomerkrankung. Je nach Ausbreitung des Befundes kann eine Laryngektomie (Totalexstirpation des Kehlkopfes) mit resultierendem Tracheostoma und Stimmverlust notwendig werden.

Bei der funktionellen Neck-Dissection werden die V. jugularis und der M. sternocleidomastoideus erhalten. Bei der Narkoseeinleitung und Fortführung ist zu beachten, dass die Patienten häufig einen Nikotin- und/oder Alkoholabusus in ihrer Anamnese haben können, mit den daraus resultierenden Folgeschäden an Lunge,

Herz und Gefäßsystem. Intraoperativ ist die Gefahr der Luftembolie bei der Eröffnung von Halsvenen gegeben.

► **Invasives Monitoring.** Die Operation kann über mehrere Stunden andauern und mit höheren Blutverlusten einhergehen, sodass ein erweitertes invasives Monitoring erforderlich wird:
- arterielle Blutdruckmessung zur kontinuierlichen Überwachung und Bestimmung von Blutgasanalysen
- ZVK zur intermittierenden Ermittlung des Venendrucks, Applikation von Medikamenten, Reaktion bei Luftembolien
- transurethraler Blasenverweilkatheter

► **Beatmung.** Eine OP mit Laryngektomie erfordert zu einem bestimmten Zeitpunkt den Wechsel der Beatmung vom orotrachealen/nasotrachealen Tubus zum Tracheostoma. Hierfür sollte eine sterile Verlängerung bereitgehalten werden, um die Konnektion vom Operationsfeld zum Narkosegerät zu ermöglichen. Die Beatmung sollte kurze Zeit später an die neuen Bedingungen adaptiert werden.

Die Patienten nach einer Neck-Dissection sollten postoperativ auf die Intensivstation oder eine entsprechende Überwachungseinheit verlegt werden, um Ödeme und Blutungen schnellstens erkennen und behandeln zu können. Wurde bei dem Patienten eine Laryngektomie durchgeführt, ist der Atemweg gesichert und der Patient atmet spontan über das Tracheostoma oder wird über dieses beatmet auf die Intensivstation verlegt.

Laseroperationen

Bei Laseroperationen im HNO-Bereich müssen vom Anästhesieteam spezielle Gefahren beachtet werden.

Praxistipp

Auf dem Operationsplan der Fachabteilung sollte erkenntlich sein, dass ein Laser eingesetzt wird, damit es durch verspätete Information nicht zu Verzögerungen kommt und der Patient durch Material und Narkoseform nicht gefährdet wird.

Vor dem Betreten des Operationssaals muss für jeden Mitarbeiter der Lasereinsatz erkennbar sein.

Anästhesierelevante Gefahren beim Lasereinsatz

Bei Laseroperationen sind folgende anästhesierelevante Gefahren zu beachten:
- Tubusbrand, Entflammung von Gewebe
- Kornea- und Linsenschäden
- Gefäßperforationen
- Gasembolie

► **Tubusbrand, Entflammung von Gewebe.** Bei oralen oder trachealen Eingriffen ist die Entflammungsgefahr am größten. Risikofaktoren sind Fremdmaterial im Operationsgebiet (Tubus, Sonden) und die gesteigerte Sauerstoffkonzentration während der Narkose. Eine Perforation des Tubus kann zur Verpuffung und zu einer Stichflamme führen, die Verbrennungsverletzungen bis ins Bronchialsystem fortleiten.

Um das Risiko einer solcher Komplikation zu verringern, müssen einige Grundsätze bei der konventionellen Intubation/Beatmung beachtet werden:
- O_2/Air-Gemisch mit niedriger Sauerstoffkonzentration verwenden, da Lachgas eine Entflammung begünstigt.
- Narkose intravenös durchführen.
- Spezialtuben für die Laserchirurgie einsetzen, die einen Doppelcuff besitzen und zusätzlich mit ihrer Aluminiumbeschichtung eine höhere Resistenz gegen Laserstrahlung aufweisen.
- Tubuscuff mit NaCl 0,9 % blocken.

Alternativen hierzu sind die Jetventilation und die Apnoetechnik.

Sofortmaßnahmen bei einem Tubusbrand sind:
- Brandherd entfernen (z. B. Tubus), Sauerstoffzufuhr und Ventilation stoppen.
- Flammen ersticken.
- Extubation und Maskenventilation durchführen.

Im Anschluss an die Sofortmaßnahmen steht die Diagnostik und Therapie der entstandenen Schäden:
- Laryngo- und Bronchoskopie
- Reintubation oder Tracheotomie
- ggf. Bronchiallavage
- ggf. Antibiotika- und/oder Steroidgabe

► **Kornea- und Linsenschäden.** Laserstrahlung verursacht am ungeschützten Auge, je nach Entfernung vom Operationsgebiet, Retina-, Kornea- oder Linsenschäden. Die Augen des Patienten sollten daher durch Metallfolie oder feuchte Tücher geschützt werden.

► **Gefäßperforationen und Gasembolien.** Um Gefäßperforationen und Gasembolien entgegenwirken zu können, müssen schnell Druckinfusionen, Notfallmedikamente und invasives Monitoring bereitstehen.

47.4 Besonderheiten in der Mund-, Kiefer und Gesichtschirurgie

Aus anästhesiologischer Sicht sind die Grenzen zwischen der Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde und der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie fließend. Im Vordergrund stehen die Sicherung der Atemwege und die Nähe zum Operationsgebiet. Im Rahmen der Tumorchirurgie ist mit Intubationsschwierigkeiten zu rechnen, was ggf. eine fiberoptische- oder wach-nasale Intubation erforderlich macht. Klassisch für den Bereich sind Zahnbehandlungen und die operative Versorgung von Gesichtsfrakturen.

47.4.1 Allgemeinanästhesie

Zahnsanierungen werden im Allgemeinen in Lokalanästhesie durchgeführt. Eine Allgemeinanästhesie wird erforderlich, wenn wegen einer schweren Infektion mit einem Lokalanästhetikum keine ausreichende Analgesie erreicht werden kann.

Eine weitere Indikation stellt die Behandlung von Behinderten oder unkooperativen Menschen dar. Geistig behinderte Patienten erhalten häufig Antiepileptika oder Neuroleptika als Dauermedikation, die mit der Prämedikation weiter verabreicht werden sollten, um Komplikationen durch epileptische Anfälle und Entzugssyndrome zu verhindern. Interaktionen zwischen Anästhetika und Antiepileptika bzw. Neuroleptika sind selten, aber dennoch zu beachten.

Die Operation erfolgt in nasotrachealer Intubationsnarkose, das Einlegen einer Rachentamponade ist sinnvoll.

47.4.2 Unterkieferfrakturen

Bei allen Patienten mit Gesichtsverletzungen muss zunächst ein Schädel-Hirn-Trauma ausgeschlossen werden. Durch eine orale Blutung können die Patienten größere Mengen Blut im Magen angesammelt haben, weshalb diese Patienten anästhesiologisch immer als nicht nüchtern gelten.

Merke

Infolge eines Volumenmangels ist mit einem Blutdruckabfall zu rechnen, insbesondere bei Mehrfachverletzten. Ausreichende Druckinfusionen mit kolloidalen Lösungen müssen daher bereitgehalten werden!

Bei einer mechanisch bedingten Kieferklemme kann eine Intubation unmöglich sein und eine Tracheotomie unter Lokalanästhesie erforderlich werden.

Die Operation geht mit einer intermaxillären Fixierung und Verdrahtung der Kiefer einher.

Merke

Um bei Atemstörungen schnell reagieren zu können, muss eine Drahtschere zum Lösen der Fixierungen in unmittelbarer Umgebung des Patienten deponiert werden.

47.5 Fallbeispiel: Septumkorrektur

Fallbeispiel

Herr Lüdenberg wird als 20-jähriger Mann von seinem niedergelassenen HNO-Arzt mit der Diagnose einer Septumdeviation (Verbiegung der Nasenscheidewand) in die Klinik eingewiesen. Als Jugendlicher war er einmal in eine Rangelei verwickelt und leidet seit dieser Zeit unter behinderter Nasenatmung und Neigung zu Katarrhen der Atemwege. Herr Lüdenberg ist Auszubildender in einem Handwerksberuf, ledig und lebt bei den Eltern. Seine Anamnese beinhaltet eine Tonsillektomie als Kind. Die Narkose damals hatte er gut vertragen. Seine Vitalwerte sind normal, seine Größe beträgt 187 cm, sein Gewicht 87 kg. Die Familienanamnese ist unauffällig.

47.5.1 Notwendigkeit und Ziel des Eingriffs

Für Herrn Lüdenberg ist eine Septumkorrektur in Kombinationsnarkose geplant. Die Ziele des Eingriffs lauten:

- Ungehinderte Nasenatmung herstellen.
- Weitere Infektionen vermeiden und dadurch Antibiotikaeinsatz reduzieren.

► **Probleme und Ängste des Patienten.** Herr Lüdenberg gibt an, Angst vor dem intraoperativen Erwachen, sowie Angst vor Schmerzen und dem Durstgefühl nach der Operation zu haben.

47.5.2 Schwierigkeiten bei Narkose und Operation

Durch den Einsatz des Adrenalins zur lokalen Reduktion von Blutungen ist mit Herzrhythmusstörungen zu rechnen, die evtl. zu einer Reduktion des Inhalationsanästhetikums zwingt und den Einsatz von Antiarrhythmika erfordert.

Weiterhin relevant sind postoperative nasale Blutungen, die zu einem Laryngospasmus und damit zur Reintubation führen können. Hinzu kommt noch die Gefahr des Bronchospasmus und der Aspiration. Postoperativ empfinden die Patienten eine starke Behinderung der Atmung durch eine in der Nase eingelegte Tamponade. Durch die infolge der Mundatmung bedingten trockenen Mundschleimhäute ergibt sich ein ausgeprägtes Durstgefühl.

47.5.3 Vorbereitung zur Narkose

Material

Für Herrn Lüdenberg werden folgende Materialien gerichtet:

- Maske Gr. 4
- überprüfter Spiraltubus 34 CH sowie ein kleinerer Tubus (32 CH)
- Führungsstab
- Guedel-Tubus Gr. 3
- Laryngoskop mit 5er Spatel
- Magill-Zange
- Cuffdruckmanometer
- Tubusfixierung
- Rachentamponade
- Augengel
- Medikamente:
  - Einleitungsmittel mit Opiat (Fentanyl)
  - Hypnotikum (Barbiturat oder Propofol)
  - Muskelrelaxans zur Intubation
  - Antibiotikaprophylaxe intravenös (wird nicht von jeder HNO-Abteilung durchgeführt)
  - 500 ml kristalloide Infusionslösung

Vorbereitung des Patienten

Nach der Begrüßung im Einleitungsraum werden die Unterlagen von Herrn Lüdenberg mit den Patientenangaben anhand einer Checkliste durch das Anästhesieteam abgeglichen und kontrolliert. Da alle Informationen vorhanden und zutreffend sind, wird der Patient nun an den Überwachungsmonitor adaptiert. Hierzu wird ein Monitor-EKG angelegt und eine Blutdruckmanschette zur nicht invasiven Blutdruckmessung am Arm platziert. Des Weiteren wird ein Sensor zur Ableitung der Pulsoxymetrie am Finger angebracht.

Nach Punktion einer peripheren Vene, die auch intraoperativ für das Anästhesieteam frei zugänglich bleiben muss, wird eine kristalloide Infusionslösung angeschlossen. Die ersten ermittelten Vitalwerte werden im Narkoseprotokoll dokumentiert.

47.5.4 Maßnahmen während der Einleitung

Nachdem der Patient über alle Schritte informiert wurde, wird mit der Narkose begonnen. Da Herr Lüdenberg keine Platzangst hat, wird er in ruhiger Atmosphäre mit dicht sitzender Maske für 3 Minuten mit 100 % O_2präoxygeniert. Bei konstanten Vitalwerten erlebt er die Einleitung ohne besondere Aufregung.

Nach der Applikation von 0,2 mg Fentanyl und der Präcurarisierungsdosis mit einem nicht depolarisierenden Muskelrelaxans werden nochmals die Vitalwerte ermittelt und dokumentiert. Mit der Injektion des Barbiturats (Thiopental) wird besonders darauf geachtet, dass unnötige laute Geräusche unterbleiben, da Barbiturate eine Hyperakusis (gesteigertes Hörempfinden) induzieren. Die nachlassende Spontanatmung wird nun unterstützt und nach weiterer Relaxierung vollständig vom Anästhesisten übernommen.

Nach der Intubation, Blockung des Cuffs und Auskultation wird der Tubus fixiert und der Patient maschinell beatmet. Die regelrechte Kapnografiekurve bestätigt den auskultatorischen Befund der korrekten endotrachealen Lage des Tubus. Die Rachentamponade wird mittels Laryngoskop und Magill-Zange platziert, das Gel in den Bindehautsack der Augen gegeben.

Nach Abschluss aller Vorbereitungen und ausreichender Präoxygenierung wird Herr Lüdenberg in den OP-Saal gefahren und dort an das Monitoring und das Narkosegerät angeschlossen. Für den Transport müssen Patient, Tubus und Zugänge maximal gesichert sein.

Merke

Nach dem Transport in den OP ist sofort die Beatmung des Patienten sicherzustellen und die Einstellung der Parameter und Alarmgrenzen vorzunehmen!

Abb. 47.4 Ein zur Septumkorrektur mit OP-Tüchern abgedeckter Patient. (P. Jäger)

Danach erfolgt die Abdeckung des Patienten mit sterilen OP-Tüchern.

47.5.5 Intraoperative Begleitung

Neben der Kontrolle der Vitalwerte und der Lagerung des Patienten werden weitere Infusionen und Medikamente vorbereitet und appliziert. Besondere Bedeutung haben die Vorbereitungen zur Ausleitung. Zur Verfügung stehen müssen:

- Spritze zum Entblocken des Tubus
- Maske
- Guedel-Tubus
- unsterile Schutzhandschuhe zur Entfernung der Rachentamponade
- Absaugkatheter
- Intubationsmaterial und Medikamente für eine potenzielle Reintubation

47.5.6 Maßnahmen zur Ausleitung

Nach Beendigung der Operation wird die Rachentamponade entfernt, Blut und Sekret aus Mund- und Rachenraum bis zum Tubuscuff gründlich abgesaugt, der Rachenraum inspiziert und ein Guedel-Tubus eingelegt. Die Extubation erfolgt bei Rückerlangung der vollen Schutzreflexe und der Schluckaktivität. Nach nochmaliger Ermittlung der Vitalwerte wird Herr Lüdenberg vom Monitoring entkoppelt und für den Transport zum Aufwachraum mit einer Pulsoxymetrie ausgestattet.

Damit Blut ungehindert aus dem Rachenraum abfließen kann, sollte der Patient in die stabile Seitenlage gebracht werden. Nach Größe und Statur des Patienten kann dieses schon auf dem Operationstisch geschehen, spätestens nach Umlagerung in das Patientenbett.

47.5.7 Aufwachraum

Nach der Übergabe im Aufwachraum wird ein Gesamtstatus erhoben und die Vitalwerte ermittelt. Infusions- und Schmerztherapie erfolgen nach Anordnung. Alle Parameter werden im Überwachungsprotokoll dokumentiert.

► **Lagerung.** Solange der Patient noch nicht ausreichend wach ist, sollte er in Seitenlage belassen werden. Anschließend ist die Lagerung mit erhöhtem Oberkörper zu empfehlen.

► **Atemwege.** Um eine Hypoxie durch Verlegung der Atemwege zu vermeiden, sollte der Guedel-Tubus belassen werden, bis der Patient ausreichend wach ist. Nasentamponaden stellen ein weiteres Hindernis dar, sodass der Patient öfter auf das Atmen durch den Mund aufmerksam gemacht werden muss. Die Atemwege müssen durch intermittierendes Absaugen von Blut und Sekret befreit werden. Da der Sauerstoffstatus oft stark beeinträchtigt ist, sollte bis zum Erreichen von physiologischen Sättigungswerten Sauerstoff verabreicht werden.

► **Blutung.** Die Kopfunterlage ist für die Beurteilung von Blutungen wichtig. Empfehlenswert sind Einmalunterlagen, die Menge und Konsistenz des auslaufenden Sekrets erkennen lassen. Vermehrtes Schlucken, Erbrechen von Blut in kurzen Intervallen und das subjektive Gefühl des Patienten, dass Blut den Rachen hinab rinnt, können Anzeichen für eine pathologische Blutung im Nasen-Rachen-Raum sein.

47.6 Leseservice

47.6.1 Literatur

Henn-Beilharz A et al. Anästhesie in der Zahn-, Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie. AINS 1999; 3: 147

Hausamen JE, Machtens E, Reuter J, Hrsg. Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie. 3. Aufl. Berlin: Springer; 1995

Larsen R. Anästhesie. 10. Aufl. Berlin: Springer; 2013

Latasch L et al., Hrsg. Anästhesie, Intensivmedizin, Intensivpflege. München: Elsevier; 2004

Oestreicher E et al. HNO, Augenheilkunde, Dermatologie und Urologie für Pflegeberufe. Stuttgart: Thieme; 2003

Paetz B. Chirurgie für Pflegeberufe. 21. Aufl. Stuttgart; 2009

Piepenbrock S, Schäffer J, Hrsg. Anästhesie in der Augenheilkunde. Stuttgart: Thieme; 1989

Schäffer J, Piepenbrock S. Spezielle Anästhesie in Augen-, HNO-Chirurgie. In: Doenicke A et al., Hrsg. Anästhesiologie. Berlin: Springer; 1992

Striebel HW. Die Anästhesie. 2. Aufl. Stuttgart: Schattauer; 2010

Wigger T, Knipfer E. Pflegeleitfaden Anästhesie/Intensivpflege. München: Urban & Schwarzenberg; 1998

Kapitel 48

Anästhesie in der Unfallchirurgie und Orthopädie

48.1 Übersicht über den Fachbereich *818*

48.2 Schockraum *820*

48.3 Fallbeispiel: Polytrauma *822*

48.4 Leseservice *824*

48 Anästhesie in der Unfallchirurgie und Orthopädie

Gabriele Stolecki

48.1 Übersicht über den Fachbereich

48.1.1 Patientenspektrum

In beiden Fachbereichen findet sich ein ausgesprochen breites Patientenspektrum. Es umfasst Säuglinge mit angeborenen Fehlbildungen des knöchernen Skeletts und/oder der Weichteile sowie sehr alte multimorbide Patienten mit hohem Narkose- und Operationsrisiko, zusätzlichen Begleiterkrankungen und arthrotischen Veränderungen. Aufgrund von erkrankungsbedingter Immobilität treten in diesem Fachbereich auch häufig adipöse Patienten auf.

Bei Patienten mit ausgedehnten Deformitäten der Wirbelsäule, Versteifungen oder einer Instabilität der Halswirbelsäule ist einer fiberoptischen Intubation der Vorzug zu geben. Bei instabiler HWS ist äußerste Vorsicht bei der Intubation geboten und eine weitere Person zur Stabilisierung erforderlich.

Merke

Bei orthopädischen Patienten besteht aufgrund chronischer Schmerzen relativ häufig regelmäßiger Analgetikakonsum, häufig über Jahre bestehend und in zunehmender Dosierung. Daraus können Gerinnungsstörungen, gastrointestinale Ulzerationen, Nierenschädigungen und ein deutlich erhöhter Narkosebedarf resultieren.

Mobilität

Orthopädische Operationen sind häufig elektive Eingriffe. Begleiterkrankungen können hinsichtlich Diagnose und Therapie bis zum OP-Termin abgeklärt und behandelt werden. Durch Fehlbildungen der Wirbelsäule oder von Gelenken, durch Lähmungen oder starke arthritische oder rheumatische Schmerzen sind die betroffenen Patienten häufig in ihrer Beweglichkeit und Aktivität stark eingeschränkt. Daraus resultieren eine verminderte kardiale und pulmonale Belastbarkeit sowie ggf. eine verminderte FRC bei Langzeitbettlägerigen.

▶ **Unfallchirurgie.** Hier werden die Patienten erst durch das Unfallgeschehen aus ihrer normalen Belastbarkeit und Beweglichkeit in eine mehr oder weniger lang anhaltende Immobilität gebracht.

48.1.2 Häufig durchgeführte Operationen

TEP (totale Endoprothese)

Die Totalendoprothetik kommt im Knie, der Hüfte, der Schulter und bei anderen degenerativ veränderten Gelenken zum Einsatz. Man unterscheidet zwischen zementierten und zementfreien TEPs sowie Hybridformen.

Merke

Bei der Fixierung der Prothese kann es durch das Einbringen des Knochenzements zu Hypotonie, Tachy- oder Bradykardie, Hypoxie und Herzrhythmusstörungen kommen. Diese Komplikationen resultieren aus einer Histaminfreisetzung durch das Einschwemmen von Zementpolymerresten in die Blutbahn.

Diese Situation tritt in ca. 5 % aller Fälle in unterschiedlicher Ausprägung auf und normalisiert sich i. d. R. innerhalb weniger Minuten.

Merke

Aufgrund der OP-Dauer ist vonseiten der Anästhesie auf patientenadaptiertes Monitoring, engmaschige Lagerungskontrollen und Wärmemanagement zu achten.

TEP-Ausbau und -wechsel

Die Ursache für einen TEP-Wechsel kann z. B. eine Lockerung oder eine Infektion sein. Bei einer Infektion verbietet sich als fremdblutsparende Maßnahme die maschinelle Autotransfusion. Die Bereitstellung einer ausreichenden Anzahl von Blutkonserven sowie ein erweitertes anästhesiologisches Monitoring sind anzuraten.

Schenkelhalsfraktur / Humerusfraktur

Häufig handelt es sich bei Patienten mit einer Schenkelhals- oder einer Humerusfraktur um ältere Menschen, die sich im reduzierten Allgemeinzustand befinden. Ein höherer Blutverlust kann durch einen normalen Hämoglobinwert aufgrund einer Dehydrierung verschleiert sein (▶ Abb. 48.1).

Abb. 48.1 Lagerung und Abdeckung eines Patienten mit Schenkelhalsfraktur zur Hüft-OP. (Paetz 2009)

Abb. 48.2 Lagerung bei Schulter-Operation. (Schulte am Esch et al. 2007)

Merke

Blut-, Flüssigkeits- und Elektrolytmangel sollten, falls möglich, präoperativ ausgeglichen werden.

Schulteroperationen

Der Eingriff an der Schulter erfolgt häufig in halbsitzender Lagerung (Beach-chair, Lawn-chair, ▶ Abb. 48.2). Das Aufsetzen des Patienten bis zur endgültigen Positionierung sollte stufenweise unter engmaschiger Kreislaufüberwachung erfolgen. Die Fixierung des Kopfes muss sichergestellt sein und regelmäßig kontrolliert werden, um durch möglichen Zug eine Nervenschädigung des Plexus brachialis zu vermeiden. Die Subluxation oder Dislokation des Humeruskopfes kann den N. axillaris schädigen. Ebenso ist bei dieser Lagerung das Risiko einer venösen Luftembolie erhöht.

Große Wirbelsäuleneingriffe

Die Indikation für die Wirbelsäulenchirurgie sind häufig Bandscheibenvorfälle, Tumore oder Frakturen.

Je nach Durchführung wird eine Versteifung der Wirbelkörper als ventrale oder dorsale Spondylodese bezeichnet.

Der Eingriff an der Wirbelsäule erfolgt entweder in Bauchlage oder – seltener – über eine Thorakotomie in Rückenlage und geht häufig mit großen Blutverlusten sowie langer OP-Dauer (4–8 h) einher.

Bei starken Deformierungen (z. B. bei einer ausgeprägten Skoliose) kann die Atmung des Patienten im Vorfeld erheblich erschwert und die Ventilation vermindert sein. Zur Intubation ist hier die fiberoptische (Wach-)Intubation anzuraten.

► **Überprüfung der Rückenmarksfunktion.** Eine Besonderheit bei Eingriffen an der Wirbelsäule ist die intraoperative Überprüfung der Rückenmarksfunktion. Durch die Aufrichtung der Wirbelsäule kann es durch eine Minderdurchblutung zu Rückenmarksschädigungen kommen. Ebenso kann eine Überdehnung des Rückenmarks bei Einbringen der Implantate oder Kompression die Ursache für eine Schädigung sein.

Merke

Paraplegien nach Skolioseoperationen sind häufig irreversibel.

Zur Überprüfung der Rückenmarksfunktion stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung:

- **SEP:** Somatosensorisch evozierte Potenziale (SEP) werden über den N. tibialis ausgelöst und betreffen die Sensorik.
- **Aufwachtest:** Der sog. Aufwachtest (überprüft die Motorik) wird im Vorfeld dem Patienten ausführlich im Rahmen des Prämedikationsgesprächs erklärt. Die Narkoseführung erfolgt mittels Kombination aus z. B. Propofol und Remifentanil und wird nach Positionierung der Implantate soweit verflacht, dass der Patient auf Aufforderung Arme und Beine bewegen kann. Bei zufriedenstellender Beweglichkeit der Extremitäten wird die Narkose wieder vertieft und die OP beendet. Das Verfahren wird allerdings nicht regelmäßig durchgeführt und sollte zur sicheren Überprüfung der Narkosetiefe mittels BIS-Monitoring oder Narcotrend begleitet werden.

Merke

Wegen hoher Blutverluste, langer OP-Dauer und großer Volumenverschiebungen ist die Indikation zum umfangreichen invasiven Monitoring großzügig zu stellen.

Operationen am Becken

Stabilisierende chirurgische Eingriffe am Becken sind bei Frakturen (z. B. Symphyse oder Acetabulum) und Tumoren indiziert. Ebenso wie bei Wirbelsäulenoperationen ist auch hier mit großen Blutverlusten und langer OP-Dauer zu rechnen und damit das Monitoring anzupassen.

Bei Patienten nach Beckenringfrakturen (► Abb. 48.3) muss mit Spätschäden gerechnet werden, da durch die u. U. chronische Fehlbelastung Arthrosen entstehen können, die wiederum Folgeoperationen nach sich ziehen können.

Bei der Betreuung dieser Patienten ist im Aufwachraum neben der Kontrolle der Vitalparameter besonders auf postoperativen Blutverlust sowie Sensorik und Motorik der unteren Extremitäten zu achten.

Operationen am Knie

► **Arthroskopie am Kniegelenk.** In der Regel handelt es sich um einen kurzen chirurgischen Eingriff bei meist gesunden Patienten, welcher häufig ambulant durchgeführt werden kann. Aus anästhesiologischer Sicht ist die Durchführung nicht aufwendig und kann, falls keine Kontraindikation besteht, problemlos mit Larynxmaske oder in Spinalanästhesie mit kurzwirksamem Lokalanästhetikum erfolgen.

► **Kniegelenkersatz.** Bei Patienten mit degenerativer Arthrose des Knies (Gonarthrose) oder rheumatischer Arthritis kann eine Endoprothese erforderlich werden.

Da das Einschlagen der Prothese mit heftigen Manipulationen einhergeht und mit starken postoperativen Schmerzen zu rechnen ist, empfiehlt sich die Kombination aus Allgemein- und Regionalanästhesie mit Katheterverfahren (z. B. Nervus Femoralis-Katheter und Ischiadikus-Blockade).

Da durch Tourniquets (Blutleere) intraoperativ häufig ein geringer Blutverlust entsteht, muss nach der Entfernung unmittelbar postoperativ mit einem erhöhten Blutverlust gerechnet werden.

Ambulante Operationen

Bei Patienten ohne oder mit leichter erkrankungsbedingter Einschränkung (ASA 1 und 2) können orthopädische bzw. unfallchirurgische Eingriffe auch ambulant durchgeführt werden. Häufige Operationen sind z. B.:

- Arthroskopie aus diagnostischen und therapeutischen Gründen (Knie, Schulter, Sprunggelenk)
- Einbringen oder Entfernen von Osteosynthesen bei unkomplizierter Frakturen

Abb. 48.3 Osteosynthetisch versorgte Beckenringfraktur. (Andreae 2008)

- Handchirurgie (Karpaltunnel)
- Bursektomie
- Ganglienexostosen

Häufig eingesetzte Narkoseverfahren sind Allgemein- und/oder Regionalanästhesie. Spinal- und Periduralanästhesie werden aufgrund möglicher postoperativer Komplikationen (postspinaler Kopfschmerz, neurologische Ausfälle, Miktionsprobleme) bei ambulanten OPs etwas seltener eingesetzt (► Tab. 48.1).

Postoperative Ziele sind u. a.:

- adäquate Vigilanz
- Schmerzfreiheit
- normales Miktionsverhalten
- subjektives Wohlbefinden
- Motorik und Sensorik ohne Beanstandung

48.1.3 Häufig durchgeführte Narkoseverfahren

In der Orthopädie und Unfallchirurgie sind alle Anästhesieverfahren möglich (► Tab. 48.1). Die Entscheidung, welches Verfahren eingesetzt wird, hängt bei selektiven Eingriffen von unterschiedlichen Faktoren ab:

- Art und Dauer des Eingriffs
- Wunsch des Patienten
- Begleit- oder Vorerkrankungen
- OP-Erfordernisse

Die Allgemeinanästhesie kommt bei lang dauernden Eingriffen, Traumen größeren Ausmaßes, Rekonstruktions- und Tumorchirurgie sowie bei Notfalleingriffen (RSI) zum Tragen.

Eine Kombination aus Regionalanästhesie mit PDK und Allgemeinanästhesie bietet sich für Eingriffe mit postoperativ zu erwartenden starken Schmerzzuständen an.

Im Rahmen der Regionalanästhesieverfahren sind alle dem Eingriff angepassten Varianten möglich. Im Vorfeld muss jedoch die Höhe der Ausdehnung der Betäubung berücksichtigt werden.

Tab. 48.1 Häufig durchgeführte Anästhesieverfahren in der Unfallchirurgie und Orthopädie.

Operation	mögliche Anästhesieverfahren
Operationen am Hüftgelenk	
TEP-Hüfte	• SPA (nicht bei Patienten mit ACE-Hemmer) • ITN plus N. Femoralis-Katheter • ITN plus multimodale i. v.-Anästhesie
Duokopfprothese, Femurnagel	• ITN plus N. Femoralis-Katheter • zur Lagerung N. Femoralis-Katheter plus SPA
TEP-Wechsel	• ITN plus N. Femoralis-Katheter
Operation an oberen Extremitäten	
Humerusfraktur	• ITN plus interskalenärer Plexuskatheter
Arthroskopien	• ITN plus interskalenärer Plexuskatheter
Osteosynthese Radius oder Unterarm, Weichteilverletzung/Karpaltunnelsyndrom	• Plexus-axillaris-Anästhesie • ITN oder Larynxmaske (LM)
handchirurgische Eingriffe	• i. v.-Regionalanästhesie
Operationen an unteren Extremitäten	
Knie-TEP, Kreuzbandplastik	• SPA plus N. Femoralis-Katheter • ITN plus N. Femoralis-Katheter plus Ischiadikusblockade
Arthroskopie	• SPA oder ITN oder LM plus Lokalanästhetikum durch Operateur
Fuß, Vorfuß, Fußgelenk, Unterschenkel	• SPA • ITN oder LM • Fußblock bei Hammerzehe oder Zehenamputation

Das Monitoring wird ebenso situationsgerecht und patientenadaptiert eingesetzt wie das intra- und postoperative Labormanagement.

48.1.4 Besonderheiten in den Fachgebieten

Eingriffe unter Blutleere an Extremitäten (Tourniquets)

Eingriffe unter Blutleere (Druckmanschette an oberen Extremitäten ca. 100 mmHg und an unteren Extremitäten ca. 200 mmHg höher als der systolische Blutdruck des Patienten) bieten dem Operateur die Möglichkeit eines übersichtlichen OP-Feldes. Der Zeitrahmen von 1,5–2 h sollte hier nicht überschritten werden, um Druckschädigungen bis hin zur Rhabdomyolyse zu vermeiden.

Fremdbluteinsparungen

Große und blutreiche Wahleingriffe in der Orthopädie kommen häufig durch diese Verfahren ohne Fremdblutgabe aus.

▶ **Eigenblutspende.** Sie erfolgt ca. 3–4 Wochen vor dem feststehenden OP-Termin. Pro Spendetermin werden 500 ml Blut entnommen und in Erythrozytenkonzentrat und FFP separiert. Je nach Eingriffsart werden dem Patienten 1000–1500 ml Blut entnommen (2–3 Spendetermine).

▶ **Maschinelle Autotransfusion.** Sowohl die Menge des intraoperativen Blutverlustes als auch die postoperative Drainagemenge können mittels eines speziellen Wiederaufbereitungsverfahrens bis zu 70 % dem Patienten wieder zugeführt werden. Siehe Kap. „Maschinelle Autotransfusion“ (S. 658).

▶ **Kontrollierte Hypotension.** Dieses Verfahren bietet sich nur bei gesunden Patienten an, da sonst zerebrale und myokardiale Ischämien zu befürchten sind. Der Vorteil liegt in einer Minimierung des intraoperativen Blutverlustes und besseren Sichtverhältnissen für den Operateur.

48.2 Schockraum

48.2.1 Lage und Ausstattung

Die Lage des Schockraums ist im bestmöglichen Fall auf der Ebene und in unmittelbarer Nähe von Krankenwageneinfahrt, Notfallaufnahme und ggf. Hubschrauberlandeplatz. So werden unnötig lange Transportwege vermieden und der Zeitverlust für den Patienten minimiert. Ist aufgrund baulicher Vorgaben diese Situation nicht gegeben, sollte an der Krankenwageneinfahrt der Notfallaufzug ausschließlich für diesen Transport blockiert sein und somit schnellstens das Erreichen des Schockraums ermöglichen (▶ Abb. 48.4).

Die Basisausstattung umfasst einen vollständig aufgerüsteten, einsatzbereiten Narkosearbeitsplatz inkl. Notfallmedikamente (nach kliniküblichem Standard). Hinzu kommen ein Monitor zur Überwachung aller Vitalparameter und ein Defibrillator sowie ein Sonografiegerät. Selbstverständlich stehen alle Materialien zur Primärversorgung des Patienten in ausreichender Menge zur Verfügung.

In größeren Kliniken finden sich häufig ein BGA-Gerät, ein Ultraschallgerät und ein CT oder eine Röntgenvorrichtung direkt im oder an den Schockraum angegliedert.

48.2.2 Schockraumteam

Das Team besteht aus einem erfahrenen, gut aufeinander eingespielten Stab aus den Fachbereichen Anästhesie, Ambulanz und – abhängig vom zu erwartenden Patienten – Chirurgie, Neurochirurgie, Neurologie und/oder Innere Medizin.

Abb. 48.4 Transport eines Patienten direkt in den Schockraum. (BG Unfallkrankenhaus Hamburg-Boberg)

Merke

Standardisiertes Vorgehen und klar definierte Zuständigkeit der einzelnen Teammitglieder garantieren eine schnellstmögliche Patientenversorgung, die durch einen Teamleiter koordiniert werden sollte.
Auf dem Boden gekennzeichnete Stellplätze der einzelnen Geräte (Beatmungsgerät, Defibrillator, Notfallwagen) erleichtern den Ablauf auf engem Raum.

In vielen Kliniken wird bei der Vorankündigung des Notfallpatienten durch die Rettungsleitstelle direkt ein Anästhesist und eine Anästhesie- oder Intensivpflegekraft benachrichtigt (Intubations- und Reanimationsmaßnahmen sind zu erwarten oder müssen weitergeführt werden).
Bei der Ankunft des Patienten im Schockraum erfolgt zunächst eine detaillierte Übergabe an alle Teammitglieder, dann unmittelbar im Anschluss daran das Umlagern mit HWS-Immobilisierung.

Sind nach grober erster Einschätzung Atmung und Kreislauf des Patienten stabil, können parallel zur Evaluierung z. B. das Abdomen sonografiert, großlumige peripher-venöse Zugänge gelegt, Blut abgenommen, Frakturen geschient und – falls notwendig – ein Dauerkatheter gelegt werden, bevor weitere Untersuchungsmaßnahmen wie eine CT-Trauma-Spirale erfolgen. Die gute und schnelle Zusammenarbeit mit dem Labor und der Röntgenabteilung sowie anderen Fachbereichen ist unerlässlich!

Merke

Die Basisdiagnostik sollte nicht mehr als 15 ± 10 Minuten betragen.

Trotz aller Hektik und Zeitknappheit dürfen Hygiene und Wärmemanagement auch im Schockraum nicht außer Acht gelassen werden. Ebenso sind die Ansprache des Patienten, Erklärungen und Zuwendung zwingend einzuhalten. Alle Abläufe werden in einem Schockraum- oder Notfallprotokoll exakt und zeitnah dokumentiert.

48.2.3 Schnittstelle Schockraum

Anmeldung des Patienten

Die Anmeldung des zu erwartenden Patienten erfolgt über die Rettungsleitstelle an die Notaufnahme. Um sich im Vorfeld ein Bild machen und notwendige Vorbereitungen schnellstmöglich erledigen zu können, sollten folgende Informationen bekannt sein:

- Wie sind Art und Ausmaß der Verletzung/Erkrankung?
- Atmet der Patient spontan oder ist er intubiert und beatmet?
- Laufen Reanimationsmaßnahmen oder sind welche zu erwarten?
- Handelt es sich um ein Kind oder um einen Erwachsenen?
- Wie groß ist die voraussichtliche Zeitspanne bis zum Eintreffen?

Übergabe des Patienten

Der Patient wird durch das Rettungspersonal in Begleitung eines Notarztes eingeliefert und an das Schockraumteam übergeben.

Beim Transport vom Schockraum zum OP gelten die gleichen Voraussetzungen wie beim Transport zur Intensivstation bzw. beim Interhospitaltransport (S. 66). Die Anästhesiepflegekraft ist für die mitgeführte, komplette Notfallausrüstung inkl. aufgezogener Narkose- und Notfallmedikamente nach Klinikstandard verantwortlich. Materialien, die zum Transport benötigt werden, müssen vollständig vorhanden, geprüft und einsatzbereit sein (transportables Beatmungsgerät zur Beatmung und O_2-Insufflation).

Um Zeitverluste zu minimieren, wird rechtzeitig das Anästhesie- und OP-Team bzw. die Intensivstation ***vor*** dem Verlassen des Schockraums informiert und evtl. Aufzugfahrten über die sog. „Notfallfahrt" blockiert und beschleunigt.

Das Monitoring, das im Schockraum angelegt wurde, ist auch während des Transports selbstverständlich angeschlossen.

Bei der Übergabe des Patienten in den OP oder auf die Intensivstation wird sowohl vom Anästhesisten als auch von den begleitenden Anästhesiepflegenden ein kompletter Überblick über die folgenden Punkte gegeben:

- Verletzungsmuster
- Kreislaufsituation
- Art und Menge der verabreichten Medikamente
- laufende Medikamente via Infusions- und Spritzenpumpen
- Blutkonserven
- aktuelle Laborparameter
- Zu- und Ableitungen
- Atmungs- bzw. Beatmungsmuster
- Pupillengröße und Reaktion

Die Versorgung von Patienten im Schockraum verlangt ein hohes Maß an Wissen, Verantwortung und Erfahrung. Deshalb ist gerade in extremen Stresssituationen die reibungslose und kollegiale Zusammenarbeit unterschiedlicher Fachdisziplinen von großer Bedeutung!

Tab. 48.2 Beispiel eines Schockraum-Algorithmus.

Phasen der Versorgung	Zeitdauer
präklinische Verdachtsdiagnose Polytrauma, Übernahme und entsprechende Übergabe bzgl. des Patienten im Schockraum	2 min
Umlagerung, erste klinische Evaluierung und Beginn der Notfallversorgung	5 min
ggf. Intubation, invasives Monitoring, Sonografie, Traumaspirale, Bewertung und Entscheidungsfindung	15 min

► **Schockraummanagement.** In einigen großen Kliniken hat sich ein sog. „Schockraumkoordinator" bewährt, der über eine eigene Hotline direkt durch die Rettungsmannschaft von der Unfallstelle aus mit allen notwendigen Informationen versorgt wird. Er alarmiert ein dem Verletzungsmuster des Patienten angepasstes Team für die Schockraumversorgung. Das Ziel ist die Verbesserung der Primärversorgungskette von Schwerstverletzten. Somit kann durch frühzeitiges Erfassen wichtiger präklinischer Daten und durch Einbindung des Schockraumkoordinators eine deutliche Straffung der Behandlungsabläufe erzielt werden. Zurzeit verfügt das Bundesland NRW über 6 sog. SAV-Kliniken (SAV = **S**chwerst**v**erletzungs**a**rten). Diese Kliniken weisen für eine Zertifizierung besonders geforderte strukturelle und personelle Voraussetzungen auf und sind Traumazentren für schwerstverbrannte, polytraumatisierte und/oder querschnittsgelähmte Patienten.

Merke

Besonders im Schockraum gilt der Grundsatz: Traumamanagement = Zeitmanagement!

► Tab. 48.2 zeigt einen Algorithmus zum Vorgehen im Schockraum.

48.3 Fallbeispiel: Polytrauma

Fallbeispiel

Die knappe Ansage über den Notfallfunk lautete: „Wir kommen in etwa 5 Minuten mit einem Polytrauma 2. bis 3. Grades aus dem Schockraum zum OP. Der Patient hat ein stumpfes Bauchtrauma und diverse Frakturen, 2 davon offen. Er ist momentan noch kreislaufstabil und nicht intubiert".

Beim Eintreffen des Verletzten erfolgt eine kurze, aber umfassende Übergabe an das Anästhesie- und OP-Team: Ein 45-jähriger Bauarbeiter ist aus ca. 6 m Höhe auf Betonplatten gestürzt. Nach kurzer primärer Bewusstlosigkeit ist er jetzt wach und ansprechbar. Er ist sehr agitiert, da er sich nicht mehr an den Unfall erinnern kann und starke Schmerzen in Thorax, Abdomen sowie im linken Bein und im linken Arm hat. Seine Atmung wirkt angestrengt, die S_aO_2 beträgt unter 6 l Sauerstoff 90 %. Die Pulsfrequenz liegt bei 130/min und der Blutdruck beträgt max. 100/60. Herr Schreiber, so heißt der Patient, erhielt durch den Notarzt am Unfallort 0,2 mg Fentanyl sowie 1000 ml kristalloide und im Schockraum 1000 ml kolloidale Infusionslösung. Der Patient hat bereits am rechten Arm 3 großlumige periphere Venenverweilkanülen, einen intraarteriellen Zugang an der A. radialis sowie einen Blasenkatheter mit integrierter Temperaturmessung. Zwei Kopfplatzwunden sind notdürftig versorgt.

Nachfolgende Laborparameter wurden bestimmt:

- Blutgruppe und Kreuzprobe zur Bestellung von 6 EKs
- kleines Blutbild, Thrombozyten
- BGA, BZ, Gerinnungsstatus
- Elektrolyte, Laktat
- Harnstoff, Kreatinin

Bei Herrn Schreiber wurde mittels CT-Traumaspirale folgendes Verletzungsmuster diagnostiziert:

- gedecktes SHT 2. Grades
- 2 große Kopfplatzwunden
- abgekapselte Milzruptur
- Rippenserienfraktur (4 Rippen) links, jedoch keine Verschiebung der Bruchkanten
- offene Unterarmfraktur links
- stabile Beckenfraktur
- komplette offene Unterschenkeltrümmerfraktur links
- diverse Prellmarken, Schürf- und Risswunden

Eine Verletzung der Wirbelsäule hat sich nicht bestätigt. Daher kann bei Herrn Schreiber das zur Stabilisierung der HWS angelegte Stiffneck abgenommen werden.

▶ Tab. 48.3 zeigt die Einteilung der Schweregrade eines Polytraumas.

▶ **Scoringsysteme.** Zur Evaluierung der Behandlungs- und Ergebnisqualität sind Scoringsysteme unverzichtbar. Sie bilden eine Grundlage zur Abschätzung der Prognose. Die bekannteste ist die Glasgow-Koma-Skala (S. 609) zur Einschätzung der Bewusstseinslage, für Kinder unter 5 Jahren siehe ▶ Tab. 32.6. Sie dient seit mehr als 30 Jahren auch heute noch als Standardinstrument für Patienten mit neurologischen Störungen. Ein exaktes Ergebnis kann allerdings nur bei noch unbehandelten Patienten erwartet werden, da Sedierung bzw. Relaxierung keine Beurteilung zulassen.

48.3.1 Notwendigkeit und Ziel des Eingriffs

Durch die intraabdominelle Blutung droht Herrn Schreiber eine Schocksymptomatik (hypodynamischer Schock mit Verblutungsgefahr), sodass die Milzexstirpation höchste Priorität hat. Die Behandlung des zertrümmerten Unterschenkels und der offenen Unterarmfraktur ist im Augenblick noch als zweitrangig anzusehen, beide Verletzungen müssen jedoch ebenfalls sehr zeitnah versorgt werden.

48.3.2 Probleme und Ängste des Patienten

Herr Schreiber wird von allen Anwesenden so schonend, aber auch so zügig wie möglich auf den vorbereiteten OP-Tisch umgelagert und sofort in den OP-Saal gefahren.

Obwohl ein extrem knapper Zeitraum für seine Sofortversorgung zur Verfügung steht, ist es absolut notwendig, in der Umgebung des Patienten keine Hektik zu verbreiten und den ohnehin stark gestressten Mann über Maßnahmen und Abläufe zu informieren und ihn zu beruhigen.

Zeitgleich zu allen Erklärungen wird der Patient an den EKG-Monitor, die arterielle Blutdruckmessung, die Pulsoxymetrie und die O_2-Insufflation angeschlossen.

Herr Schreiber hat furchtbare Angst, sein linkes Bein zu verlieren und davor, nicht mehr aus der Narkose aufzuwachen. Er gibt Luftnot und starke Schmerzen im linken Arm und Bein, im Bauch sowie Übelkeit an.

48.3.3 Schwierigkeiten bei Narkose und Operation

Aufgrund des Schocksyndroms (Blutverlust, RR↓, HF↑) ist gerade bei polytraumatisierten Patienten im Rahmen der Narkoseeinleitung dringend auf eine ausreichend stabilisierte Herz-Kreislauf-Funktion zu achten:

- Bei der Dosierung der kliniküblichen Medikamente muss mit einem langsameren Wirkungseintritt durch reduzierten Cardiac-Index gerechnet werden.
- Ein geringeres Blutvolumen und Hypothermie verstärken die Medikamentenwirkung. Es empfiehlt sich, eine nied-

Tab. 48.3 Einteilung der Schweregrade eines Polytraumas (nach Schweibener 1994).

Schweregrad I	Schweregrad II	Schweregrad III
keine Schocksymptomatik (P_aO_2 normal)	leichte Schocksymptomatik (P_aO_2 geringfügig vermindert)	schwerer Schockzustand (P_aO_2 < 60 mmHg)
kein großer Blutverlust	Blutverlust ca. 25 %	geschätzter Blutverlust 50 % und mehr
Patient ist ansprechbar, häufig orientiert, ggf. kurze Bewusstlosigkeit	häufig nicht ansprechbar, aber gezielte Abwehrreaktion	nicht ansprechbar, keine Abwehrreaktion
Verletzungsbeispiele		
• SHT 1.–2. Grades gedeckt • oberflächliche Schnitt- und Schürfwunden • Prellungen • Frakturen an Extremitäten • keine Lebensgefahr	• SHT 2.–3. Grades gedeckt • tiefe Schnitt- oder Risswunden • große Weichteilverletzungen • mehrere Frakturen der unteren Extremitäten (auch offene) • Beckenringfraktur • noch keine akute Lebensgefahr	• SHT 3.–4. Grades gedeckt oder offen • ausgedehntes Thorax- und/oder Bauchtrauma • Wunden mit massiven Blutungen • Gefäßrupturen • akute Lebensgefahr

rigere Dosierung und Medikamente mit kurzer Halbwertszeit zu wählen.
- Eine durch Blutverlust bedingte Hypovolämie kann zu kardialer Depression, reduzierter Organperfusion und Hypoxämie führen.
- Aus Elektrolytverschiebungen resultieren Herzrhythmusstörungen und Störungen des Säure-Basen-Haushalts.
- Intubationsprobleme können wegen eventueller Verletzung der HWS oder mangelnder Fähigkeit, den Mund zu öffnen, auftreten.
- Stressbedingt und dadurch, dass der Patient nicht nüchtern ist, muss mit einer Aspiration gerechnet werden. Eine schnelle Narkoseeinleitung mittels RSI (S. 707) ist notwendig.
- Bei einem ausgedehnten Blutverlust sind Gerinnungsprobleme zu erwarten.
- Durch Hypothermie können postoperativ Gerinnungs- und Wundheilungsstörungen entstehen.

48.3.4 Vorbereitung zur Narkose

Prinzipiell bestehen keine Unterschiede zur Narkosevorbereitung gegenüber großen chirurgischen Operationen.

Merke

Auch hier gilt der Grundsatz: Der Notfallpatient ist immer als nicht nüchtern anzusehen.

Aufgrund der Dringlichkeit wird der Narkosearbeitsplatz des Notfall-OPs mit vollständigem Equipment inklusive Notfallspritzensatz gewählt.

Ein separater fahrbarer Tisch (z. B. OP-Instrumententisch) steht mit Sets zur ZVK-Anlage, zur arteriellen Kanülierung inkl. Messsystem des invasiven Blutdrucks und transurethralem Katheterset (Thermo-DK) bereit.

Da bei polytraumatisierten Patienten immer mit Intubationsproblemen durch Verletzungen gerechnet werden muss, wird eine zweite Person mit allen Vorbereitungen zur fiberoptischen Intubation beauftragt.

Zur Komplettierung aller Maßnahmen gehören ausreichende Mengen warmer Infusionslösungen, die ggf. auch mit Druck schnellstmöglich appliziert werden können (z. B. Level one).

Die Rückfrage an das Labor bzgl. Blutkonserven, Blutkomponenten, Kreuzprobe und Blutgruppe des zu erwartenden Patienten werden ebenfalls im Vorfeld getätigt.

48.3.5 Maßnahmen während der Einleitung

Da Herr Schreiber ein SHT 2. Grades hat, wird als Anästhesieverfahren eine TIVA gewählt, um eine Erhöhung des intrakraniellen Drucks (ICP) zu vermeiden. Im Rahmen der präoperativen Versorgung wird Herr Schreiber von 2 Anästhesisten und 2 Fachpflegenden der Anästhesie betreut.

Nach der RSI und der sicheren Platzierung des Tubus erfolgt die Anlage eines dreilumigen ZVKs über die V. jugularis interna. Um schnellstmöglich Volumen zu substituieren, wird bei Herrn Schreiber eine High-Flow-Schleuse (12 F) platziert. Alle Punktionsstellen werden sicher fixiert und steril verbunden. Sollte bei Patienten mit Volumenmangel und daraus resultierenden niedrigen Blutdruckwerten die Punktion der A. radialis nicht möglich sein, bietet sich im Notfall die Punktion der A. femoralis an.

Merke

Um Veränderungen der Vitalparameter zu erkennen, werden alle Alarmgrenzen an Respirator und Monitor bewusst eng eingestellt, wodurch eine schnellstmögliche Reaktion erfolgen kann.

48.3.6 Intraoperative Begleitung

Das Prozedere der intraoperativen Begleitung gestaltet sich genau wie bei jedem anderen aufwendigen chirurgischen Eingriff. Engmaschige Lagerungskontrollen, Wärmemanagement, Laborkontrollen und die adäquate Reaktion auf die ermittelten Werte sind selbstverständlich.

Bedingt durch den starken Blutverlust sind bei Herrn Schreiber Elektrolytverschiebungen aufgetreten, Hb und Hk sind deutlich erniedrigt. Drei angeforderte EK werden dem Patienten transfundiert.

Merke

Nur im äußersten Notfall darf 0-negatives Blut verabreicht werden.

Um Herzrhythmusstörungen durch einen Kaliummangel zu vermeiden, erhält Herr Schreiber Kalium über eine Spritzenpumpe via 3-lumigen ZVK. Zur Kontrolle der eingestellten Beatmungsparameter werden engmaschig Blutgasanalysen durchgeführt. Bei Herrn Schreiber wird ein PEEP von max. 5 mbar eingestellt (Kombination SHT/Thoraxverletzung).

Von großer Wichtigkeit sind auch hier die engmaschigen Lagerungskontrollen, Schutz vor Druck und Zug an Tubus, Kathetern, an den Augen (Salbe oder Gel gegen Austrocknung einbringen) und an den Extremitäten. Alle Tätigkeiten werden prä-, intra- und postoperativ vollständig und zeitnah dokumentiert.

Da sich die Kreislaufsituation bei Herrn Schreiber stabilisiert hat, erfolgt im Anschluss an die Laparotomie zur Milzexstirpation eine erneute Abdeckung und die Erstversorgung der offenen Unterschenkelfraktur mittels Fixateur externe und der Unterarmfraktur durch eine Plattenosteosynthese. Parallel dazu werden beide Kopfplatzwunden genäht und verbunden.

48.3.7 Maßnahmen zur Ausleitung

Bei Herrn Schreiber wird aufgrund des Verletzungsmusters postoperativ keine Extubation angestrebt. Seine Laborparameter sind nach umfangreichen Substitutionen stabilisiert, er ist annähernd normotherm und kreislaufstabil. Die Infusionsmenge und die Gabe von Erythrozytenkonzentraten wurden seinem Bedarf angepasst. Er wird unter aufrechterhaltener Narkose auf die Intensivstation verlegt.

Merke

Narkose bei einem polytraumatisierten Patienten ist intraoperative Intensivmedizin!

Auch hier ist das Monitoring (ZVD nicht zwingend erforderlich) für den Transport obligat und die Anästhesie- sowie Intensivpflegeperson ist für die Vollständigkeit und Einsatzbereitschaft des Equipments inkl. der Medikamente verantwortlich.

► **Übergabe.** Bei der Verlegung auf die Intensivstation erfolgt eine umfassende Übergabe über den Anästhesie- und OP-Verlauf. Zu den weiteren Informationen gehören:
- Erläuterung des Beatmungsmusters und der hämodynamischen Situation
- weitere aktuelle Vitalparameter
- Pupillengröße und Reaktion
- medikamentöse Substitution
- exakte Aufzählung aller zu- und ableitenden Systeme
- Benennung aktueller Laborparameter

48.3.8 Fazit

Die Versorgung eines Patienten mit Polytrauma stellt höchste Anforderungen an das komplette Notfallteam. Als Basismaßnahmen sind anzusehen:

- Atmung und Herz-Kreislauf-Funktion werden wieder hergestellt, gesichert und stabilisiert.
- Es erfolgt eine erste Einschätzung und bei akuter Lebensgefahr sofortiges Handeln.
- Die weitere Diagnostik und Behandlung richtet sich nach Prioritätenstellung.

Herr Schreiber hat die ersten 2 Phasen in der Versorgung eines polytraumatisierten Patienten erfahren (Aufnahmephase/Diagnostik, erste Operationsphase/Akutverletzungen). Nach der 3. Phase (Stabilisierung auf der Intensivstation) wird er in einigen Tagen zur Versorgung weiterer nicht lebensbedrohlicher Verletzungen, zur sog. 2. Operationsphase, wieder im OP erscheinen.

48.4 Leseservice

48.4.1 Literatur

Andreae et al. Lexikon der Krankheiten und Untersuchungen 2. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2008

Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften. Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI). Leitlinie zur Primärversorgung von Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma. AWMF-Leitlinien-Register Nr. 001/006. Im Internet: http://www.uni-duesseldorf.de/AWMF/ll-na/001–006.htm; Stand: 25.02.2010

Breusch S, Clarius M, Mau H, Sabo D. Klinikleitfaden Orthopädie Unfallchirurgie. 6. Aufl. München: Elsevier, 2009

Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie. Schädel-Hirn-Trauma. Im Internet: http://www.dgu-online.de/patienten-information/haeufige-diagnosen/schwerverletzte/schaedel-hirn-trauma.html; Stand: 29.09.2014

Dörges V, Byhahn C, Krier C. Atemwegsmanagement. Stuttgart: Thieme; 2010

Heck M, Fresenius M. Klinikmanual Anästhesie. Berlin: Springer; 2008

Heck M, Fresenius M. Repetitorium Anästhesie. 6. Aufl. Berlin: Springer; 2010

Hilbert P. Polytrauma. Im Internet: http://www.rettungsdienst-forum.de/spezial/poly/fos-poly.htm; Stand: 29.09.2014

Knipfer E, Kochs E, Durchdenwald G. Klinikleitfaden Anästhesiepflege. 2. Aufl. München: Elsevier; 2006

Kochs E, Adams HA, Spies C. Anästhesiologie. 2. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2008

Kretz FS, Schäffer J. Anästhesie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie. 5. Aufl. Berlin: Springer; 2008

Larsen R. Anästhesie. 10. Aufl. München: Elsevier; 2013

Larsen R. Praxisbuch Anästhesie. München: Elsevier; 2009

Niethard FU, Pfeil J. Orthopädie. 4. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2003

Paetz B. Chirurgie für Pflegeberufe. 22. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2013

Roewer N, Thiel H. Taschenatlas der Anästhesie. 5. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2013

Roewer N, Thiel H, Wunder C. Anästhesie compact: Leitfaden für die klinische Praxis. 4. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2012

Roissant R, Werner C, Zwissler B, Nollert U. Die Anästhesiologie. 3. Aufl. Berlin: Springer; 2011

Ruschholz S, Wirtz DC. Orthopädie und Unfallchirurgie. 2. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2013

Schäfer R, Söding P: Klinikleitfaden Anästhesie. 6. Aufl. München: Elsevier; 2010

Schulte am Esch J, Bause HW, Kochs E, Scholz J, Standl T, Werner C. Anästhesie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie. 4. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2011

Schweibener L. Emergency. Surgery-Trends, Techniques, Results. München: Zuckschwerdt; 1994

Spies C, Kastrup M, Kerner T, Melzer-Gartzke C, Zieleke H, Kox W. SOPs in Anästhesiologie und Schmerztherapie. Stuttgart: Thieme; 2013

Striebel HW. Anästhesie, Intensivmedizin, Notfallmedizin. Für Studium und Ausbildung. 8. Aufl. Stuttgart: Schattauer; 2013

Ullrich W, Krier C. Orthopädie und Unfallchirurgie. In: Kochs E et al., Hrsg. Anästhesiologie ains, Bd 1. Stuttgart: Thieme; 2001

Wilhelm S, Standl T. Anästhesie in der Orthopädie und Unfallchirurgie. Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 2004; 39: 297

Sachverzeichnis

A

A-Fasern 639
A-Lagerung 303
Abdomen 502
Abdominalchirurgie
– Anästhesie 750
– Anästhesie-Besonderheiten 751
Ableitung
– Elektrokardiografie 237
– nach Einthoven 237
– nach Goldberger 237
Ableitungsvorbereitung, Intrahospitaltransport 67
Abmahnung 63
Absaugeinheit 189
Absaugen
– endotracheales 189
– endotracheales 189–191
– offenes 190
– Pneumonieprävention 374
– System, geschlossenes 191
Absaugen, endotracheales 189
Absaugkatheter 189
Absaugsystem, geschlossenes 191
Absaugvorrichtung, mobile 69
ABSI-Score 576
Absorberumgang 696
Absprache
– dokumentierte 130
– koordinierende 130
Abszess
– Pankreas 507
– Periduralanästhesie 673
– Rachen 812
– Tonsillen 812
ACE-Hemmer
– Koronarsyndrom, akutes 484
– Prämedikation 683
Acetylcholin 635
Acetylcholin-Esterase-Hemmer 537
Acetylsalicylsäure 402
– Blutung, spontane intrazerebral 524
– Koronarsyndrom, akutes 484
Achsel-Körpertemperaturmessung 392
Acut-PTCA (Perkutane transluminale Koronarangioplastie) 484
Acute Coronary Syndrome (ACS) 483
Acute respiratory distress Syndrome (ARDS) 468
Adaptive Pressure Ventilation (APV) 212
Adaptive Support Ventilation (ASV) 216
Addison-Krise 551
Additionsazidose 169
Adenotomie 812
Adenovirus, Patient, transplantierter 386
Adipositas
– Anästhesie 753
– Cannot intubate, cannot ventilate 720
– Narkose 753
– permagna 753
Adoleszent-Umgang 596
Adrenalin 491
– Herz-Kreislauf-Stillstand 250
Advanced Life Support (ALS) 248
Aerosol 205
Aerosolinhalation 187
– Flüssigkeitskonzentration 187
– Hygiene 187
– Teilchengröße 187
AF/VT-Quotient, Weaning 225
Affektlabilität 302
Affolter-Konzept 145, 410
Afterload 481
Airway Pressure Release Ventilation (BIPAP-APRV) 214
Aktionsbündnis Patientensicherheit 57
Aktionsstrom, Nervenfaser 423
Aktivierungssystem, retikuläres 618
Aktivität 150
– sinngebende 145
Aktivkohle 567
Aktivkohleauflage 279
Akutbehandlung 408
Akutphase, Praxis, intensivpflegerische 97
Alarm, Monitoring 232
Alarmgrenzwert 178
Alcuronium 637
Aldosteron-Defizit 551
Alfentanil 630
Alginat 279
Alkalose
– metabolische 169
–– Therapie 170
– respiratorische 169
–– Therapie 170
Alkohol
– als Antiseptikum 277
– Prämedikationsgespräch 680
Alkoholintoxikation 571
Allen-Test 234
Allergie 680
Allgemeinanästhesie 644–645
– Aspekte, rechtliche 656
– Augenchirurgie 811
– Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie 813
– Narkoseeinleitung
–– Assistenz 705
–– Vorbereitung 703
– Präoxygenierung 705
– vs. Regionalanästhesie 665
Allgemeinchirurgie
– Anästhesie 750
– Anästhesie-Besonderheiten 751
Allokation 118
Alltagsintegration, Bewegungskonzept 410
Alpha-Rezeptoren 491
Altershaut 258
Alveolarkollaps 220
Alveolen 156
Aminosäuren
– Bedarfsberechnung 321
– Diät, nährstoffbilanzierte 332
– Nährstofflösung 341
Amiodaron 251
Analfistel 750
Analgesie 656
– Narkosetiefe 646
– Opioide 630
– Patientenkontrollierte Analgesie (PCA) 735
– Remifentanil 632
– Stomarückverlegung Säugling 799
– unzureichende, Nervenblockade 668
Analgesieausbreitung
– Periduralanästhesie 672
– Spinalanästhesie 670
Analgesiequalität 450
Analgetika, Prämedikation 684
Analgosedierung 449
– Überwachung 449
– Beatmung, nicht invasive 228
– Polytrauma 588
Analoperation 752
Anamnese, zielgerichtete, Intoxikation 565
Anaphylaktische Reaktion 727
Anaphylaxie
– Anästhesiekomplikation 727
– Prophylaxe 728
Anästhesie
– Augenchirurgie 810
– bei Maligne-Hyperthermie-Verdacht 727
– bilanzierte 644
– Druck, intrakranieller (ICP) 804
– Entwicklung, geschichtliche 644
– Fachschwester/-pfleger 44
– Feldblock 666
– Führungsaufgabe 62
– Geburtshilfe 784
– Gynäkologie 782
– Herztransplantation 774
– HNO-Chirurgie 810
– Infiltration, flächenhafte 666
– intravenöse 644
– Intubation 196
– Kinder mit Herzfehler 607
– Komplikation 720
–– respiratorische 720
– Komponenten 644
– Laseroperation 813
– Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie 810, 813
– Neurochirurgie 802
– Operation
–– abdominalchirurgische 750
–– allgemeinchirurgische 750
– Orthopädie 818
– Pädiatrie 792
– Pflegende 55
– Risikogruppe 682
– Unfallchirurgie 818
– Urologie 754
– Weiterbildungslehrgang 45
Anästhesieausdehnung 670
Anästhesieverfahren 644
Anästhetika
– Aktivierungssystem, retikuläres 618
– Druck, intrakranieller (ICP) 804
– Elektrophysiologie 619
– inhalative 621
– intravenöse, Pharmakokinetik 619
– Ionenkanal 619
– lokal wirksame, *siehe* Lokalanästhetika
– Narkoseaufrechterhaltung 649
– Verteilung 622
– volatile 649
– Wirkort 618
– Wirkungsmechanismus 618
Anastomoseninsuffizienz, Ösophaguskarzinom 513

Aneurysma
– dissecans 486
– dissezierendes 486
– echtes 486
– falsches 486
– spurium 486
– verum 486
Aneurysmaclipping
– Begleitung, intraoperative 807
– Fallbeispiel 804
– Narkoseausleitung 808
– Narkoseeinleitung 807
– Narkoseschwierigkeit 806
– Narkosevorbereitung 806
– Patientenverlegung 808
Aneurysmaruptur 807
Anfall, epileptischer 534
Angebot, biografisches 148
Angehörige
– Anleitung Heimbeatmung 460
– Einbezug Intensivbehandlung 130
– Entscheidung, ethisch begründete 112
– Information 148
– Informationsbroschüre 130
– Integration 410
–– bei Ganzkörperwaschung 260
–– Intensivpflege 148
– Intensivstation 117
– Kommunikation 129
– Umgang bei Hirntod 110
Angina pectoris 483
– Wärmeverlust 714
Angiografie
– Hirntod 532
– Subarachnoidalblutung 523
Angst 683
Angstzustand 124
Anionenlücke 169
Anleitungsprozess 62
Anordnungsverantwortung 65
– Wundbehandlung 285
Anpassungsphasen 410
Anschluss, gasspezifischer 690
Ansprache, Patient, kritisch kranker 127
Anspruchsvoraussetzung
– Delikthaftung 64
– Haftung aus Vertrag 63
Anthropometrie 317
Antibiose
– Myasthenia gravis 536
– Peritonitis 508
– Sepsis 559
Antibiotikaresistenz 559
Anticholinesterase 638
Antidepressiva, Prämedikation 683
Antidiabetika 684
Antidiuretisches Hormon (ADH) 549
Antidot-Therapie 568
Antiepileptika 683
Antikoagulanzien 684
Antimediatortherapie 561
Antimykotika 560
Antiphlogistika, nicht steroidale 471
Antipyretika 402
Antiseptika 277
Antitussiva 467
Anus praeter naturalis 750
Anxiolyse 449
Aortenaneurysma 486
– Behandlung, postoperative 489
Aortendissektion 486
– Anästhesie-Besonderheit 763
Aortenklappenersatz, mittels Ballonkatheter 488
Aortenklappeninsuffizienz 485, 488
Aortenklappenstenose 485
Aortenstenose, Kinder 606
APACHE II, Personalbedarfsplanung 58
Apfel-Score 725
Apgar-Score 600
APGAR-Test 788
Aphthen 266
APL-Ventil 695
Apnoe 171
– Status epilepticus 534
– Ursache 172
Apnoe-Test 531
Apnoealarm 209
Apnoeventilation 209
Apoplex 522
Appellaspekt 126
Appendix vermiformis 503
Arbeiten
– vorhersehbares 143
– strukturiertes 143
Arbeitgeber 64
Arbeitsfelder, Entwicklung 42
Arbeitsraum, auf Intensivstation 54
Arbeitsrecht 63
Arbeitsteam
– Arbeitsteilung, Form 65
– Besprechung 132
– Kommunikation 131
– Umgang bei Hirntod 110
ARDS, Polytrauma 589
Armauslagerung 648
Arnold-Chiari-Malformation 605
Arrhythmie
– absolute, bei Vorhofflimmern 495
– Wärmeverlust 714
Arteria carotis-Plaques-Entfernung 763
Arteria pulmonalis
– Körpertemperaturmessung 393
– Temperaturmessung 716
Arthroskopie 819
Arztrecht
– Leistungserbringung, persönliche 65
– Vorbehaltsaufgaben 65
ASA-Klassifizierung 682
Asphyxie-Gefahr 646
Aspiration
– Anästhesiekomplikation 723
– Definition 326
– Ernährung, enterale 334
– Risikofaktoren 723
– stille 326
– Symptome 723
– Therapie bei Verdacht 723
Aspirationsgefährdung 198
Aspirationsprophylaxe 723
ASS (Acetylsalicylsäure) 402
Assist-Device-System 774
Asthma bronchiale 471
Asthma cardiale 472
Asthmatiker, Narkoseprinzip 472
ASV (Adaptive Support Ventilation) 216
Asystolie 244
– Defibrillation 244
– EKG 244
AT 1-Blocker, Prämedikation 683
ATC (automatische Tubuskompensation) 217
Atelektase 473
– Diffusion 163
– Oxygenierung, einseitige 158
Atelekttrauma 222
Atemarbeit 161
– Proportional Assist Ventilation 218
– Proportional Pressure Support (PPS) 218
Atemdepression
– Opioide 631
– opioidinduzierte 629
– Remifentanil 632
Atemdruck, Monitoring, pulmonales 179
Atemfrequenz 208
– Alarmfunktion bei Beatmung 209
– Allgemeinanästhesie 654
– altersabhängig 793
– Beatmungsmuster 207
– Kontrollmonitoring 178
Atemgasanfeuchtung 598
Atemgaskonditionierung 204
– Arten 205
– Kontrollmonitoring 178
– System
–– aktives 205
–– passives 205
Atemgastemperatur 206
Atemgeräusch 173
Atemgeruch 174
Atemhilfe, maschinelle 207
Atemhilfsmuskel, künstlicher 218
Atemhilfsmuskulatur 173
Ateminsuffizienz 42
– Rückenmarksläsion, akute 529
Atemkalk 695
Atemlage, Wiederaufnahme oraler Ernährung 328
Atemmechanik 171
Atemmessung, angespornte 185
Atemminutenvolumen (AMV) 654
Atemmuskulatur 156
Atemnotsyndrom, neonatales (ANS) 602
Atemregulation 156
Atemrhythmus-Verbesserung 184
Atemschlauchsystem 178
Atemschutzmaske 369
Atemsystem
– Barbituratwirkung 626
– Benzodiazepinwirkung 629
– Desfluran 633
– Etimodat 627
– Isofluran 633
– Ketamin 628
– Propofolwirkung 627
– Sevoflurane 634
– unteres, Erkrankung 467
Atemtechnik, Aerosolinhalation 187
Atemtiefe-Verbesserung 184
Atemtrainer 185
Atemtyp 171, 466
Atemvolumen 178, 654
Atemweg
– Allgemeinanästhesie 651
– Evaluation, präoperative 722
– Kinder 598
– obere/untere 156
– schwieriger 705
–– Komplikation 720
–– Management 721
–– Managementalgorithmus 721
– Septumkorrektur 815
– Strömungsgeräusch 173
– verlegter 651
Atemwegsdruck, positiver 192
Atemwegserkrankung 605
Atemwegsinfektion (AWI) 364
– Formen 374
– Prävention 374
Atemwegsmanagement 650
Atemwegsobstruktion, zunehmende, Flowkurve 180
Atemwegsokklusionsdruck, Weaning 225
Atemwegssekret, trockenes, zähes 186

Atemwegssicherung
– Aufwachraum 740
– Herz-Kreislauf-Stillstand 251
– Stomarückverlegung Säugling 795
– Vorbereitung 704
Atemwegsverlegung
– Aufwachraum 740
– Fremdkörperaspiration 247
Atemzeitverhältnis 208
– Allgemeinanästhesie 654
Atemzugvolumen 157
Atemzyklus 207
Äther, Narkosegerät 688
Atmosphäre, warme 399
Atmung
– agonale 245
– Augeninnendruck 811
– Förderung 181
– Herzchirurgie, postoperative 489
– inverse 173
– Kinder 598
– Kontrollmonitoring 177
– Narkosetiefe 646
– Organsystem, nicht respiratorische 174
– paradoxe 173
– Schwangerschaft 784
– Überwachung
–– apparative 174
–– Atmungsüberwachung 740
–– klinische 171
– vs. Beatmung 207
Atmungsapparat, Eigenschaft
– dynamische 160
– statische 158
Atmungsbehinderung 812
Atmungsform 210
Atmungsluftbefeuchtung 205
Atmungssicherung 798
Atmungswiderstand 160
– elastischer 158
– visköser 160
Atracrium 637
Atropin 498
Aufgabe
– delegierbare 63
– nicht delegierbare 66
Aufgabendelegation, ärztliche 65
Aufklärung 683
– bedürfnisorientierte 131
– stufenweise 131
Aufmerksamkeitsstörung 302
Aufwachraum 730
– Allgemeinanästhesie 656
– Aufgabenspektrum 730
– Ausstattung, materielle 730
– Bedeutung 730
– Entwicklung, historische 42
– Kaiserschnitt 789
– Organisation 730
–– personelle 731
– Patientenbetreuung 732
– Septumkorrektur 815
– Stomarückverlegung Säugling 798
– Struktur 730
– Übergabe 744
– Überwachungsmaßnahmen 799
– Verlegungskriterien 671, 673, 743
Aufwachraum-Bettplatz 731
Auge
– Einblutung 264
– Narkosetiefe 646
Augenchirurgie 810
Augeninnendruck 811
Augenpflege 263
– Dokumentation 265
– Komplikation 265
– Management-Algorithmus 265
– Pflegestandard 264
Augensalbe 264
Augenschutz 812
Augenspülung, Intoxikation 566
Augentropfen 264
Augenveränderung 263
Augenverletzung, perforierende 811
Ausscheidungsregulation, Stomarückverlegung Säugling 796
Autoflow 215
Automode 215
Autotransfusion, maschinelle, Orthopädie 820
AV-Block 497
AV-Impulssystem 299
Axondurchmesser 423
Azidose
– global-renale 168
– hyperkalämische 168
– metabolische 168
–– Therapie 170
– respiratorische 169
–– Therapie 170
– tubulär-renale 168
– Tumorlyse-Syndrom 544
Aδ-Fasern 423

B

B-Fasern 639
Back-up-Beatmung 209
Badeöl 259
Bakteriämie, Prävention, pflegebezogene 380
Balint-Gruppe 132
Ballaststoffe 502
Ballonkatheter 488
Ballonpumpe, intraaortale 493
Barbiturate 625
– Elimination 626
– Hirnödem 529
Barotrauma 222
Barthel-Index 409
– erweiterter 409
Basale Stimulation, Weaning 225
Basic Life Support (BLS) 244
Basistherapie, optimale 112
Bauchaortenaneurysma (BAA) 763
Bauchhöhle, *siehe* Abdomen
Bauchlage 182
– Einsatzbereich 184
– inkomplette 183
– komplette 183
– Neurochirurgie 803
Bauchlagerung
– Allgemeinanästhesie 648
– Intensivpatient, adipöser 312
Bauchnabelreinigung 382
Bauchspeicheldrüse, *siehe* Pankreas
Bauchwanddefekt 604
Baxter-Formel 578
Beach-Chair-Lagerung 311
Beatmung
– Abstimmung Mensch-Maschine 178
– Allgemeinanästhesie 650
– Atemtypänderung 171
– Blutgasanalyse, Monitoring, pulmonales 180
– Bypassoperation 769
– CPPV, IPPC-assistierte 210
– druckbegrenzte (PLV) 211
– druckkontrollierte (PCV) 211
– druckregulierte-volumenkontrollierte (PRVC) 212
– druckunterstützte 216
–– Proportional Pressure Support (PPS) 218
–– Vorteile 217
– Flow
–– akzelerierender 208
–– dezelerierender 208
–– konstanter 208
– Flowkurve, Monitoring, pulmonales 180
– invasive
–– Indikation 226
–– Kontraindikation 227
–– Vorbereitung 228
– invasive (NIV) 226
– Kinder 598, 795
– kontrollierte 209, 654
–– Kombination Spontanatmung 214
– lungenprotektive 222
– lungenschonende 468
– maschinelle 207
–– Alarmfunktion 209
–– Beatmungsdruck 208
–– Beatmungsvolumen 208
–– Druck/Zeit-Diagramm 209
–– Drucktrigger 208
–– Flow/Zeit-Diagramm 209
–– Flowform 208
–– Flowtrigger 208
–– Indikation 207
–– Parameter, variable 209
–– Steuerung 209
–– Trigger 208
–– Volumen/Zeit-Diagramm 209
–– Volumentrigger 208
– Nebenwirkung 221
– Neck-Dissection 813
– Neugeborene 600
– nicht invasive
–– Abbruchkriterium 228
–– Adaptionsphase 228
–– Analgosedierung 228
–– Beatmungsmodus 228
–– Durchführung 228
–– Erfolgskontrolle 228
–– Gerät 227
–– Interface 227
–– Komplikation 228
– Plateaudruck 208
– Spitzendruck 208
– Thoraxchirurgie 763
– Trigger 208
– trockene 205
– volumenkontrollierte (VC-CMV) 211
– vs. Atmung 207
– vs. Spontanatmung 653
Beatmungsbeutel 374
Beatmungsdruck 208
– Alarmfunktion bei Beatmung 209
– Kontrollmonitoring 178
Beatmungseinheit 42
Beatmungsequipment 374
Beatmungsform 209
– Thoraxverletzung bei Polytrauma 590
Beatmungsluft-Befeuchtung 374
Beatmungsmuster 207
Beatmungsparameter 207
– einstellbarer 688
Beatmungsparameter im Kreissystem 696
Beatmungspatient, Wohngemeinschaft 95
Beatmungsplatz 459
Beatmungsverfahren, augmentierende 212
Beatmungsvolumen 208
Beckenfraktur 592
Beckenoperation 819
Beckenposition, A-Lagerung 303
Beckenringfraktur 819
Bedside-Test 66
Bedürfnis, spiegeln 142
Befeuchtung
– Beatmung, nicht invasive 227
– passive vs. aktive 206
Behandlungsfehler 63
Behandlungskonzept 409
Behandlungspflege, aktivierende 408
Beinbehandlung 298
Beinvenenthrombose 530
Belästigung, sexuelle 417

Belüftungs-Durchblutungsverhältnis, Störung 623
Belüftungsstörung, Intensivpatient, immobiler 181
Benzodiazepine 628
– GABA-Rezeptorkomplex 619
– Vorinjektion 627
Bepanthen 264
– Mundpflege 267
–– bei intubiertem Patient 376
Berufsgruppen, Interaktionsoptimierung 63
Berührung, Erlebnisweise 415
Besucher, infektiöser 385
Besuchsrecht-Einschränkung 117
Beta-Rezeptoren 491
Betablocker, Prämedikation 683
Betäubungsmittel 680
Betreuung, interdisziplinäre 457
Betreuungsverfügung 115
Bettfahrrad 298
Bettwäsche 384
Bewältigungsstrategie 141
Beweglichkeit
– Erhaltung 295
– Prinzipien 295
Bewegung 292
– Einflussfaktoren 292
– Erlebniswelt Intensivstation 126
– im Bett 302
– Intensivpatient, adipöser 309
– nach Bobath-Konzept 300
– Neurophysiologie 292
– Pflegeanamnese 310
– Pflegeplanung 310
– unterstützende 145
– Verlaufsbeschreibung 292
Bewegungsanamnese 292
Bewegungseinschränkung, Einschätzung 292
Bewegungsfähigkeit 743
Bewegungskonzept 409
– Alltagsintegration 410
Bewegungsqualität 292
Bewegungstherapie
– Konzept 299
– Phasen 308
Bewegungsübung 298
Beweislast 64
Beweislastumkehr 64
Beweismittel Dokumentation 65
Bewusstlosigkeit 139
– Augenpflege 263, 265
– Eintritt 706
– künstliche 140
Bewusstsein 138
– Förderung 141
– Wiederaufnahme oraler Ernährung 327
Bewusstseinsförderung 742
Bewusstseinstrübung 522
Bewusstseinsveränderung 138
– akute qualitative 139
– chronische, qualitative 139
– qualitative 139
– quantitative 138
Beziehungsaspekt, Kommunikation 126
Beziehungsaufnahme 128
Beziehungsentfremdung 125
Beziehungsgestaltung 60
Bezugspflege, Weiterbildung 45
Bi-Level-VG, Weaning 225
Bi-Phasic-Ventilation 213
Bierscher Block 669
Bigeminus 498
Biguanide 684
Bikarbonat 251
Billroth-Resektion
– Anästhesie 751
– minimal-invasive 751
Bindegewebsneubildung, Störung 275
(Bio-) Isoelektrische Impedanz Analyse (BIA) 318
Biomarker akutes Nierenversagen 517
Biot-Atmung 172
Biotrauma 222
BIPAP (Biphasic positive Airway Pressure) 212
BIPAP-APRV (Airway Pressure Release Ventilation) 214
BIPAP-ASB 213
Biphasic positive Airway Pressure (BIPAP) 212
– Einstellparameter 214
– Erscheinungsform 213
– Sonderform 213
Bispektralindex 646
Blaseninfektion 530
Blasenkatheter 386
Blasenoperation
– Anästhesie-Besonderheit 756
– offene 755
Blasenspülung 378
Blasenüberdehnung 530
Blick, medizinischer 95
Blinddarm 503
Blockerballon 194
Blue Bloater-Lungenemphysem 471
Blut
– Gas-Verteilungskoeffizient 622
– Gastransport 164
– Gesamtsauerstoffgehalt 165
– Sauerstoffkonzentration 164–165
– Schwangerschaft 784
– Wasserstoffionenkonzentration 168
Blut-Gewebe, Gastransport 164
Blutdruck
– altersabhängiger 793
– arterieller
–– Augeninnendruck 811
–– mittlerer (MAP) 233
– Kinder mit Herzfehler 607
– normaler, WHO-Definition 482
– zentralvenöser (ZVD), Messung über Wassersäule 238
Blutdruckabfall, arterieller 597
Blutdruckanstieg, Status epilepticus 534
Blutdruckmessung
– invasive 233
– nicht invasive 703
Blutdruckregulierung
– Blutung, spontane intrazerebral 524
– Subarachnoidalblutung 523
Blutdrucksenkung
– Opioide 631
– Remifentanil 632
Blutentnahme 380
Blutfluss, koronarer 480, 482
Blutfluss-Senkung, medikamentöse 804
Blutgasanalyse
– Entnahmeort 180
– Entnahmetechnik
–– arterielle 181
–– kapillär-arterielle 180
– Interpretation 170
– klassische 167
– Kohlendioxidkonzentration 167
– Monitoring, pulmonales 180
– Normwerte 168
– Untersuchungsparameter 180
Blutgefäß-Bewegung 308
Blutgerinnung 657
– *Siehe auch* Gerinnung
Bluthochdruck, plötzlich auftretender 482
Blutkonserve, Planung 684
Blutkultur 558
Blutleere-Eingriff 820
Blutlöslichkeit 622
Blutserum 321
Blutstillung 657
Blutung
– akute gastrointestinale (AGIB) 508
– Cannot intubate, cannot ventilate 720
– gastrointestinal
–– Diagnostik 509
–– Kompressionstherapie 509
–– Risikofaktoren 508
–– Symptome 508
–– Therapie 509
––– medikamentöse 510
–– Ursache 508
– Herzchirurgie, postoperative 490
– intraabdominelle 592
– Polytrauma 592
– Septumkorrektur 815
– spontane
–– intrakranielle 522
–– intrazerebrale (ICB) 523
– untere gastrointestinale (uGIB) 508
Blutverlust, Stomarückverlegung Säugling 798
Blutvolumen
– altersabhängiges 798
– intravasales 655
– Kind 597
Blutzucker 321
Bobath-Konzept 300, 410
Body-Mass-Index (BMI) 317
Bohr-Effekt 166
Boyle-Mariotte-Gesetz 691
Bradyarrhythmie 497
Bradykardie 631
– Kind 598
– Remifentanil 632
– Rückenmarksläsion, akute 529
– Wärmeverlust 714
Bradypnoe 171
– Ursache 172
Brandverletzter 578
– Beobachtung 582
– Betreuung, psychologische 583
– Schmerztherapie, medikamentöse 582
Bricker-Blase 755
Bronchialbaum 156
Bronchialsekret 156
Bronchitis, chronische 470
Bronchoskopie 466
Bronchospasmus
– Anästhesiekomplikation 724
– Therapie 724
Brustoperation 782
Brustwandableitung, nach Wilson 237
Bupivacain 641
– Dosierung bei Spinalanästhesie 670
Buried-Bumper-Syndrom 336
BURP-Manöver 199
Bypasschirurgie 487
Bypassoperation 766
– Beatmung 769
– Begleitung, intraoperative 769
– HLM 769
– Medikamente 768
– Narkoseausleitung 770
– Narkoseeinleitung 768
– Narkosevorbereitung 767
– Probleme 766
Bypassversagen, postoperatives 490

C

C-Fasern 423, 639
CABG (Coronary Artery Bypass Graft) 487
Calendula-Essenz 376
Cannot intubate, cannot ventilate 720
Carboxyhämoglobin 166
Cardiac-Chair-Lagerung 311
Case-Manager 458
Chemosis 264
Chemotherapie 542
Cheyne-Stokes-Atmung 172
Child-Pugh-Kriterien 511
Chirurgie, minimal-invasive (MIC) 753
Chlor, Funktion 338
Chlorhexidin 376
Chlorhexidin-Lösung 267
Chloroform 688
Choledochotomie 750
Cholesterin 321
Cholezystektomie 750
Cholinesterase 321
Cis-Atracrium 637
Clearance 620
– hepatische 620
– Messung 516
– renale 621
Clonidin 482–483
CMV-BIPAP 213
CO-Intoxikation 166
Coil 805
COLD 467
Coliquifilm 264
Coma diabeticum 548
– hyperosmolares 549
Comfort-Work 97
Commotio cerebri 526
Compliance 159
– Abnahme 161
– Monitoring, pulmonales 179
– Proportional Pressure Support (PPS) 219
– Überwindungsdruck 179
– Veränderung 179
Concord-Lage 803
Continuous Positive Airway Pressure (CPAP) 192, 220
Continuous positive Pressure Ventilation (CPPV) 210
Controlled mechanical Ventilation (CMV) 209
COPD, Beatmung, nicht invasive 226
Cornergel 264
Coronary Artery Bypass Graft (CABG) 487
CPAP (Continuous Positive Airway Pressure) 192, 213
CPAP (Continuous Positive Airway Pressure) Ösophagusatresie 604
CPPV (Continuous positive Pressure Ventilation) 210
CPR
– Ethik 252
– Unterlassung 252
Creme, lipophile/hydrophile 261
Critical Illness Disease 339
Critical Incident Reporting System (CIRS) 87
Cuff 194
Cuffdruck 194
Cuffdruckprüfung 326
Cushing-Reflex 526
Cytomegalie-Virus (CMV) 386
Czerny-Atmung 173

D

Dampfdruck 621
Danaparoid 299
Dantrolen 726
Darm 503
– Sepsis 557
Darmatonie 504
Darmoperation 752
Darmresektion
– Anästhesie 750
– minimal-invasive, Anästhesie 750
Darmstillstand 504
Debridement 580
Defektdeckung 580
Defibrillation, Sicherheitshinweise 248
Dehydratation
– Formen 339
– Kind 610
Dekompressionskraniektomie 524
Dekompressionsoperation 529
Dekubitus
– Einschätzung 295
– Entstehung 294
– Ernährung 296
– Hautpflege 296
– Wahrnehmungsförderung 296
Dekubitusprophylaxe 294
– Intensivpatient, adipöser 312
– Lagerung 312
Delikthaftung 64
Delir, Folgen 141
Depersonalisierung 126
Depolarisationsblock 647
Desfluran 633
Desinfektion 371
Desorientiertheit 742
Desorientierung 144
– Aufwachraum 742
– Ritual, fremdbestimmtes 149
Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI) 51, 66
Deutsche Krankenhausgesellschaft (DKG), Empfehlung 44
Dextrane 340
Diabetes insipidus 549
Diabetes mellitus
– Prämedikationsgespräch 679
– Sondennahrung, spezielle 333
Diagnosis Related Groups (DRG) 60
Dialogaufbau nach Ziegler 128
Dialyse 568
Diarrhö
– Ernährung, enterale 335
– forcierte 568
Diät
– ballaststoffreiche hochmolekulare 332
– bedarfsdeckende bilanzierte 332
– chemisch definierte (CDD) 332
– nährstoffbilanzierte 332
Diazepam 629
Dickdarm 503
Diffusion 163
Dihyralazin 493
Dimethylaminophenol-HCl, als Antidot 568
DIN-EN 740 696
Diskonnektionsalarm 178
Distanz, innere 416
Distanz, vs. Nähe 415
Diurese
– alkalische 568
– Brandverletzter 582
– forcierte 568
– Giftelimination, sekundäre 568
Diuretika 579
DIVI-Empfehlung, Intrahospitaltransport 66
Dobutamin 492
Dokumentation
– Augenpflege 265
– Beweismittel 65
– fehlende 65
– Körperpflege 269
– Narkoseeinleitung 704
– Weaning 223
– Wundbehandlung 286
Dopamin 492
Dopamin-Rezeptoren 491
Dopexamin 492
Doppellumentubus 764
Doppler-Sonografie, Hirntod 532
Double Burst (DBS) 647
Double-J-Katheter 755
Drainage
– Entfernungszeitpunkt 383
– Herzchirurgie, postoperative 489
– Stomarückverlegung Säugling 798
– Wundinfektionsprävention 382
Drei-Kompartiment-Modell 621
Dressing, geruchsabsorbierendes 279
Drogen, Schnelltest Intoxikation 565
Druck
– intrakranieller (ICP) 802
–– Anästhetikawirkung 804
–– Erhöhung 804
–– Senkung durch Medikamente 804
– transpulmonaler 181
Druck/Zeit-Diagramm 209
Druckentlastung, Dekubitus 295
Druckerhöhung
– intragastrale 636
– intrakranielle 807
Druckgradient, transpulmonaler 161
Druckmessung, intrakranielle 804
Drucksonde, intraparenchymatöse 528
Drucksteigerung, intrakranielle 522
Drucktrigger 208
Druckulzera 336
Ductus arteriosus Botalli, persistierender (PDA) 603
Dumping-Syndrom 336
Dünndarm 503
Dünndarmteilresektion
– Anästhesie 751
– minimal-invasive 751
Duokopfprothese 820
DuoPAP (Biphasic positive Airway Pressure) 212
DUR 25 (Klinische Wirkdauer) 635
DUR 95 (Gesamtwirkdauer) 635
Durchblutung
– Anästhetikaverteilung 623
– schwerkraftabhängige 162
Durchblutungsreduktion 812
Durchflusserwärmer 716
Durchführungsverantwortung 65
– Wundbehandlung 285
Durst 336
Dysgnathie 720
Dyskinesie 627
Dysphagie 322, 513
Dysplasie, bronchopulmonale (BPD) 602
Dyspnoe 466
– Ursache 171

E

Ebrantil® 483
ECMO (Membranoxygenierung, extrakorporale) 469
ECMO-Verband 279

EEG
– Allgemeinanästhesie 646
– Hirntod 531
– Status epilepticus 534
Eigenblutspende, Orthopädie 820
Eigenhauttransplantat 580
Ein-Kompartiment-Modell 621
Ein-Sekunden-Kapazität 158
Einatemanstrengung, erhöhte 218
– Proportional Pressure Support (PPS) 218
Einatmungsluft 204
Einatmungsübung 184
Einlauf 511
Einreibung
– atemstimulierend 151
– atemstimulierende (ASE) 186
–– Erlebnisweise 416
–– Körpertemperaturregulierung 399
– rhythmische 399
Eispack, temperatursenkende 402
Eklampsie 784
Elektrokardiografie (EKG) 236
– Ableitung 703
– Auswertung 495
– Herzrhythmusstörung 495
– Herzschrittmacher 237
– Narkoseeinleitung 703
Elektrokardiografie, Ableitung 237
Elektrokauter 649
Elektrolyte
– Bedarfsberechnung 321
– Erhaltungsbedarf 655
– Ernährungsüberwachung 321
Elektrolytersatz 401
Elektrolythaushalt
– Korrektur 337
– Störung 337
Elektrolytlösung 340
Elektrolytstörung 338
Elektroneurografie 536
Elektrophysiologie 619
Elimination 564, 620
– Barbiturate 626
– Inhalationsnarkotika 624
Empathie 97, 399
– Bypassoperation 766
Empfängerherzexzision 778
Enddarm 503
– Körpertemperaturmessung 392
– Temperaturmessung 717
Endokarditisprophylaxe 486
– Kind mit Herzfehler 607
Endokrine Störung 548
Endoprothese, totale (TEP) 818
Endorphinausschüttung 425
Endoskopiepflege 373
Endoskopische Retrograde Cholangio-Pankreatikografie (ERCP) 507
Endotrachealtubus 194
Endourologische Operation 756
Endowagen 690
Endplatte, neuromuskuläre 634
Endstrecke 495
Energiebedarf
– täglicher, Berechnung 317
– tatsächlicher 320
Energiehaushalt 597
Energiemenge 316
Energiezufuhr 518
Enfluran 633
Engung, vs. Weitung 127
Entbindung 782
Enterokolitis, nekrotisierende (NEK) 603
Entlassungsmanagement 458
Entscheidung, ethisch begründete 112
Entzugsdelir 571
Enzephalopathie 510, 600
EPH-Gestose 784
Epidemiologie-Protokoll 371
Epididymektomie 755
Epiduralanästhesie 644
Epiduralhämatom 527
Epiglottitis
– Cannot intubate, cannot ventilate 720
– Kinder 606
Epispadieoperation 755
Epstein-Barr-Virus (EBV) 386
Equal pressure point 160
Erbrechen
– (provoziertes) 566
– Aufwachraum 737
– Opioide 631
– postoperatives 681
–– Prophylaxe 725
–– Schwangerschaft 786
–– Therapie 725
ERCP (Endoskopische Retrograde Cholangio-Pankreatikografie) 507
Ergebnisqualität, Sicherung 62
Erlebniswelt-Störung 126
Ernährung 316
– Blutserum 321
– Brandverletzter 582
– Dekubitus 296
– enterale 330
–– Komplikation 334
–– Kontamination, bakterielle 335
–– Methode 330
–– Polytrauma 589
–– Überwachung 334
–– Vorteile 330
– klinische 329
–– Indikation 329
– Körpertemperaturregulierung 399
– orale, Wiederaufnahme 327
– parenterale 338
–– All-in-one-Lösung 338
–– Infusionstherapie 336
–– Kombinationslösung 338
–– Monokomponentenlösung 339
–– Polytrauma 589
– Pneumonieprävention 374
– Polytrauma 589
– Sepsis 561
– Überwachung 321
– und Wundheilung 280
Ernährungsbedarf 316
– bei Krankheit 319
– Fieber 401
Ernährungsscore 319
Ernährungssonde
– enterale 331
– gastrointestinale 331
Ernährungsüberwachung, immunologische 321
Ernährungszustand, Erfassen 317
Erreger
– gramnegativer 555
– grampositiver 555
– Infektion, nosokomiale 555
Erregungsrückbildung 236, 498
Erregungsübertragung 635
Erstversorgung
– Neugeborenes, gesundes 599
– Verbrennung 578
– Verbrennungszentrum 578
Ertrinkungsunfall 611
Erwachen, verzögertes 681
– Aufwachraum 742
Erwachsener
– Atemfrequenz 793
– Blutvolumen 798
– Hämoglobin 798
– Herzfrequenz, Blutdruck 793
– Neutraltemperatur, Temperatur, kritische 793
– Sauerstoffpool 167
Erwärmung
– aktive externe/zentrale 401
– passive externe 401
Escharotomie 579
Esmarchscher Handgriff 722
Esstraining 324
Ethik 104
– Aspekte 104
– CPR 252
– Faktor Kulturkreis 105
– Faktor Zeit 105
– Prioritäten 105
– und Menschenbild 107
– und Moral 104
– und Ökonomie 118
– Zugangswege 104
Ethik-Diskurs 105
Ethikansatz
– deontologischer 105
– utilitaristischer 105
Ethikberatung 107
Ethikinstitution 106
Ethikkomitee 106
Ethikkommission 106
Ethikkonsil 106
Etomidat 627
– Pharmakokinetik 627
Eupnoe 171
Eurotransplant International Foundation (ET) 774
Evaporation 390, 713
Evidence based Hygiene 365
Exazerbation, Frequenz 467
Exazerbation, akute hyperkapnische 226
Existenzangst 126
Experten-Pflege 100
Exspiration
– Equal pressure point 160
– High-Flow-CPAP 193
– polytope ventrikuläre 499
– zu kurze, Flowkurve 180
Exspirationszeit 211
Extrasystole (ES) 498
Extremitätenfraktur 592
Extubation 200
– Adipositas 754
– akzidentielle 69
– elektronische 217
– Pneumonieprävention 374
Exzitation 646

F

Fachschwester/-pfleger
– Etablierung 43
– Stundenverteilung der Weiterbildung 44
– Weiterbildungsordnung 44
Fallbesprechung 132
Fallkonferenz 106
Familienbesprechung, strukturierte 131
Farbkodierung
– Gase 690, 694
– Verdunster 694
Fast Track Surgery 750
Fazio-Orale-Trakt-Therapie (F.O.T.T.) 410
Feedback-Mechanismus 548
FEES 322
Feldblock-Infiltrationsanästhesie 666
Femoralis-Blockade 667
Femurnagel 820
Fertilitätsoperation 755
Fette
– Nährstofflösung 341
– Respiratorischer Quotient 164
– Verdauungssystem 502
Fettsäure
– Bedarfsberechnung 321
– Diät, nährstoffbilanzierte 332
Feuchtigkeit
– absolute 205
– relative 205
Feuchtigkeitsaufnahme 187

Fibrose 164
Fieber 395
– Auswirkung 398
– Begleiterscheinung 398
– Maßnahme 401
– Pathophysiologie 396
– Personengruppe, gefährdete 399
– Symptom 397
– Ursache 396
Fieberabfall 397
Fieberanstieg 397
Fieberdelir 399
Fieberhöhe 397
Fieberkrampf 399
– Kind 608
Fieberreaktion 396
Fiebersenkung, Maßnahme
– pharmakologische 402
– physikalische 401
Fieberverlauf 397
Fingernagel
– Immunsuppression 384
– Wundinfektionsprävention 382
Flächendesinfektion 367, 372
Flimmerepithel 186
Flow/Zeit-Diagramm 209
Flowmeter 692
Flowtrigger 208
Flumazenil 629
Flunitrazepam 629
Fluss-Volumen-Beziehung 160
Fluss-Volumen-Kurve 159
Flüssigkeit
– Erhaltungsbedarf 337, 655
– Zusatzbedarf 655
Flüssigkeitsbeatmung 469
Flüssigkeitsbilanz 337
– Veränderung, perioperative 337
Flüssigkeitsdefizit, präoperatives 655
Flüssigkeitsgrundbedarf, 4–2-1-Regel 794
Flüssigkeitshaushalt
– Kind 597
– Lunge 156
– Pädiatrie 794
– Stomarückverlegung Säugling 797
Flüssigkeitskorrekturbedarf 794
Flüssigkeitsmanagement 469
Flüssigkeitssubstitution
– perioperative 654
– Polytrauma 587
Flüssigkeitsverlust
– Operationstrauma 655
– Stomarückverlegung Säugling 798
Flüssigkeitszufuhr
– Fieber 401
– Körpertemperaturregulierung 399
Flüssigseife 259
Flutter 188
Fokus-Gruppe 132
Fondaparinux 299
Forced Exspiratory Technique 188
Fotodokumentation 286
Fotometrie 175
Fragebogen, persönlicher 147
Frank-Starling-Mechanismus 481
Freiheitsstrafe 63
Fremdbluteinsparung 820
Fremdkörperaspiration 246
– Kind 611
Fremdkörperingestion 611
Frischgasmenge 69
Fruchtwasserembolie 786
Frühdefibrillation 243, 247
Frühgeborenes 601
– Atemfrequenz 793
– Enterokolitis, nekrotisierende (NEK) 603
– Gehirnblutung 602
– Neutraltemperatur, Temperatur, kritische 793
– Retinopathie 603
Frühreha-Barthel-Index 409
Frührehabilitation 408
Fruktose-Sorbit-Intoleranz, hereditäre 339
Führen, Prinzip 410
Führung 60
– vs. Unterstützung 145
– Zufriedenheit 61
Führungsaufgabe 62
Führungsstab 195
Führungsstil
– situativer 62
– Zielerreichung 61
Fundoplicatio 750
Fußbad 400
Fußblock 668
Fußnagel
– Immunsuppression 384
– Wundinfektionsprävention 382
Fußoperation 820
Fußwärmung 401

G

GABA (Gamma-Aminobuttersäure) 619
GABA-Rezeptorkomplex 619
Gallenblase 503
Gallenoperation
– Anästhesie-Besonderheiten 752
– offene 750
Gamma-Aminobuttersäure (GABA) 619
Ganzkörperwaschung 259
– Angehörigenintegration 260
– Anwendung, therapeutische 262
– Form 261
– Patientenindividualität 261
Gasdosierung 692
Gase, medizinische, *siehe* Narkosegase
Gasflaschen 691
Gasflussmessung, elektronische 693
Gastransport 164
– Blut-Gewebe 164
Gastrektomie
– Anästhesie 751
– minimal-invasive 751
Gastric-banding-Operation
– Anästhesie 750
– bei Adipositas 753
Gastrointestinaltrakt
– Atmung 174
– Erkrankungen 502
– Keimbesiedlung, physiologische 365
– Muskelrelaxanzien, nicht depolarisierende 637
– Nebenwirkung Beatmung 222
– Opioidwirkung 631
– Schwangerschaft 784
Gastroschisis 604
Gastrostomie, perkutan endoskopische (PEG) 331
Gastrotomie 750
Gasversorgung 690
Gate-Control-Theorie 425
Geburtshilfe 784
Gefäßchirurgie 762
– Anästhesie-Besonderheit 762
Gefäßpunktion 672
Gefäßsystem, pulmonales, Erkrankung 474
Gefäßverletzung 668
Gefühl 126
– spiegeln 142
Gefühlsarbeit 98
Gegenstände, persönliche 147
Gehirn-Reizweiterleitung 423
Gehirnblutung 602
Gehirnperfusion (CBF) 802
Gehörgang, äußerer 717
Gelatine 340
Geldersatz 64
Geldstrafe 63
Gelenkbewegung 308
Genital, weibliches 365
Genitaloperation 782
Genitalsklerosierung 755
GENUINER-BIPAP 213
Gerinnung
– Blutung, spontane intrazerebral 523
– disseminierte intravasale (DIC) 657
– plasmatische, Inhibitoren 657
– Schwangerschaft 784
Gerinnungshemmung, Herz-Lungen-Maschine 765
Gerinnungsstörung 657
– Leberversagen, akutes 510
Gerinnungssystem-Aktivierung bei Infektion 556
Gesamtkörperkalium 318
Gesamtpflegezeitaufwand 58
Gesamtschuldner 64
Gesamtwirkdauer (DUR 95) 635
Gesichtsverletzung 590
Gestose 785
Gesundheit
– Verständnis 108
– WHO-Definition 108
Gesundheitsreform 57
Gesundheitsstrukturgesetz 57
Gewalt, und Sexualität 418
Gewebe, avitales 276
Gewebeentflammung 813
Gewebelöslichkeit 622
Gewebeödem 275
Gewebeschädigung 396
Gewebeverträglichkeit 775
Giftaufnahme 564
Giftelimination 566
– primäre 566
– sekundäre 568
Giftinformationszentrale (GIZ) 564
GIZ-Kontakt 566
Glasgow-Coma-Skala (GCS) 140
– Kind 609
– Schädel-Hirn-Trauma 527
Gleichwertigkeit 132
Gliom 525
Globalinsuffizienz 484
Glukokortikoide, Störung, pulmonale 467
Glukose 339
Glukoseaustauschstoff 339
Good Lung Down 182
Grand-Mal-Anfall 534
Granulozytopenie 384
Grenzkonflikt, vs. Grenzüberschreitung 417
Grenzüberschreitung
– konstitutive 415
– vs. Grenzkonflikt 417
Grimmdarm 503
Großkrankenhaus 51
Grundumsatz 316
Guillain-Barré-Syndrom (GBS) 535
Gurgeln 174
Gynäkologie
– Anästhesie 782
– Patientenlagerung 783
– Prämedikation 782

H

Haarentfernung 381
Haarschutz 369
Haftung
– Anspruchsvoraussetzung 63
– aus Vertrag 63
– Verrichtungsgehilfe 64
Haftungsrisiko 65
Hagen-Poiseuille-Gesetz 160

Halbelektrolytlösung 340
Halbwertszeit, Kontext-sensitive 621
Haldane-Effekt 165
Halothan 633
Hals-Nasen-Ohren-Chirurgie
– Anästhesie 810
– Anästhesie-Besonderheit 811
Halsbeweglichkeit 682
Halsweichteilentzündung 720
Halswirbelsäulenveränderung 720
Haltung, zugewendete 129
Hämatokrit
– altersabhängiger 798
– Brandverletzter 582
Hämatom 673
– Periduralanästhesie 673
– Wundheilung 275
Hämodiafiltration, kontinuierliche venovenöse 518
Hämodialyse
– kontinuierliche
–– venöse 518
–– venovenöse 518
– Prinzip 518
Hämodynamik
– Kohlendioxidpartialdruck, Veränderung 177
– Wärmeverlust 714
Hämofiltration 518
– Sepsis 561
Hämoglobin 164
– altersabhängiges 798
– Bohr-Effekt 166
– gesamtes 165
– Haldane-Effekt 165
– oxygeniertes 165
– Sauerstoffaffinität 165
Hämolytisch-urämisches Syndrom (HUS) 610
Hämoperfusion 568
Hämorrhoiden 750
Hämostase 657
– Wärmeverlust 713
Handbeatmungsbeutel 698
Händedesinfektion
– Harnwegsinfektion 378
– hygienische 367
– Pneumonieprävention 374
Händehygiene 367
– Immunsuppression 386
Handeln
– ohne ärztliche Anordnung 66
– pflegerisches, Theorie nach Mischo-Kelling 99
– professionelles 46
Händewaschen, korrektes 368
Handtuch, Immunsuppression 384
Handwärmung 401
Harnblase
– Körpertemperaturmessung 393
– Temperaturmessung 717
Harnröhrenplastik 755
Harnstoff
– Clearance 516
– Ernährungsüberwachung 321
Harnwegsinfektion (HWI)
– Eintrittspforte 379
– Erregerreservoir 379
– Faktor, disponierender 375
– Maßnahmen, pflegebezogene präventive 380
– Prävention 375
–– pflegebezogene 378
– Risikofaktoren
–– endogene 377, 379
–– exogene 379
Hauptstromanalyse 696
Haut 257
– Aufgaben 574
– Bewegung 308
– gesunde 258
– Körpertemperatur
–– Einschätzung 392
–– Messung 393
– Opioidwirkung 631
Hautanalysebogen 260
Hautersatzmittel 580
Hautfaltendicke 317
Hautläsion 336
Hautpflege
– Dekubitus 296
– Händehygiene, professionelle 368
Hautpflegemittel 258, 260
Hautschaden, lagerungsbedingter 649
Hautschicht 574
Hauttumor 750
Hauttyp 258
Heat and Moisture Exchanger (HME) 206
Heilbehandlung, neuartige 116
Heimbeatmung 457
– Angehörigenanleitung 460
– Anleitungskompetenz 460
– Fachkompetenz 460
– Formen 457
– Gerät 458
– Methodenkompetenz 460
– Patientenanleitung 460
– Personalkompetenz 460
– Sozialkompetenz 460
HELLP-Syndrom 785
Hemikolektomie
– Anästhesie 751
– minimal-invasive 751
Henderson-Hasselbalch-Gleichung 167
Heparin
– Blutung, spontane intrazerebral 524
– unfraktioniertes 299
Heparine, niedermolekulare 299
Hepatitis B (HBV) 386
Hepatitis, akute 511
Hepatitis, fulminante 512
Herdsanierung, Sepsis 559
Hernienoperation 752
Herpes zoster 266
Herpes-Virus 8, humanes (HHV-8) 386
Herz
– Anspannungsphase 480
– Austreibungsphase 480
– Blutfluss 480
– Kind 598
– Kontraktilität 481
– Nebenwirkung Beatmung 221
– Pumpmechanismus 480
– Untersuchung, präoperative 681
– Windkesselfunktion 480
Herz-Kreislauf-Erkrankung 678
Herz-Kreislauf-Funktion
– Sicherung bei Stomarückverlegung Säugling 798
– Überwachung im Aufwachraum 741
Herz-Kreislauf-Medikamente 683
Herz-Kreislauf-Regulation 232
Herz-Kreislauf-Stillstand
– Ablauf bei Monitoring 243
– akuter 242
– Art 243
– Definition 242
– Ursache 242
Herz-Kreislauf-System
– Barbituratwirkung 626
– Benzodiazepinwirkung 629
– Desfluran 633
– Erkrankung 480
–– beim Kind 606
– Etomidat 627
– Isofluran 633
– Ketamin 628
– Kindernarkose 793
– Lokalanästhetikawirkung 641
– Muskelrelaxanzien
–– depolarisierende 636
–– nicht depolarisierende 637
– Opioidwirkung 631
– Propofolwirkung 626
– Sauerstofftransport 482
– Schock, septischer 556
– Schwangerschaft 784
– Sepsis 556
– Sevoflurane 634
– Überwachung 796
Herz-Lungen-Maschine 764
Herzbettlagerung 311
Herzchirurgie 762
– Anästhesie-Besonderheit 764
– Komplikation 489
– Überwachung, postoperative 489
Herzdruckmassage 598
Herzerkrankung, Gradeinteilung 678
Herzfehler
– angeborener 606
– duktusabhängiger struktureller 607
Herzfrequenz (HF) 481
– altersabhängige 793
– Elektrokardiografie 240
Herzglykoside 683
Herzindex 481
Herzinsuffizienz 484, 678
– akute 484
– Kinder 607
Herzklappenchirurgie 488
– minimal-invasive 488
Herzklappenendokarditis 486
Herzklappenerkrankung 485
Herzklappenersatz 488
Herzklappenfehler 678
Herzklappenrekonstruktion 488
Herzkontraktilität, Bypassoperation 767
Herzkrankheit, koronare (KHK) 483
Herzoperation, minimalinvasive 488
Herzrhythmuskontrolle 247
Herzrhythmusstörung 495
– Aufwachraum 742
– Differenzierung 496
– langsame 497
– Prämedikationsgespräch 678
– schnelle 495
– Therapie, elektrische 496
Herzschlagvolumen 481
Herzschrittmacher 237
Herztransplantation (HTX) 774
– Anästhesie 774
– Grundlagen, rechtliche 774
– heterotope 778
– orthotope 778
– Prognose 779
Herzwandspannung 766
Herzzeitvolumen (HZV) 481
– Anästhetikaverteilung 623
– Veränderung 622
Herzzyklus 480
Hexetidin 376
Hexoral-Lösung 267
Hickman-Broviac-Katheter 342
High Output Failure 484
High-Flow-CPAP 192
High-Flow-System 192
Hilfsmittel zur Intubation 195
Hirnarterienaneurysma 522
– intrakranielles 805
Hirndruckerhöhung, Hirntumor
– infratentorieller 526
– supratentorieller 526
Hirndruckmessung 528
– epidurale 528
Hirndrucksteigerung 528
Hirndruckzeichen 522
Hirnmetastasen 543
Hirnödem
– Aneurysmaclipping 807
– Leberversagen, akutes 510
– Therapie 528

Hirnschädigung 410
Hirnstamm-Areflexie 531
Hirnszintigrafie 532
Hirntod 530
– Beobachtungszeit 531
– Definition 109
– Organexplantation 532
– Umgang
–– mit Angehörigen 110
–– mit Arbeitsteam 110
Hirntoddiagnostik 530
Hirntodprotokoll 531
Hirntumor 524
– infratentorieller 526
– supratentorieller 526
– Überwachung, postoperative 526
– WHO-Klassifikation 525
Histaminfreisetzung 637
Hitzekollaps 396
Hitzesynkope 396
Hitzschlag 396
HLM, Bypassoperation 769
HME-Filter 206
HME-System 206
– Austausch, vorzeitiger 206
– Pneumonieprävention 374
HNO-Chirurgie
– Anästhesie 810
– Anästhesie-Besonderheit 811
Hochdrucködem 477
Hodentorsion
– Anästhesie 755
– Anästhesie-Besonderheit 756
Homemade Sondenkost 333
Hormone 548
Huffing 188
Humerusfraktur 818
– Anästhesie 820
Husten 173
– effektives, Kontraindikation 188
– Einschränkung 188
– Unterstützung 188
Hustenkappe 202
Hustenreflex
– Hirnstamm-Areflexie 531
– Nahrungsaufnahme 326
– Wiederaufnahme oraler Ernährung 328
Hydrocephalus malresorptivus 523
Hydrocephalus occlusus 523
Hydrokolloid 278
Hydrokortisonsubstitution 561
Hydropolymer-Verband 278
Hydrozelen-Operation 755
Hydrozephalus 523
Hygiene
– Absaugen, endotracheales 190
– Aerosolinhalation 187
– Regionalanästhesie 673
Hygieneempfehlung, kategorisierte 365
Hyperchlorämie 338
Hyperhydratation 340
Hyperkaliämie 168, 338
– Muskelrelaxanzien, depolarisierende 636
– Nierenversagen, akutes 517
– Tumorlyse-Syndrom 544
Hyperkalzämie 338
– tumorbedingte 544
Hyperkapnie 169, 173
Hypermagnesämie 338
Hypernatriämie 338
Hyperoxie 165
Hypertension 482
Hypertensive Krise 482
Hyperthermie 395
– maligne 396
–– Anästhesiekomplikation 726
–– Diagnostik 726
–– Komplikation 726
–– Prädisposition 681
–– Prophylaxe 727
–– Succinylcholin 636
–– Symptome 726
–– Therapie 726
–– Triggersubstanz 726
Hyperthyreose 679
Hypertonie
– Aufwachraum 742
– Prämedikationsgespräch 678
– schwangerschaftsinduzierte (SIH) 784
Hypertonus, pulmonaler 474
Hyperventilation 162
– Giftelimination 568
– Hirnödem 528
– Ursache 172
Hypoaldosteronismus 551
Hypochlorämie 338
Hypoglykämie 797
Hypokaliämie 338
Hypokalzämie 338
Hypomagnesämie 338
Hypomellose 265
Hyponatriämie 338
Hypophosphatämie 338
Hypophysentumor 525
Hypospadieoperation 755
Hypotension
– kontrollierte 820
– Schock, septischer 556
Hypothalamus-Hypophysen-Regelkreis 550
Hypothermie 394
– Hirnödem 529
– Kardioprotektion 765
– Kinder 611
– Komplikation 713
– Maßnahmen 399
– moderate, Schlaganfall 533
– Pädiatrie 793
– perioperative 712
– postoperative 382
– Risikofaktoren 713
– Stomarückverlegung Säugling 797
– therapeutische 251, 394, 402
– Therapie 714
Hypothyreose 679
Hypotonie
– Aufwachraum 741
– Rückenmarksläsion, akute 529
– Schock, septischer 556
Hypoventilation 162
– Aufwachraum 741
– Ursache 172
Hypovolämie 556
Hypoxämie 173
– Pulsoxymetrie 174
Hypoxie 165
– Kinder 598

I

Identifikation 132
Identität, persönliche 127
Identitätskrise 126
Ileostoma 750
Ileum-Konduit, minimalinvasiv 755
Ileum-Neoblase, minimalinvasiv 755
Ileus 504
– mechanischer 504
– paralytischer 504
–– Therapie 505
– vaskulärer 504
Ileuseinleitung 649
Immobilität 141
Immundefekt 365
Immunglobuline 561
Immunglobulintherapie 536
Immunkompetenz 364
Immunschwäche 333
Immunsuppression 364
– Infektionsprävention 383
– Infektionsrisiko 383
– Keimbelastung, mitarbeiterbezogene 385
– Keimbesiedlung, körpereigene reduzierte 384
– Polytrauma 586
Immunsuppressiva 538
Impulsausbreitung 422
Impulsmanschette 299
Index
– bispektraler 646
– für Prognose 111
Induktionsmedikamente 796
Infarkt
– Bypassoperation 766
– spinaler 673
Infektion
– Ablauf, immunologischer 555
– Diagnostik 557
– Eigenschaft, genetische 556
– endogene 366
– endoskopieassoziierte 372
– Erreger
–– gramnegativer 555
–– grampositiver 555
– exogene 366
– Frühgeborene 603
– gefäßkatheterassoziierte 379–380, 383
– lebensbedrohliche 386
– Mitarbeiterschutz 369
– Nervenblockade 668
– nosokomiale (NI) 364
–– Diagnostik, mikrobiologische 366
–– Häufigkeit 364
–– Mikroben 366
–– Pflegemaßnahmen 366
–– Prävention 365
–– Risikofaktoren 364
– nosokomiale (NKI) 555
– Patient, transplantierter 386
– Verbrennungskrankheit 577
– vermeidbare 364
Infektionsprävention
– Besucher 370
– Immunsuppression 383
– Standardhygiene 370
– Verbandwechsel 282
Infektionsquelle, katheterassoziierte 379
Infiltrationsanästhesie 666
Information, handlungsbegleitende 128
Informationsbroschüre Angehörige 130
Informationslösung 775
Infusionslösung
– Arten 337
– intraoperative 655
– kolloidale 340
– kristalloide 340
– Merkmale 340
– Wärmetherapie 715
Infusionsspritze 492
Infusionstherapie
– Bakteriämieprävention, pflegebezogene 380
– Ernährung, parenterale 336
– intraoperative 654
Ingestion 564
Inhalation 187
Inhalationsanästhesie 644
Inhalationsanästhetika 467, 633
– Konzentration 696
– Pharmakokinetik 621
– Verteilung 622
Inhalationseinleitung 649
Inhalationsnarkotika
– Anflutung 622
– Aufnahme 622
– Elimination 623
Inhalationstrauma 577
Inkontinenzoperation
– Anästhesie 755
– nach Stamey-Pereyra 755
Inodilatatoren 493
Inspiration
– Equal pressure point 160
– High-Flow-CPAP 193
– zu kurze, Flowkurve 180

Inspirationskapazität 157
Inspirationszeit 211
Instrumentenvorbereitung 704
Insuffizienz
– chronisch ventilatorische 457
– respiratorische 467, 513
–– Leberversagen, akutes 510
–– Sondennahrung, spezielle 333
Insulin 684
Integrationsmöglichkeit 149
Intensivbehandlung
– Angehörigen, Einbezug 130
– Angehörigeninformation, sachliche 130
– Aufgaben 42
Intensivmedizin
– Entscheidungsbereich, ethischer 110
– Entwicklung 42
– Indikation 111
– Intensivpflege 94
– Therapie vorenthalten 111
– Therapiereduktion 111
– Therapiestufen 112
– Zielorientierung 110
Intensivpatient
– adipöser 309
–– Lagerung 310
– Erlebniswelt-Störung 126
– immobiler 181
– Situation 140
Intensivpflege
– ambulante 456
–– Therapie 457
– Arbeitsform 97
– Aufgaben 42
– Aufgabenkatalog 43
– Definition 94
– Entwicklung 42
– Fachweiterbildung 43
– Führungsaufgabe 62
– häusliche 95
– Integration Angehörige 148
– Kinästhetik-Konzept 307
– Kinder 596
– Konzeption 94
– Organisationsform 43
– Pflegeverständnis 99
– Sexualität 414
– Situationsanalyse 98
– Weiterbildungslehrgang 45
Intensivstation 51
– Analgosedierung 449
– Angehörige 117
– Arbeitsraum 54
– Besetzung, qualitative 56
– Besucher 370
– Bewegung, Einflussfaktoren 292
– Desinfektion 371
– Einteilung 43
– Flächenbedarf 54
– Patientenzimmer, Gestaltung 54
– Personalbedarf 56
– Pflegende 51
– Räume, erforderliche 54
– Reinigung 371
– Störung, situationsbedingte 124
– Warteraum 54
Intensivtransporteinheit 68
Interaktion, zielorientierte 60
Interhospitaltransport 66
Intermediate Care Station (IMC) 52
Intermittent positive Pressure Breathing (IPPB) 192
Intermittent positive Pressure Ventilation (IPPV) 210
Interventions-Deeskalations-Therapie 559
Intialberührung 143
Intimität 419
Intimpflege 378
– Wundinfektionsprävention 382
Intoxikation 564
– Diagnostik 565
– Nachtschattengewächse 569
– Schnelltest 565
– Symptome 565
– Therapie 566
– Untersuchung, körperliche 565
Intrahospitaltransport 66
– Aufwand, zeitlicher 67
– Equipment 68
– Extubation, akzidentielle 69
– Fehleinschätzung 69
– Frischgasmenge 69
– Gesamtausstattung 68
– Indikationsstellung 66
– Kardiotechniker 68
– Komplikation 69
– Medikation 68
– Patientenlagerung 67
– Sekundärkomplikation 69
– Taschensystem 68
– Technik 66
– Transportqualifikation 70
– Transportstress 69
– Transportteam 68
– Zeitabsprache 67
– Zuleitungsvorbereitung 67
– Zwischenfall 69
Intubation 193
– Allgemeinanästhesie 652
– Arbeitsteilung, mögliche 197
– Aspirationsgefährdung 198
– Durchführung 195
– endotracheale, Herz-Kreislauf-Stillstand 250
– fiberoptische, Allgemeinanästhesie 653
– frühzeitige, Inhalationstrauma 577
– Hilfsmittel 195
– Kinder 598
– Material 196
– Medikamente 196
– Monitoring 196
– nasale, Vorbereitung 705
– nasotracheale 198
– orotracheale 194
–– Durchführung 196
– Patientenvorbereitung 196
– Pneumonieprävention 374
– Probleme 199
– Stomarückverlegung Säugling 795
– Thoraxchirurgie 763
– Verlaufskomplikation 198
– Verletzungsgefahr 197
– Vorgehen bei unerwarteten Problemen 200
– Zeichen, sichere 707
Intubationsbedingung 681
– verschlechterte 681
Intubationslarynxmaske 722
Intubationsnarkose 649
Intubationsschwierigkeit
– HNO-Chirurgie 811
– Prämedikationsgespräch 681
Intubationsversuch, 199
Intubationszange 195
Inversed Ratio Ventilation (IRV) 220
Inversed-Ratio-Ventilation-BIPAP (IR-BIPAP) 214
Ionenkanal 619
IPPB (Intermittent positive Pressure Breathing) 192
IPPV (Intermittend positive Pressure Ventilation) 210
IPPV-Autoflow 212, 215
IR-BIPAP (Inversed-Ratio-Ventilation-BIPAP) 214
Ischämie 714
Ischämie-Reperfusions-Syndrom 586
Ischiadikus-Blockade 667
Ischiadikus-Femoralis-Obturatorius-Blockade (IFOB) 667
Isofluran 633
Isolation
– Brandverletzter 581
– soziale 125
– Wärmetherapie 714
Isolierzimmer 385
IVOX (intravaskulärer Oxygenator) 469

J

Jejunostomie, perkutan endoskopische (PEJ) 331

K

K-Rezeptoren 629
Kaiserschnitt
– Aufwachraum 789
– Begleitung, intraoperative 788
– Indikation 786
– Narkose 787
– Narkoseausleitung 788
Kalium 338
Kalium-Kanal-Blocker 251
Kälteanwendung, Aufwachraum 733
Kältezittern 391
Kalzium 338
Kamille 376
Kammerflimmern 243, 497
– Defibrillation 243
– EKG 244
– Wärmeverlust 714
Kapnografie 176–177
Kapnogramm, normales 175
Kapnometrie 176
Kardiochirurgie 487
Kardiomyopathie 485
– septische 557
Kardioplegielösung 765
Kardioprotektion 765
Kardiotechniker 68
Kardioversion 496
Karpaltunnelsyndrom 820
Katecholamine 491
– Applikation 492
– Arten 491
– Indikation 491
– Sepsis 560
Katheter, arterieller, Infektionsquelle 379
Katheterhandhabung 378
Kehlkopf 156
Keimbesiedlung
– körpereigene 384
– physiologische 365
Kerntemperatur 392
– Stabilisierung 713
Ketamin 467, 627
– Hinterhornzellen, Rückenmark 619
– Thalamus 618
Ketoazidose 168
Kiefergelenkveränderung 720
Kieferkontrolle 328
Kinästhetik-Konzept 307
Kind 596
– Atemgasanfeuchtung 598
– Besonderheit, anatomisch-physiologische 792
– Blutdruckabfall, arterieller 597
– Herz-Kreislauf-Erkrankung 606
– Herzdruckmassage 598
– Pflegegrundsätze 792
– Sauerstoffpool 167
Kindergartenkind, Umgang 596
Kinetik-0-Ordnung 620
Kinetik-1-Ordnung 620
Kinetische Therapie 184
– Intensivpatient, adipöser 312
King-System-Maske 795
Kinn-Maske, Sauerstoffgabe 192

Kleinkind
– Atemfrequenz 793
– Blutdruck 793
– Blutvolumen 798
– Hämatokrit 798
– Hämoglobin 798
– Herzfrequenz 793
– Umgang 596
Klinische Wirkdauer (DUR 25) 635
Kniegelenk-Arthroskopie 819
Kniegelenkersatz 819
Knieoperation 819
Knieplastik, Anästhesie 820
Knochen, Bewegung 308
Knochenmarkbröckel 542
Knochenmarkdiagnostik 540
Knochenmarktransplantation 542
Kognition 126
Kohlendioxidabgabe, vs. Sauerstoffaufnahme 164
Kohlendioxidabsorption 695
Kohlendioxidbindungskurve, vs. Sauerstoffbindungskurve 167
Kohlendioxiddifferenz 176
Kohlendioxidkonzentration, Blutgasanalyse 167
Kohlendioxidmessung im Kreissystem 696
Kohlendioxidpartialdruck 177
Kohlendioxidtransport 167
Kohlenhydrate
– Bedarfsberechnung 320
– Diät, nährstoffbilanzierte 332
– Nährstofflösung 339
– Respiratorischer Quotient 316
– Verdauungssystem 502
Kohlensäure-Bikarbonat-Puffersystem 167
Kolektomie 750
Kolon 503
Koma 140
– diabetisches 548
– ketoazidotisches 549
– Kind 609
– tiefes 531
Komapatient 144
Kombinationsanästhesie 792
Kombinationsnarkose 618
Kombitubus 199
– Allgemeinanästhesie 653
Kommunikation 97
– 4-Ebenen-Modell 125
– Appellaspekt 126
– behinderte 117
– Beziehungsaspekt 126
– im Team 117, 131
– Kompetenz 125
– mit Angehörigen 129
– Patient
–– heimbeatmeter 460
–– kritisch kranker 124, 127
– Regeln 129
– Sachaspekt 125
– Selbstoffenbarungsaspekt 126
Kommunikationshilfe 460
Kommunikationssignal, nonverbale 142
Kommunikationsunterstützung 460
Kompartiment-Modell 621
Kompartmentsyndrom 592
Kompetenz
– ethische, Erwerb 106
– kommunikative 132
Kompetenzmodell 100
– nach Benner 100
Kompetenzstufe 62
Kompressionssonde 509
Kompressionstherapie
– Blutung, gastrointestinale 509
– Brandverletzter 583
Kondenswasserbildung 206
Konduktion 390, 713
Koniotomie 201
Konjunktivitis 264
Kontaktatmung 185
Kontaktaufnahme 127
Kontext-sensitive Halbwertszeit 621
Kontraktilität
– Bypassoperation 767
– kardiale 481
Kontrollverlust 125
Kontusionsbildung 528
Konvektion 390, 713
Konzept
– des Leibes nach Uzarewicz u. Uzarewicz 99
– des Selbst nach Mischo-Kelling 99
Kooperation 60
Kopf, Lagerung 312
Kopfbeweglichkeit 682
Kopfhaube 369
Kopfschmerz, postpunktioneller 673
– Therapie 674
Kornealreflex 531
Koronar-Bypass
– Arten 487
– Überwachung, postoperative 489
Koronarangioplastie, perkutane transluminale (PTCA) 484
Koronararterien 480
Koronarchirurgie 484
Koronarsyndrom, akutes (ACS) 483
Körper
– als Maschine 95
– Keimbesiedlung, physiologische 365
– Verständnis 108
– Wasserbilanz 337
Körperbau 596
Körpererfahrung 126
Körpergewicht 596
Körpergrenzen 145
Körperkerntemperatur
– Fieber 395
– Messung 392
Körperpflege
– Dokumentation 269
– Immunsuppression 384
Körperposition, eigene 142
Körperreinigung 382
Körpersprache 127
Körpertemperatur
– Atmung 174
– Einschätzung 391
– Kind 597
– Kindernarkose 793
– Messung 392
–– beim Kind 597
– Regulation 390
– Regulierungsmaßnahmen 399
– Stomarückverlegung Säugling 798
– Überwachung
–– im Aufwachraum 739
–– postoperative 489
– Veränderung 394
Körperwahrnehmung, gestörte 124
Kortex 618
Kortisol-Defizit 551
Kortisolsynthese 627
Kortison 579
Krampfanfall 640
Kraniektomie, dekompressive 533
Krankenhausaufnahmevertrag 63
Krankenhausfinanzierungsgesetz 57
Krankenpflegeprozess 76
Krankheit
– und Sexualität 419
– Verständnis 108
– vs. Kranksein 100
Kranksein, vs. Krankheit 100
Kreatinin-Clearance 516
Kreatininausscheidung 321
Kreislauf
– Brandverletzter 581
– Kind 598
– plazentarer 784
Kreislaufregulation 482
Kreislauftherapie 588
Kreislaufüberwachung, postoperative 489
Kreislaufversagen, postoperatives 490
Kreuzbandplastik 820
Kreuzkontamination 383
Kreuzreaktion 639
Krikoiddruck 708
Krise
– cholinerge 538
– hypertensive 482
Krupp, viraler 606
Krupp-Syndrom 605
Kühlhelm 402
Kühlkatheter 402
Kühlsystem, Fieber 402
Kühlung
– endovaskuläre 402
– Körpertemperaturregulierung 399
Kuhn-System 692
Kulturkreis, als Faktor der Ethik 105
Kündigung 63
Kupfer 341
Kußmaul-Atmung 172
KUSS (Kindliche Unbehagens- und Schmerzskala) 599

L

Laborkontrolle, präoperative 682
Lachgas 634
– Gasversorgung, zentrale 690
– Narkoseaufrechterhaltung 649
– Narkosegerät 688
– Reserveflasche 691
Lachgasanschluss, versiegelter 691
Lachgassperre 697
Lachgaszufuhr 624
Lactulose-Applikation 511
Lagerung (siehe auch Patientenlagerung)
– atmungsfördernde 181
– Atmungsförderung 181
– Dekubitusprophylaxe 312
– entstauende 298
– halbsitzende 311
– Intensivpatient, adipöser 309
– Lungenventilation 312
– Neurochirurgie 803
– sitzende 804
– Thromboseprophylaxe 298
Lagerungsdrainage 182
Lähmung 292
Laktat 321
Laktatazidose 168
Lambert-Eaton-Syndrom 537
Langzeitsedierung 627
Laparoskopie 783
Lärm 125
Laryngoskop 196
Laryngoskopie
– BURP-Manöver 199
– Durchführung 197
– Optimierung 199
– Probleme 199
– Vorgehen bei unerwarteten Problemen 200
Laryngospasmus
– Anästhesiekomplikation 724
– Prophylaxe 725
Laryngotracheitis 605
Larynxmaske 810
– Allgemeinanästhesie 651
– korrekt platzierte 199
– Vorbereitung 705
Larynxmaskennarkose 650

Larynxtubus 652
Laseroperation 813
Lazarus-Zeichen 532
Lebendnieren-Transplantation 520
Lebensalltag 460
Lebensbeendigung auf Verlangen 114
Lebensrettende Maßnahmen, erweiterte 243
Lebensumfeld 456
Leber 503
Leberausfallkoma 510
Lebererkrankung 679
Leberfunktion
– Barbituratwirkung 626
– Benzodiazepinwirkung 629
– Etimodat 627
– Ketamin 628
– Muskelrelaxanzien, nicht depolarisierende 638
– Polytrauma 589
– Propofolwirkung 627
– Sevoflurane 634
Leberinsuffizienz 333
Leberoperation 752
Leberteilresektion
– Anästhesie 751
– minimal-invasive 751
Lebertransplantation 512
– allogene (LTX) 512
– Anästhesie 750
Leberversagen, akutes 510
– Diagnostik 510
– Komplikation 510
– Schweregradklassifikation 510
– Therapie 511
– Ursache 510
Leberzellkarzinom 512
Leberzerfallskoma 510
Leberzirrhose 511
Leberzystenoperation, minimal-invasive 751
Leckagetest 698
Leichennieren-Transplantation 520
Leiste, Körpertemperaturmessung 392
Leistenhernie 750
Leistungsumsatz 316
Leitung
– ärztliche 63
– pflegerische 63
Leitungswasser 385
LEP (Leistungserfassung in der Pflege) 59
Lernen
– eigenes 45
– nach Hirnschädigung 410
Leukämie 540
– akute lymphatische (ALL) 541
– akute myeloische (AML) 541
– chronische lymphatische (CLL) 541
– chronische myeloische (CML) 541
– Formen 540
– Risikofaktoren 541
Leukomalazie, periventrikuläre 602
Leukostase-Syndrom 543
Leukotrienrezeptorantagonisten 467
Levin-Sonde 331
Lidocain 641
Lidödem 263
Liegeposition 293
Links-Rechts-Shunt, Kinder 606
Linksherzinsuffizienz 484
Linksverschiebung Sauerstoffbindungskurve 166
Lipide, *siehe* Fette
Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalte 720
Lippenbremse, dosierte 184
Lippenmuskulatur-Übung 328
Liquifilm 264
Liquorentfernung 528
Lokalanästhesie 811
Lokalanästhetika 639, 665
– Alkalisierung 640
– Differenzierung 641
– Höchstdosis 642
– Mundpflege bei intubiertem Patient 376
– Nebenwirkung 665
– Nebenwirkung, systemtoxische 640
– Schmerzrezeptoren 618
– Vasokonstriktorzusatz 640
– Wirkungsdauer 640
– Wirkungseintritt 640
– Wirkungsweise 639
Lösung
– kolloidale 579
– ölige/alkoholische 260
Low Cardiac Output 490
Low-Flow-System 191
Lufteinschluss 492
Luftembolie 804
Luftkissenkatheter 189
Luftnot, plötzliche 203
Luftröhre 156
Luftröhrenschnitt 201
Lumboischialgie 680
Lunge
– Brandverletzter 582
– Flüssigkeitshaushalt 156
– Keimbesiedlung, physiologische 365
– Nebenwirkung Beatmung 222
– Oberflächenspannung 159
– Opioidwirkung 631
– Ruhedehnungskurve 159
– Sepsis 557
– Untersuchung, präoperative 681
– Ventilations-Perfusions-Verhältnis 163
Lungenembolie 475
– Prophylaxe 476
Lungenemphysem 470
Lungenerkrankung
– chronisch obstruktive (COLD) 470
– Prämedikationsgespräch 678
– restriktive 157
Lungenerkrankungen, restriktive 472
Lungenfunktion, eingeschränkte 722
Lungenfunktionsprüfung 466
Lungenkapazität, totale 159
Lungenkontusion 473
Lungenödem 477
– allergisches 478
– alveoläres, Sepsis 557
– hypertensives 478
– kardiales 478
–– Beatmung, nicht invasive 226
– neurogenes 478, 532
– Sepsis 557
Lungenüberblähung, dynamische 471
Lungenventilation
– Intensivpatient, adipöser 312
– Lagerung 312
Lungenveränderung 577
Lungenversagen
– akutes (ARDS) 468
–– Therapie 468
– hypoxämisches 226
Lungenvolumen 157
– dynamisches 158
– Fluss-Volumen-Kurve 159
– statisches 157
– Veränderung 158
–– unter Narkose 158
Lymphadenektomie, Anästhesie 755
– radikale (RLA), Anästhesie-Besonderheit 756
Lymphozytenzahl, absolute 321

M

MAC-(minimale alveoläre Konzentration-)Wert 624
MAC-Definition, modifizierte 624
Magen 503
Magen-Darm-Spülung 568
Magen-Darm-Trakt, *siehe* Gastrointestinaltrakt
Magenentleerungsstörung 505
Magenoperation
– Anästhesie 751
– Anästhesie-Besonderheiten 752
– minimal-invasive 751
Magensonde
– Kind 597
– Rapid Sequence Induction 708
– Stomarückverlegung Säugling 797
Magenspülung 567
Magenübernähung 750
Magill-Tubus 195
Magnesium
– Funktion 338
– Herz-Kreislauf-Stillstand 251
Makroglossie 720
Malignes neuroleptisches Syndrom 396
Mallampati-Klassifikation 681
Malnutrition 329
Mamma-Operation 782
Management, präoperatives 678
Mandatory Minute Volume (MMV) 216
Mangelernährung 329
MARS-(Molecular Adsorbents Recirculating System-)Verfahren 511
Maschine-Work 97
Maschinenzeit vs. Menschenzeit 95
Masern-Virus 386
Masken-CPAP 193
– Indikation 193
Maskenbeatmung
– Allgemeinanästhesie 706
– Atemweg, schwieriger 720
– Durchführung 196
– Ösophagusatresie 604
– schwierige 650
– Stomarückverlegung Säugling 795
Maskennarkose 650
Masseterspasmus 637
Maßstab, ethischer allgemeiner 105
MDRD-Formel 516
Mediatorenausschüttung 586
Mediatorhemmer 467
Mediatorsystem-Aktivierung bei Infektion 556
Medikament
– als Aerosol 187
– Aneurysmaclipping 806
– Aufwachraum 733
– Augeninnendruck 811
– Augenpflege 263
– Blutfluss-Senkung 804
– Bypassoperation 768
– chronisch appliziertes 683
– fiebersenkendes 402
– Intrahospitaltransport 68
– intrakranielle Drucksenkung 804
– Intubation 196
– kardiovaskuläres 491
– Luftembolie 804
– Neugeborene 600

– Periduralanästhesie 672
– Planung, perioperative 684
– Prämedikation 683
– pulmonal wirksames 466
– Sauerstoffverbrauchsminderung 804
– Schlaganfall 533
– Schnelltest Intoxikation 565
– Sedierung 451
– Sondenapplikation 336
– Stomarückverlegung Säugling 796
– Transplantation 777
– Vasokonstriktion, hypoxische pulmonale 162
Medikamentenanamnese 680
Medikamenteneinnahme, am OP-Tag 680
Medizinität 95
Medizinproduktegesetz (MPG) 53
Medulloblastom 526
Mehr-Kompartiment-Modell 621
Mekoniumaspirationssyndrom (MAS) 601
Membranoxygenierung, extrakorporale (ECMO) 469
Meningeom 525
Meningitis, bakterielle 608
Meningokokkensepsis 609
Meningomyelozele 605
Menschenbild 107
– christlich-biblisches 107
– einseitiges 96
– fernöstliches 108
– ganzheitliches 108
– islamisches 107
– jüdisches 107
– naturwissenschaftliches 107
Menschenzeit vs. Maschinenzeit 95
Mepivacain 641
Metabolische Krise 609
Metabolismus 564
– Inhalationsnarkotika 624
– Kohlendioxidpartialdruck-Veränderung 177
– Wärmeverlust 714
Metamizol 402
Methämoglobin 166
Methohexital 626
Methylxanthine 466
Midazolam 629
Mikroaspiration 194
Mikroben, pathogene 378
Mikrobenreservoir 365
– endogenes 372
– exogenes 372
Mikroklima 581
Mikrolagerung 310
Mikrolaryngoskopie 812
Mikropumpen-Vernebler 187
Mikrozirkulation 577
Miktionsstörung
– Periduralanästhesie 673
– Spinalanästhesie 670
Milzoperation 752
Minimalchirurgie 750
Minimale alveoläre Konzentration-(MAC-)Wert 624
Missbildungssyndrom 720
Mitarbeiter
– endoskopieassoziierte Infektion 372
– Keimbelastung für Immunsupprimierte 385
Mitarbeiterführung 62
Mitarbeiterschulung 374
Mitarbeiterschutz 369
Mitralinklappensuffizienz 485
Mitralklappenersatz (MKE) 488
Mitralklappeninsuffizienz 489
Mitralklappenstenose 485, 489
Mitteilungsebenen 125
Mitteldruck 208
Mivacurium 637
MMV (Mandatory Minute Volume) 216
Mobilisation
– atmungsfördernde 181
– Bewegungstherapie, Konzept 299
– Bobath-Konzept 300
– Brandverletzter 582
– frühe 298
– frühzeitige 300
– Intensivpatient, adipöser 312
– Thromboseprophylaxe 298
– Weaning 225
Mobilisationshilfe 312
Mobilisierung 144
Mobilität
– Anbahnen 293
– Unfallchirurgie 818
Mobilitätsbeginn 294
Molecular Adsorbents Recirculating System (MARS-Verfahren) 511
Monitoring
– Alarm 232
– Allgemeinanästhesie 703
– apparative 174
– erweitertes 645, 704
– Herz-Kreislauf-Funktion 232
– Herz-Kreislauf-Stillstand 243
– Intubation 196
– invasives
–– Neck-Dissection 813
–– vs. nicht invasives 232
– Narkoseeinleitung 703
– Narkosegerät 689
– Patientensituation 232
– Planung 684
– Polytrauma 587
– pulmonales 179
– Pulskonturanalyse 232
– respiratorisches 177
– Strategie, perioperative 684
– Thoraxchirurgie 764
– Transplantation 777
Mononarkose 618
Monotonie, sensorische 125
Moral 104
Morbus Addison 551
Morbus haemolyticus neonatorum 658
Morbus-Cushing-Operation
– Anästhesie 751
– minimal-invasive 751
Morphin 630, 632
MRSA-Prävention 370
– Vorbeugeprinzip 370
MSRA-Aufnahme-Screening 370
MSRA-Prävention 370
Mukolytika 467
Multiple-endokrine-Neoplasie-(MEN-)Syndrome 552
Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie
– Anästhesie 810
– Anästhesie-Besonderheit 813
Mund-Nase-Maske 227
Mund-Nasen-Schutz 367
– Gebrauch 369
– Immunsuppression 385
Mundbalsam 376
Mundgeruch 266
Mundhöhle
– Keimbesiedlung, physiologische 365
– Körpertemperaturmessung 392
Mundkontrolle
– kompensatorische 328
– Wiederaufnahme orale Ernährung 328
Mundpflege 266
– Immunsuppression 384
– Patient, intubierter 376
– Pneumonieprävention 374
– Vergiftung 571
Mundpflegemittel 267
Mundraum, äußerer/innerer 329
Mundraumstimulation 328
Mundschleimhaut, trockene 266
Mundspülung, Intoxikation 566
Mundveränderung 266
Musiktherapie, nondirektive 128
Muskelaktionspotenzial 635
Muskelkater 637
Muskelkontraktion 635
Muskeln 308
Muskelrelaxanzien 634
– Anschlagzeit 635
– Antagonisierung 638
– depolarisierende 636
–– Kontraindikation 636
–– Nebenwirkung 636
– ED 95 635
– Intubationsdosis 635
– nicht depolarisierende 635, 708
– Wirkung, optimale 706
– Wirkungsmechanismus 635
Muskelrelaxation 635
Muskelrigidität
– Opioide 631
– Remifentanil 632
Muskelschwäche, belastungsabhängige 536
Muskelspannung, erhöhte 428
Muskeltätigkeit 399
Muskeltonus, Narkosetiefe 646
Muskelzittern (Shivering)
– Periduralanästhesie 673
– Regionalanästhesie 670
– Wärmeverlust 714
Muskulatur, orofaziale 328
Myasthenia gravis 536
– autoimmunogen vermittelte 537
– Bewertungsbogen, klinischer 537
– Komplikation 537
– Therapie 538
Myasthenie-Syndrom, kongenitales 537
Myelomeningozele 605
Myokardfunktion 631
Myokardinfarkt 483
Myokardischämie 766
Myokardstörung 485
Myoklonie 627
Myrrhentinktur 377

N

Nachlast 481
– erhöhte 481
– Kontraktilität, kardiale 481
Nachsorge 408
Nachtschattengewächse 569
Nadeltypen, Leitungsanästhesie 671
Nägel, künstliche 368
Nagellack
– Verzicht 368
– Wundinfektionsprävention 382
Nähe, vs. Distanz 415
Nährstofflösung 339
Nährsubstrat-Applikation 341
Nahrungsaufnahme
– Immunsuppression 385
– Physiologie 325
Nahrungszusammensetzung 316
Nährwert 316
Naloxon 630, 632
Narbenhernie
– Anästhesie 750
– mit Netzimplantat 750

Narkose
– Adipositas 753
– Asthmatiker 472
– Aufrechterhaltung (TIVA), Propofol 626
– Bypassoperation 766
– Planung 684
– Remifentanil 632
– Stomarückverlegung Säugling 795
– Strategie, perioperative 684
– Thermoregulation 712
– Urologie 754
– Veränderung Lungenvolumen 158
– Wärmeerhalt 713
– Wärmeumverteilung 712
Narkosearbeitsplatz 688
– Ausstattung 689
– Ausstattungsmerkmale 690
– Ausstattungsrichtlinie 689
– Inbetriebnahme 697
Narkoseaufrechterhaltung 649
Narkoseausleitung
– Allgemeinanästhesie 650
– Aneurysmaclipping 808
– Bypassoperation 770
– Kaiserschnitt 788
– Polytrauma 823
– Septumkorrektur 815
Narkoseeinleitung
– Allgemeinanästhesie 649
–– Assistenz 705
– Aneurysmaclipping 807
– Bypassoperation 768
– Dokumentation 704
– Handlungsanalyse 706
– Kaiserschnitt 788
– Patientenlagerung 704
– Polytrauma 823
– Septumkorrektur 814
– Stomarückverlegung Säugling 796
– Transplantation 777
– Vorbereitung 703
Narkoseführung
– Allgemeinanästhesie 649
– Augenchirurgie 810
– HNO-Chirurgie 811
– Thoraxchirurgie 764
Narkosegas
– Farbkodierung 690, 694
– Fluss im Kreissystem 694
– Maximalbegrenzung 694
Narkosegerät
– Beatmungsparameter, einstellbarer 688
– Check 697
– Entwicklung 688
– Gasflussmesser 688
– Kalibration 696, 698
– Kreissystem 688
– Leckagetest 698
– Monitoring 689
– Systemcheck 697
Narkosemittelverdampfer 693
Narkosemittelverdunster 693
– Verwechslungsausschluss 694
Narkoseschwierigkeit
– Polytrauma 822
– Septumkorrektur 814
Narkosesystem 691
– Allgemeinanästhesie 645
– Anforderung, sicherheitstechnische (DIN-EN 740) 696
– geschlossenes 697
– halbgeschlossenes 692
– halboffenes 692
– Kreissystem 694
–– Messung 696
– offenes 692
Narkosetiefe
– Schema nach Guedel 646
– Überwachung bei Allgemeinanästhesie 645
Narkoseverfahren
– Gynäkologie 782
– Neurochirurgie 802
– Orthopädie 820
– Pädiatrie 792
– Unfallchirurgie 820
Narkosevorbereitung
– Aneurysmaclipping 806
– Bypassoperation 767
– Kaiserschnitt 787
– Polytrauma 823
– Septumkorrektur 814
– Stomarückverlegung Säugling 795
– Transplantation 776
Narkosewagen 689
Narkosezwischenfall 720
Narkotika
– Formatio reticularis 618
– Kortex, sensorischer 618
– Thalamus 618
Nasenkatheter 192
Nasenmaske 227
Nasenpflege 269
Nasensonde 192
Nasopharynx 393
Natrium 338
Naturalrestitution 64
Nebenniereninsuffizienz
– akute 551
– Prämedikationsgespräch 679
Nebennierenoperation 752
Nebennierenrindenoperation 750
Nebenstromanalyse 696
Neck-Dissection 812
Neglect 302
Nekroseabtragung 579
NEMS (Nine Equivalents of Nursing Manpower Use Score) 59
Neostigmin 638
Nephrektomie
– Anästhesie 755
– Anästhesie-Besonderheit 756
– minimal-invasive 755
– radikale 755
Nephrolitholapaxie, perkutane (PCN) 755
– Anästhesie 755
– Anästhesie-Besonderheit 756
– perkutane (PCN) 756
Nephron 516
Nephrostomie, perkutane 755
Nervenblockade 666
– Risiken 668
– Vorgehen, technisches 666
Nervenfasern
– Einteilung 424
– markhaltige 422
– marklose 422
– periphere 639
Nervenschaden, lagerungsbedingter 649
Nervenstimulation, elektrische 666
Nervensystem
– autonomes 532
– Operation 802
Nervensystemerkrankung 522
Nervenverletzung 668
Nervenzelle 423
Nervus-tibialis-Blockade 668
Neugeborenes
– Atemfrequenz 793
– Blutvolumen 798
– Erstversorgung 599
–– nach Kaiserschnitt 788
– Fehlbildung 604
– Gastroschisis 604
– gesundes 599
– Hämatokrit 798
– Hämoglobin 798
– Herzfrequenz, Blutdruck 793
– Neuralrohrdefekt 605
– Neutraltemperatur, Temperatur, kritische 793
– Omphalozele 604
– Reanimationsschema 601
– Spina bifida 605
– Umgang 596
– Zwerchfellhernie 604
Neuner-Regel nach Wallace 576
Neuralrohrdefekt 605
Neurochirurgie
– Anästhesie 802
– Patientenlagerung 803
Neurofibromatose 552
Neurologie 489
Neurologische Erkrankung 532
– Prämedikationsgespräch 679
Neuropathie, hyperosmolare 339
Neurophysiologische Störung 302
Neuroradiologie 802
Nichtopioidanalgetika, Aufwachraum 734
Niederdrucködem (NPPE) 477
Niere, Sepsis 557
Nierenbeckenplastik
– Anästhesie 755
– Anästhesie-Besonderheit 756
– minimal-invasiv 755
Nierenbeckenteilresektion, Anästhesie 755
Nierenerkrankung 517
– Kind 610
– Prämedikationsgespräch 679
Nierenersatztherapie 518
– diskontinuierliche 518
– kontinuierliche 519
Nierenersatzverfahren, Prämedikationsgespräch 679
Nierenfunktion
– Barbituratwirkung 626
– Benzodiazepinwirkung 629
– eingeschränkte 679
– Etimodat 627
– Isofluran 633
– Ketamin 628
– Muskelrelaxanzien, nicht depolarisierende 638
– physiologische 516
– Polytrauma 589
– Propofolwirkung 627
– Sondennahrung, spezielle 333
– Verbrennungskrankheit 576
Nierenoperation, offene 755
Nierenteilresektion 755
Nierentransplantation 520
– Anästhesie 755
– Prämedikationsgespräch 679
– Therapie 520
Nierenversagen
– akutes 517
–– Arten 517
–– Diagnostik 517
–– Klassifikation 517
–– Polytrauma 592
–– Risikofaktoren 517
–– Therapie 517
–– Ursache 517
– akutes (ANV), Sepsis 557
– Leberversagen, akutes 510
NIPS-Schmerzskala 599
Nitroglyzerin 482, 493
Nitroprussid-Natrium 493
NIV (nichtinvasive Beatmung) 225
NMDA-Rezeptorantagonismus 628
NO-Inhalation 469
Non-ST-Elevation Myocardial Infarction (NSTEMI) 483
Non-Touch-Technik 281
Noradrenalin 491
Normkonnektor 202
Notfall
– Handeln ohne ärztliche Anordnung 66
– Intubation 199

– onkologischer 542
–– infektiologischer 545
–– Komplikation 543
Notfall-TIPPS 510
Notfallkoniotomie 653
Notfallmedikamente
– Herz-Kreislauf-Stillstand 250
– Stomarückverlegung Säugling 796
Notstandslösung 775
Noxen, exogene/endogene 422
Nozizeption 422
Nozizeptorschmerz 426
NSTEMI (Non-ST-Elevation Myocardial Infarction) 483
Nurse-led-Beatmungsstation 95

O

Oberflächenkraft 159
Oberkörperhochlagerung 311
Obstipation, Vergiftung 571
Obstruktion, zunehmende 180
Obturator 202
Octenisept 277
Off-Pump-Coronary-Artery-Bypass (OPCAB) 487
Ohnmacht 140
Ökonomie 118
Okulozephalreflex 531
Öl, ätherisches 263
Omphalozele 604
Open Lung Concept 221
Operation
– nach Whipple, Anästhesie 750
– Risiko, kardiovaskuläres 678
Operationsraum
– Vorbereitung 709
– Wärmemanagement 710
Operationstisch 702
Operationstrauma 655
Operative Strategie, Planung 684
Opiate 570
Opioid-Analgetika 734
Opioide
– Atemweg, schwieriger 722
– Formatio reticularis 618
– Gewöhnung 631
– Harnwegstrakt 631
– Hinterhornzellen Rückenmark 618
– Hypothalamus 618
– Intoxikation 570
– Nebenwirkung, bei periduraler Applikation 673
– Pharmakologie 630
– Schmerzrezeptoren 618
– Thalamus 618
– Vorinjektion 631
– Wirkung, rezeptorspezifische 629
Optimal Handling 602
Orchietektomie, skrotale 755
Organempfänger 110
Organentnahme 774
Organexplantation 532
Organfunktionsstörung 556
Organisationskultur 132
Organisationsstruktur 132
Organisationsverantwortung 285
Organischämie 586
Organkonservierung 776
Organspendeausweis 775
Organspendeprozess 774
Organspender, Schutzrecht 110
Organtransplantation 110, 774
Organvergabe 776
Organvermittlung 774
– Richtlinien 776
Orientierung
– Förderung 141
– im eigenen Körper 145
– Komapatient 144
– soziale, Vermittlung 142
– Umwelt 144
Orientierungsförderung 742
Orientierungsstörung 124
Orthopädie, Anästhesie 818
Orthopnoe 172
Osmodiuretika 528
Osmolarität 332
Osmose, Nierenersatztherapie 518
Ösophagus 156, 503
– Körpertemperaturmessung 393
– Temperaturmessung 717
Ösophagusatresie
– CPAP-System 604
– Maskenbeatmung 604
– Neugeborene 604
Ösophagusdivertikel-Abtragung 751
Ösophaguskarzinom 513
– Anastomoseninsuffizienz 513
Ösophaguskompression 326
Ösophagusoperation
– Anästhesie 750
– Anästhesie-Besonderheiten 752
Ösophagusvarizenblutung 510
Osteosynthese 820
Oszillationsmethode 233
Otismeatotomie 755
Ovarialzyste, unilokuläre 782
Ovaroperation 782
Oxygen Cost of breathing 161
– Ratio Control (ORC) 697
Oxygenator, intravaskulärer 469
Oxygenierung
– Abstimmung Mensch-Maschine 178
– Optimierung 220
– Störung 158
Oxygenierungsindex nach Horovitz 164
Oxytrauma 222

P

P-Welle 495
Pädiatrie 792
Palliativmedizin 227
Pancuronium 637
Pankreas 504
Pankreasabszess 507
Pankreasoperation
– Anästhesie 750
– Anästhesie-Besonderheiten 752
– minimal-invasive 751
Pankreastransplantation 750
Pankreatitis 506
– Feinnadelpunktion 506
Paracefan 483
Paracetamol 402
Parasympatholytika 467
Parenchymversagen, pulmonales 207
Pareto-Effekt 67
Parotitis 334, 336
Partialdruck 622
Partialdruckdifferenz 624
Partialdruckgradient, alveolopulmonalvenöser 622
Paste 261
Patient
– alter 116
– Aufklärung 683
– Augenpflege 265
– beatmeter
–– Aerosolinhalation 187
–– Transport 654
– bewusstloser 265
– einwilligungsunfähiger 116
– heimbeatmeter 459
– Individualität bei Ganzkörperwaschung 261
– Infektion, lebensbedrohliche 386
– Infektionsrisiko endoskopieassoziierte Infektion 372
– intubierter 376
– kritisch kranker 124
–– Ansprache 127
–– Identität, persönliche 127
–– Information, handlungsbegleitende 128
–– Orientierung 128
– Monitoring 232
– Mundpflege 376
– narkotisierte, Transport 709
– sedierter 265
– tracheotomierter 203
– transplantierter 386
– Übergriff 417
– Überwachung 203
– Vorausverfügung 114
Patientenabhängigkeit 416
Patientenanleitung 460
Patientenanmeldung 821
Patientenaufklärung 117
Patientenbetreuung 731
Patientenbewegungsfähigkeit 743
Patientendrehung, kontinuierliche 184
Patienteneinschleusung 702
Patientengespräch 391
Patientengruppe, besondere 116
Patientenkategorie 57
Patientenlagerung
– Abdominalchirurgie 750
– Allgemeinanästhesie 647
– Allgemeinchirurgie 750
– Aufwachraum 740
– Augeninnendruck 811
– Brandverletzter 582
– Gynäkologie 783
– Intrahospitaltransport 67
– Lungenversagen, akutes 469
– Narkoseeinleitung 704
– Neurochirurgie 803
– Operation
–– abdominalchirurgische 750
–– allgemeinchirurgische 750
–– urologische 756
– Pneumonieprävention 374
– Rapid Sequence Induction 708
– Schulteroperation 818
– Septumkorrektur 815
– Sonde, gastrointestinale 331
– Thoraxverletzung bei Polytrauma 590
Patientenmitarbeit 98
Patientenorientierung, multidimensionale, nach Wittneben 99
Patientenschmerzeinschätzung 732
Patientensicherheit, Aktionsbündnis 57
Patientensicht, bei kritisch Krankem 127
Patiententransfer OP-Tisch 702
Patiententransport
– Allgemeinanästhesie 654
– Schockraum 820
– Transplantation 779
Patientenübergabe
– Polytrauma 823
– Schockraum 821
Patientenübernahme, Aufwachraum 731
Patientenüberwachung 716
Patientenumgebung, direkte 385
Patientenverfügung 115
Patientenverlegung
– Aneurysmaclipping 808
– postoperative, Planung 684
Patientenvorbereitung
– Intrahospitaltransport 67
– Intubation 196
– Septumkorrektur 814

Patientenwärmesystem 704
Patientenzimmer, Gestaltung 54
PAV (Proportional Assist Ventilation) 218
PCEA-Pumpe 672
PEEP (Positive endexpiratory Pressure) 192
– Allgemeinanästhesie 654
– Beatmung 208
– Respiration 220
– selektive 220
Penetration 326
Penetrations-/Aspirationsskala (PAS) 324
Penisoperation 755
Penisteilamputation 755
Perfusion 162
Perfusionsdruck, zerebraler (CPP) 803
Perfusionsstörung 162
Perfusor 672
Peribulbäranästhesie 811
Periduralanästhesie 671
– Nebenwirkung 672
– Perfusor 672
– Punktionshöhe 672
Perikardtamponade 490
Peritonitis 507
– Diagnostik 507
– Therapie 508
Perkussion 187
Permeabilitätsödem (NLE) 477
Personalbedarf
– Anhaltszahlen der DKG 57
– Berechnung 57
– Intensivstation 56
Personalbedarfsberechnung 57
– Verlauf, historischer 57
Personalkosten 56
Personalmanagement 60
Perspiratio insensibilis 390, 597
Perspiratio sensibilis 390
Petechien 541
Pfeifen 174
Pflege
– aktivierende 407
– als Berührungsberuf 414
– Behandlungskonzept 409
– Bewegungskonzept 409
– Blick, medizinischer 95
– Brandverletzter 580
– Dokumentationssystem 79
– individuelle 146
– Kind 792
– Qualitätssicherung 74
– Sterbende 109
– therapeutisch aktivierende 409
Pflegeanamnese 146
– Bewegung adipöser Intensivpatient 309
Pflegeansätze, humanistische 99
Pflegebedarf, Einschätzung 77
Pflegebedürftige 457
Pflegedokumentation 78
Pflegefehler 63
Pflegeforschung 96
Pflegeintervention
– Anordnung 77
– Formulierung, schriftliche 77
Pflegekonzept
– Konzept des Leibes nach Uzarewicz u. Uzarewicz 99
– Konzept des Selbst nach Mischo-Kelling 99
Pflegemodell
– der fördernden Prozesspflege nach Krohwinkel 99
– der multidimensionalen Patientenorientiertheit nach Wittneben 99
– integriertes 99
– Klassifizierung 96
– Kompetenzmodell 100
Pflegende
– Anästhesie 55
– Aufgaben im Aufwachraum 731
– Intensivpflege, ambulante 456
– Intensivstation 51
– professionelle 456
– Tracheotomie 202
– Übergriff 417
Pflegeplanung
– Bewegung adipöser Intensivpatient 310
– Pflege, individuelle 147
Pflegeprozess
– Anleitung bei Heimbeatmung 460
– Modell 76
– Qualitätssicherung 75
Pflegesituation, komplexe 46
Pflegestandard
– Augenpflege 264
– Mundpflege 267
– Nasenpflege 269
Pflegestandards 79
Pflegetheorie
– Fürsorgetheorie 100
– humanistische 99
– Klassifizierung 96
Pflegeverständnis 94
– angemessenes 100
– Entwicklung 100
– Intensivpflege 99
– Medizinität 95
Pflegewissenschaft 96
– Aufgaben 96
– Konzept 96
– Modell 96
– Theorie 96
Phäochromozytom 552
Phäochromozytom-Operation
– Anästhesie 751
– minimal-invasive 751
Pharmakokinetik 619
– Barbiturate 626
– Benzodiazepine 629
– Desfluran 633
– Etimodat 627
– Isofluran 633
– Ketamin 628
– Lachgas 634
– Lokalanästhetika 640
– Muskelrelaxanzien
–– depolarisierende 636
–– nicht depolarisierende 637
– Propofol 626–627
– S-Ketamin 628
– Sevoflurane 634
Pharmakologie 618
Pharynxabszess 812
Phenobarbital 535
Phonationskanüle 201
– Anwendung 204
– Bestandteile 202
Phosphat 338
Phosphodiesterase-III-Hemmer 493
Physiotherapie 536
PiCCO-Technologie 240
Pickwick-Syndrom 173
Pierre-Robin-Syndrom 681
Pink-Puffer-Lungenemphysem 471
Piritramid 630, 632
Pittsburgh-Kanüle 204
Plasmapheresetherapie 536
Plasmaproteinkonzentration 321
Plastizität 407
Plateaudruck 208
Platinspirale 805
Plazenta 785
Plazentalösung, vorzeitige 785
Pleuradrainage 467
Pleuraerguss 476
– Oxygenierung, einseitige 158
Pleurapunktion 467
Plexusanästhesie 644
– axilläre 667
– infraklavikuläre 667
–– vertikale (VIP) 667
– interskalenäre (ISK) 666
– supraklavikuläre 667
Plexusblockade 666
– Kontraindikation 666
– Risiken 668
– Vorgehen, technisches 666
Pneumonie 473
– beatmungsassoziierte 374
– Diffusion 163
– Oxygenierung, einseitige 158
– Prävention, pflegebezogene 374
– Prophylaxe 474
– Rückenmarksläsion, akute 530
Pneumonieprävention 374
Pneumonieprophylaxe 374
Pneumothorax 477
– Diffusion 163
Poikilothermie 712
Polytrauma 586
– Beatmungstherapie 589
– Beckenfraktur 592
– Begleitung, intraoperative 823
– Definition 586
– Extremitätenfraktur 592
– Fallbeispiel 822
– Flüssigkeitssubstitution 587
– Gesichtsverletzung 590
– Infektionsprophylaxe 590
– Initialphase 586
– Kompartmentsyndrom 592
– Kreislauftherapie 588
– Labordiagnostik 588
– Narkoseproblem 822
– Patientenschwierigkeit 822
– Patientenübergabe 823
– Prophylaxe 590
– Sauerstoffzufuhr 587
– Schädel-Hirn-Trauma 590
– Schweregrad-Einteilung 822
– Scoringsystem 822
– Spätphase 587
– Therapieprinzip 588
– Thoraxverletzung 590
– Thromboseprophylaxe 590
– Transportfähigkeit 587
– Verletzung, abdominelle 591
– Wirbelsäulenverletzung 591
Polyurethan-Schaum 279
– Auswahl 283
– ibuprofenhaltiger 279
– silberhaltiger 279
Positive endexpiratory Pressure (PEEP) 192
Postaggressionsstoffwechsel 319
Postakutphase 97
Postextubationsphase 226
Postoperative Nausea and Vomiting (PONV)
– Prophylaxe 725
– Schwangerschaft 786
Postpunktionskopfschmerz
– Periduralanästhesie 673
– Spinalanästhesie 671
Posttetanic Point (PTC) 647
Potenzial
– akustisch evoziertes 531
– somatosensibel evoziertes 531
– somatosensorisch evoziertes (SEP) 819
PPS (Proportional Pressure Support) 218
PPV (Proportional Pressure Ventilation) 218
Präeklampsie 784
Präkurarisierung 708
Prämedikation 683

Prämedikationsgespräch 678
– Alkohol 680
– Betäubungsmittel 680
– Erkrankung, neurologische 679
– Herz-Kreislauf-Erkrankung 678
– Herzklappenfehler 678
– Hyperthyreose 679
– Hypothyreose 679
– Lebererkrankung 679
– Lumboischialgie 680
– Lungenerkrankung 678
– Medikamentenanamnese 680
– Nebenniereninsuffizienz 679
– Nierenerkrankung 679
– Nierenersatzverfahren 679
– Nierentransplantation 679
– Psychiatrische Erkrankung 679
– Stoffwechselerkrankung 679
– Substanzabhängigkeit 680
– Substanzmissbrauch 680
– Überempfindlichkeitsreaktion 680
– Vornarkose 681
Präoxygenierung 158
– Allgemeinanästhesie 650, 705
– Atemweg, schwieriger 722
– Intubation 196
– Sauerstoffvorrat 167
Prävention
– Atemwegsinfektion (AWI) 374
– Bakteriämie 380
– Harnwegsinfektion 375
– Infektion
–– bei Immunsuppression 383
–– endoskopieassoziierte 372
–– gefäßkatheterassoziierte 379–380, 383
– MRSA-Infektion 370
– Pneumonie, beatmungsassoziierte 374
– Wundinfektion, postoperative 380
Praxis, intensivpflegerische 97
Preload 481
Prilocain 641
Problemkeim 263
Procain 641
Professionalität, therapeutische 132
Prognose 111
Prontosan 277
Propofol 626
– Effekt, unerwünschter 627
– Langzeitsedierung 627
– Narkoseaufrechterhaltung 627
– Schema, pharmakokinetisches 626
– Umverteilung 620
Proportional Assist Ventilation (PAV) 218
Proportional Pressure Support (PPS) 218
– Einstellhilfe 219
– Flow Assist 219
– Vorteile/Nachteile 219
Proportional Ventilation (PPV) 218
Prostaglandin E2 396
Prostanoid-Inhalation 469
Prostataadenomektomie, suprapubische 755
Prostataoperation
– Anästhesie 755
– offene 755
Prostatektomie, radikale 756
– retropubische 755
– suprapubische 756
Protamin 768
Proteinbindung 620
– Lokalanästhetika 640
Proteine
– Nährstofflösung 341
– Respiratorischer Quotient 316
– Verdauungssystem 502
Prozesspflege, fördernde 99
Prozesspflege, fördernde nach Krohwinkel 99
Prozessqualität, Sicherung 62
Psychiatrische Erkrankung 679
Psychosomatik 108
Puder 260
Pufferkapazität 167
Puffertheorie 167
Pulmonalarterienkatheter (PAK) 239
– Anlage 239
– Aufbau 239
– Bypassoperation 768
– Infektionsquelle 380
– Komplikation 240
Pulmonale Störung
– Diagnostik 466
– Therapie 466
Pulmonaliskreislauf 162
Pulmonalstenose 606
Pulskonturanalyse 232
Pulslose elektrische Aktivität (PEA) 244
– Defibrillation 244
– EKG 244
– Herzrhythmusanalyse 244
Pulsoxymetrie 174
– Atemweg, schwieriger 723
– Narkoseeinleitung 703
– Tipps 176
Pulstasten 245
Pulsus paradoxus 471
Punktionstracheotomie 201
– Durchführung 202
Pupillenerweiterung 522
Pupillenreaktion 531
Pusher-Symptomatik 302
PVP Jod 277
Pyloroplastik
– Anästhesie 751
– minimal-invasive 751
Pyrogene 396

Q

QRS-Komplex 495
Qualitätssicherung, Wundbehandlung 286
Quotient, respiratorischer 316

R

R-Ketamin 628
Rachenabszess 812
Rachenraum 156
– Operation 812
Rachentamponade 812
Radiation 390, 713
Rapid Sequence Induction (RSI) 198, 707, 724
– Durchführung 709
– Grundsätze 708
– Stomarückverlegung Säugling 797
– Teamanforderung 708
– Vorbereitung 709
Rapid-Sequence Induction 698
Rasselgeräusch, feuchtes 174
Raumtemperatur 391
Rauschmittel 569
Reaktionssyndrom, systemisch inflammatorisches (SIRS) 379
Reanimation 244
– erfolgreiche 252
– Handlungsplan 244
– kardiopulmonale (CPR) 242
– Kind 612
– Kreißsaal 600
Rechts-Links-Shunt 163
– Kind 606
Rechtsherzinsuffizienz 484
Rechtsverschiebung 166
Refertilitätsoperation 755
Reflex
– Narkosetiefe 646
– okulokardialer 811
Reflexions-Fotometrie 175
Reflexsteigerung, zentrale (spinale) 428
Reflux 334
4–2-1-Regel 794
Regelpflege 100
Regionalanästhesie 644, 665
– Dosierung 672, 674
– Hygieneempfehlung 673
– intravenöse 669
– patientenkontrollierte 674
– vs. Allgemeinanästhesie 665
– Wärmeverlust 713
Regurgitation 334
Rehabilitation 406
– berufliche 408
–– Nachsorge 408
– medizinische 408
– Phasen 407
– Phasenmodell 408
– soziale 408
– Stufen 408
– weiterführende 408
Rehabilitationsphase, Praxis, intensivpflegerische 97
Rehabilitationsprozess, fachübergreifender 406
Reinigung Intensivstation 371
Reiz, tetanischer 647
Reizüberflutung 125
Reizweiterleitung 423
Rekrutierungsmanöver nach Lachmann 221
Rektum 503
– Körpertemperaturmessung 392
– Temperaturmessung 717
Rektumoperation 750
Rektumresektion
– Anästhesie 751
– minimal-invasive 751
Relaxanzienüberhang, Aufwachraum 741
Relaxation 645
Relaxierung 449
– Augenpflege 263
Relaxometrie
– Allgemeinanästhesie 647
– Narkoseeinleitung 704
Remifentanil 630
Remonstrationsrecht 65
Reperfusionstherapie 484
Reservevolumen
– exspiratorisches (ERV) 157
– inspiratorisches (IRV) 157
Residualkapazität, funktionelle (FRC) 157
Residualvolumen 157
– Fluss-Volumen-Kurve 159
Resistance 160–161
– Proportional Pressure Support (PPS) 219
– Überwindungsdruck 179
– Veränderung 179
Resorption 564
Respiration
– Kohlendioxidpartialdruck-Veränderung 177
– PEEP 220
–– selektive 220
Respirator
– Abstimmung Mensch-Maschine 178
– Alarmgrenzwert 178
Respiratorischer Quotient 164, 316
Respiratorkalibierung 178
Respiratortherapie 207
Ressourcen, personelle 62
Restrelaxation 647
Retentionsazidose 168
Retinopathie 603

Retrobulbäranästhesie 811
Reynold-Zahl 160
Rhagaden 266
Rippenserienfraktur 477
Risiko
– Aufklärung 683
– kardiovaskuläres 678
Risikobegrenzung, patientenorientierte 66
Risikogruppe, operative 682
Ritual, fremdbestimmtes 149
Rocuronium 637
Ropivacain 641
Rotameter, digitaler 693
Rotameter-Gasdosierung 693
Rotationsbett 591
Rückatmung, partielle 692
Rückenlage, mit Seitendrehung 803
Rückenlagerung
– Allgemeinanästhesie 648
– flache 311
– Intensivpatient, adipöser 311
Rückenmark 619
Rückenmarksfunktion 819
Rückenmarksläsion, akute 529
Rückenschmerzen 671
Rückkehr in normale Situation 131
Rückkopplung
– negative 219
– positive 219
Rückkopplungsmechanismus 548
Rückkopplungsprozess 428
Rückzugspflege 461
Ruhe 150
Ruhedehnungskurve 158

S

S-Ketamin 628
– Pharmakokinetik 628
Sachaspekt 125
Salbe 261
Salbei 377
Salbenkompresse 278
Salutogenetisches Modell 108
SAPS 58
Sarkoidose 472
Sauerstoff
– Anfeuchten 205
– chemisch gebundener 164
– Gasversorgung, zentrale 690
– Narkoseaufrechterhaltung 650
– Narkosekomplikation 720
– physikalisch gelöster 164
– Ruheumsatz 164
Sauerstoffaffinität 165
Sauerstoffangebot, vs. -verbrauch 166
Sauerstoffaufnahme, vs. Kohlendioxidabgabe 164
Sauerstoffbedarf 482
Sauerstoffbindungskurve 165
– Linksverschiebung 166
– Pulsoxymetrie 175
– Rechts-Links-Verschiebung 165
– vs. Kohlendioxidbindungskurve 167
Sauerstoffbrille 192
Sauerstoffbypass 697
Sauerstoffdifferenz, alveoloarterielle 164
Sauerstoffflasche 192, 691
Sauerstoffgabe 191
– Anfeuchtung 192
Sauerstoffgehalt, gesamt 165
Sauerstoffkonzentration
– Alarmfunktion bei Beatmung 209
– Beatmungsmuster 208
– inspiratorische 220
– Messung im Kreissystem 696
Sauerstoffmangelsignal 697
Sauerstoffmaske 192
Sauerstoffpartialdruck
– alveolärer 164
– Gastransport 164
Sauerstoffpool, menschlicher 167
Sauerstoffsättigung
– arterielle 158
– CO-Intoxikation 166
– fraktionelle 174
– Kind mit Herzfehler 607
– partielle 174
– Zyanose 166
Sauerstofftherapie, hyperbare 571
Sauerstofftransport 164
– Herz-Kreislauf-System 482
Sauerstoffverbrauch 482
– Senkung durch Medikamente 804
– vs. -angebot 166
Sauerstoffverhältnisregelung 697
Sauerstoffvorrat 166
Sauerstoffzufuhr 587
Säugling
– Atemfrequenz 793
– Herzfrequenz, Blutdruck 793
– Umgang 596
Saugverbände 278
Säure-Basen-Gleichgewichtsstörung
– Diagnostik 170
– Therapie 170
Säure-Basen-Haushalt 167
– Stabilisierung bei akutem Nierenversagen 518
– Störung 168
Schädel-Hirn-Trauma (SHT) 526
– Polytrauma 590
Schädeloperation 802
Schaden 64
Schadenersatzanspruch 286
Schadensersatz 63
Schadensersatzforderung
– Delikthaftung 64
– Haftung aus Vertrag 63
Scham 417
Schaukelatmung 173
Schenkelhalsfraktur 818
Schilddrüsenoperation 751
Schlafapnoesyndrom 173
Schlafentzug 124, 151
Schläfrigkeit 742
Schlaganfall 532
Schlagvolumen 240
Schlauchheizung 205
Schleimhautläsion 334
Schleimhautschwellung 720
Schluckakt
– Phase 325
–– ösophageale 327
–– pharyngeale 326
–– präorale 325
– Transportphase, orale 325
– Vorbereitungsphase, orale 325
Schluckdiagnostik, interdisziplinäre 322
Schluckkontrolle, taktile 325, 329
Schluckstörung 322
Schlucktraining 324
Schluckversuch, erster 329
Schmerz 422
– Bewegungsapparat 427
– Brandverletzter 581
– Herzchirurgie, postoperative 489
– Kind 599
– neuropathischer 427
– vs. Nozizeption 422
Schmerzanamnese 427
Schmerzbeeinflussung 427
Schmerzeinschätzung
– Patient im Aufwachraum 732
– Stomarückverlegung Säugling 799
Schmerzempfindung 425
– Rückkopplungsprozess 428
– Störung 427
Schmerzentstehung 422
Schmerzformen 426
Schmerzhemmsystem 425
Schmerzintensität 581
Schmerzleitung 422
Schmerzleitungsbahn, aktive 782
Schmerzmechanismus, psychosomatischer 428
Schmerzqualität 426
Schmerzreaktion 531
Schmerzskala, Aufwachraum 733
Schmerztherapie 116, 422
– Allgemeinanästhesie 656
– Brandverletzter 582
– neurophysiologische 428
– Polytrauma 587
– postoperative 674
–– Planung 684
– Strategie, perioperative 684
– Verbrennung 581
Schmerzüberwachung, Aufwachraum 733
Schmerzverarbeitung 425
Schnappatmung 171
Schnarchen 174
Schock
– Basisdiagnostik 821
– Herzzeitvolumen 622
– hypovolämer 586
– kardiogener 490
– septischer
–– Definition 554
–– Sterblichkeit 554
Schockraum 820
Schockraum-Algorithmus 821
Schockraummanagement 821
Schockraumteam 820
Schrittmacher, externer 499
Schrittmacher-EKG 500
Schrittmachertherapie 251, 499
– Effektivitätsbeweis 499
– Einstellung 499
– Funktionsprüfung 499
Schuld 64
Schulkind
– Atemfrequenz 793
– Blutdruck 793
– Blutvolumen 798
– Hämatokrit 798
– Hämoglobin 798
– Herzfrequenz 793
– Umgang 596
Schulteroperation 818
Schüttelfrost 399
Schutzhandschuhe 367
– Händehygiene, professionelle 368
– Harnwegsinfektion 378
– Nutzen 368
– Pneumonieprävention 374
Schutzkittel 367
Schutzkleidung 369
– Immunsuppression 386
Schutzschürze 367
Schwangerschaft 784
– Physiologie 784
– Sauerstoffpool 167
Schwerkraftapplikation 334
Schwitzen 391
Score, für Prognose 111
Score-System Personalbedarf 57
Sechs-Schritt-Modell 76
Second-Gas-Effekt 623
Sedierung 449
– Augenpflege 263, 265
– Dosisanpassung 451
– medikamentöse 451
– Opioide 630
– Patientenorientierung 451
– Remifentanil 632
– zu tiefe/zu niedrige 450
Sedierungsalgorithmus 451
Sedierungsscore 450

Sedierungstiefe
– Einflussfaktoren 450
– Folgen, klinische 450
– Scoringsystem 450
– Überwachungsmethoden 450
– Untersuchung, elektrophysiologische 450
Seife 259
– Händewaschen, korrektes 368
Seitendrehung, bei Rückenlage 803
Seitenlagerung
– Allgemeinanästhesie 648
– Intensivpatient, adipöser 312
Sekret, respiratorisches, Sepsis 558
Sekretabsaugung 698
Sekretmobilisation 186
Sekretolyse 186
Sekretolytika 467
Sekretverhalt 182
Selbstbeatmung, intermittierende (ISB) 457
Selbstbestimmung, fördern 143
Selbstbestimmungsrecht 115
Selbstoffenbarungsaspekt 126
Seldinger-Technik 234
Selen 341
Sellick-Handgriff 708
Sensibilität, intraorale 328
Sensorium Brandverletzter 582
SEP (somatosensorisch evozierte Potenziale) 819
Sepsis
– Antibiotikaresistenz 559
– Antimediatortherapie 561
– Antimykotika 560
– Blutkultur 558
– Definition 554
– Diagnostik 557
–– bildgebende 559
– Ernährung 561
– Herdsanierung 559
– Hydrokortisonsubstitution 561
– Immunglobuline 561
– Interventions-Deeskalations-Therapie 559
– Mikrozirkulation 557
– Optimierung, hämodynamische 560
– Organfunktionsstörung 556
– Pathogenese 555
– Probennahme, mikrobiologische 558
– schwere
–– Definition 554
–– Sterblichkeit 554
– Stabilisierung
–– hämodynamische 560
–– respiratorische 561
– Sterblichkeit 554
– Stressulkusprophylaxe 561
– Symptome, klinische 557
– Therapie 559
–– antimykotische 560
– Thromboseprophylaxe 561
– Volumenersatzmittel 560
– Zentralnervensystem 557
– Zirkulation, regionale 557
Sepsistherapie, adjuvante 561
Septumkorrektur
– Begleitung, intraoperative 815
– Fallbeispiel 814
Serom 275
Serumalbumin 318
Serumkreatinin 516
Sevoflurane 633
Sexualität
– Intensivpflege 414
– und Gewalt 418
– und Krankheit 419
– und Sprache 418
Shivering (Muskelzittern) 399
– Periduralanästhesie 673
– Regionalanästhesie 670
– Wärmeverlust 714
Shuntfraktion 163
Siedepunkt 621
Sigmaresektion
– Anästhesie 751
– minimal-invasive 751
SIMV-BIPAP (SIMV-BIPAP) 213
Sinusbradykardie 497
Sinustachykardie 495
SIRS (Systemisch inflammatorisches Reaktionssyndrom) 379
Situationstyp 97
Sitz, stabiler, im Bett 293, 302
Sitz-Steh-Transfer 308
Sitzen 182
Sitzposition 327
Sitztraining 293
SmartCare 224
SOFA 58
Sofortmaßnahme, lebensrettende 244
Sonde, transnasale 330
Sondenapplikation 336
Sondendislokation 333
Sondenkost, bakteriell kontaminierte 334
Sondenlage 333
Sondennahrung 332
– Applikation, kontinuierliche 334
– Bolusapplikation 333
– Immunschwäche 333
– pumpengesteuerte 334
–– sichere 333
– Schwerkraftapplikation 334
– spezielle 332
Sondenokklusion 333
Sonnenstich 396
Soor 266
– Ernährung, enterale 336
Sorgfalt, erforderliche 66
Sozialerfahrung 126
Spalt, synaptischer 635
Speichel, synthetischer 377
Speiseröhre, *siehe* Ösophagus
Spenderherz, Wartezeit 774
Spenderkriterien 776
Spezialbett 310
Spina bifida 605
Spinalanästhesie 644, 669
– Ausdehnung 670
– totale 672
–– Periduralanästhesie 672
Spinalnerv 423
Spiraltubus 722
Spirometrie, inzentive 185
Spitzendruck 208
Spitzfußprophylaxe 304–305
Splenektomie
– Anästhesie 751
– minimal-invasive 751
Spontanatmung 220
– Atemwegsdruck 181
– Kombination Beatmung, kontrollierte 214
– vs. Beatmung 653
Sprache, und Sexualität 418
Sprachventil 201
Sprechkanüle 201
Spüllösung 276
Spüren, inneres 145
Spurenelemente
– Bedarfsberechnung 321
– Nährstofflösung 341
Spürinformation, deutliche 146
ST-Elevation Myocardial Infarction (STEMI) 483
ST-Strecken-Analyse, Herzrhythmusstörung 498
Stabilisationsphase 97
Stabilisierung
– hämodynamische 560
– respiratorische 561
Standardhygiene
– Infektionsprävention 370
– Maßnahmen, präventive 366
Standardmonitoring
– Allgemeinanästhesie 645
– Narkoseeinleitung 703
– Narkosegerät 689
Standardpflege 100
Stärke 340
Statine 484
Status asthmaticus 472
Status epilepticus 534
– Kind 608
– Therapie 535
Steh-Sitz-Transfer 309
Steinschnittlagerung 783
STEMI (ST-Elevation Myocardial Infarction) 483
Stenosealarm 178
Step-down-unit 95
Sterbebegleitung 113
Sterbehilfe 113
– aktive 113–114
– indirekte 114
– passive 114
Sterbende
– Pflege 109
– Umgang, professioneller 109
Stichverletzungsschutz 367
Stickstoffbilanz 321
Stickstoffmonoxid-(NO-)Inhalation 469
Stiffneck 529
Stimmritze, geöffnete 706
Stofftransport
– diffuser 518
– konvektiver 518
Stoffverteilung 564
Stoffwechselentgleisung, hyperglykämische 548
Stoffwechselerkrankung 679
Stomarückverlegung Säugling 795
– Atemwegssicherung 795
– Aufwachraum 798
– Begleitung, intraoperative 797
– Narkoseausleitung 797
– Narkoseeinleitung 796
– Narkosevorbereitung 795
Stomatitis 266
Stoßwellen-Lithotripsie
– Anästhesie 755
– extrakorporale (ESWL) 756
Strafrecht 63
Stress 317
Stressulkusprophylaxe 561
Stressulzera 530
Stridor 174
Stromausfallsignal 697
Strömungswiderstand 160
– HME 206
– Tubuskompensation, automatische 217
Stromverbrennung 578
Strukturqualität, Sicherung 62
Struma 720
Strumaoperation 751
Strumaresektion 750
Studie, wissenschaftliche 115
Sturzgefahr 799
Subarachnoidalblutung (SAB) 522
– Klassifikation, klinisch 805
– traumatische 528
Subduralanästhesie 672
Subduralhämatom
– akutes 527
– chronisches 527
Subjective Global Assessment (SGA) 319
Substanzabhängigkeit 680
Substanzmissbrauch 680
Substratzufuhr 597
Subtraktionsazidose 168–169
Succinylcholin 636
– Hyperthermie, maligne 636
– Kontraindikation 679
Sugammadex 639
Suizidpatient 116
Suizidprävention 571

Sulfentanil 630
Supervision 152
Suprathel 579
Surfactant 156
Surfactantinstillation 469
Sustained Maximal Inspiration (SMI) 185
Sympathikolyse 673
Syndet 259

T

T-Wellen-Analyse, Herzrhythmusstörung 498
T-Zellaktivität 322
Tabak, Prämedikationsgespräch 680
Tachykardie
– pulslose ventrikuläre 244
–– Defibrillation 244
– Status epilepticus 534
– ventrikuläre 497
– Wärmeverlust 714
Tachypnoe 171
– Ursache 172
Tag-Nacht-Rhythmus 124
Tagesablauf, Strukturierung 149
– normale 151
– patientenorientierte 151
Tagesrhythmus, biografischer 149
Taschensystem
– Intrahospitaltransport 68
– modulares 68
Tätigkeitstrennung, angenehme/unangenehme 150
Team, *siehe* Arbeitsteam
Teamarbeit 286
Teamsupervision 132
Tee 377
Teebaumöl 377
Teezubereitung 263
Temperaturregulation, Stomarückverlegung Säugling 796
Temperaturverlust, anästhesiebedingter 713
Temperaturzonen 390
Temperaturmessung 716
Tension-free vaginal Tape 755
TEP-Hüfte 820
Thalamus 618
Theophyllin 466
Therapeutic Intervention Scoring System (TISS) 58
Therapieintensität, Schema 112
Therapiereduktion 111
Therapiestufen
– Entscheidungshilfe 111
– Intensivmedizin 112
Therapieverweigerung 111
Thermodecke, kühlende 402
Thermogenese, zitterfreie 391
Thermoneutralbereich 597
Thermoregulation 391
– Mechanismus
–– autonomer 391
–– willkürlicher 391
Thermoregulationsänderung, anästhesiebedingte 712
Thorax-Ruhedehnungskurve 159
Thoraxchirurgie 762
– Anästhesie-Besonderheit 763
Thoraxkompression
– Durchführung 246
– Sofortmaßnahmen, lebensrettende 245
– Synchronisation Beatmung 246
Thoraxverletzung 590
Thrombendarteriektomie 763
Thromboembolie, venöse (VTE) 297
– Prophylaxe, medikamentöse 299
– tumorbedingte 545
Thrombolyse, medikamentöse 533
Thrombose
– Entstehungsmechanismus 297
– Risikoeinschätzung 297
– Risikofaktoren 297
– Virchowsche Trias 297
Thrombose-Prophylaxe-Strümpfe, medizinische (MTPS) 298
Thromboseprophylaxe 297
– Basismaßnahmen 298
– Maßnahmen
–– medikamentöse 299
–– physikalische 298
– Polytrauma 590
– Sepsis 561
– venöse 298
Thromboserisiko, erhöhtes 532
Thymektomie, transsternale 538
Thyreotoxikose 550
Thyroxin, freies (fT 4) 550
Tiffeneau-Test 158
Time-is-brain-Konzept 533
TISS (Therapeutic Intervention Scoring System) 58
TISS 28 58
TNM-Klassifikation 540
TNS-Syndrom 671
Tod, Feststellung 110
Todesart 110
Todesverständnis 109
Toleranz 646
Tonsillektomie 812
Tonsillenabszess 812
Tormentilla adstringens 377
Totalkapazität 157
Totraumbelüftung 163
Totraumventilation 157
Totraumvergrößerung 206
Tourniquet 820
Toxikokinetik 564
Trachealdruck
– ATC 217
– Tubuskompensation, automatische 217
Trachealkanüle 201
– Fixierung 203
– Wechsel 203
Tracheostomapflege 204
Tracheostomie 201
Tracheotomie 201
– Assistenz 202
– Aufgabe, pflegerische 202
– chirurgische 201
– Durchführung 202
– Material 202
– Nachsorge 202
– Pneumonieprävention 374
Trägheitswiderstand 160
Train-of-Four (TOF) 647
Train-of-Four-Ratio (TOFR) 647
Transferanbahnen 293
Transfusion 657
Transmissions-Fotometrie 175
Transplantation 775
– Anmeldungsvoraussetzung 775
– Begleitung, intraoperative 778
– Gewebeverträglichkeit 775
– Indikationsstellung 775
– Komplikation 779
– Kontraindikation 775
– Narkoseeinleitung 777
– Narkosevorbereitung 776
– Patiententransport 779
– Prognose 779
– Spenderkriterien 776
– Voraussetzung, medizinische 775
– Vorbereitung 776
Transplantationsgesetz 774
Transportfähigkeit 587
Transportproteine 318
Transportqualifikation 70
Transportstress 69
Transportteam 68
Transporttraumata 69
Trauer 131
Trauerraum 131
Trauma, spinales 591
Trendelenburg-Lagerung 783
– Augenpflege 263
– Intensivpatient, adipöser 311
Trennungsangst 124
Trigger 208
Triggererwartungsfenster 215
Triggersubstanz 726
Triglyzeride 318
Trijodthyronin (fT 3) 550
Trikuspidal-Klappen-Operation 489
Trinktraining 324
Trispuffer 528
Trizepshautfaltenmessung 317
Tropfanästhesie 811
Tuberkulose 474
Tubus
– Art 194
– endotrachealer 194
– Führungsstab 195
– Lagekontrolle 197
– mit getrennten Lumen 195
– mit Metallspirale 195
– vorgeformter 195
Tubus-Changer 195
Tubusbrand 813
Tubusfehllage 197
Tubusfixierung 197
Tubusführungsstab 195
Tubuskompensation, automatische (ATC) 217
– exspiratorische 217
Tubuslage, endotracheale 707
Tubuswiderstand 217
Tumor
– Diagnostik 541
– Häufigkeit 541
– Krankheitscharakteristika 541
– Stadieneinteilung 540
– Therapie 540
Tumorbiologie 540
Tumorerkrankung
– Notfall, infektiologischer 545
– solide 540
Tumorlyse-Syndrom 544
TUR-Blase 754
– Anästhesie 755
TUR-Prostata 754
– Anästhesie 755
TUR-Syndrom 754
Tympanon 392
Tympanoplastik 812

U

Übelkeit
– Aufwachraum 737
– Opioide 631
– postoperative 681
–– Anästhesiekomplikation 725
–– Prophylaxe 725
–– Schwangerschaft 786
–– Therapie 725
–– und Erbrechen (PONV) 725
Überdruckbeatmung 263
Überempfindlichkeitsreaktion 680
Übergabe, aus Aufwachraum 744
Überkompensation 219
Überleitungsmanagement 458
Übernahme, in Aufwachraum 731
Übertragung, neuromuskuläre 635

Übertragungsmodus, endokriner 548
Ultraschallvernebler 187
Umbetten 310
Umfeld
– soziales 108
– Weaning 225
Umgebungskeim-Reduktion 385
Umgebungstemperatur 399
Umverteilung 620
Umwelt, Orientierung 144
Unbehagen, kindliches 599
Undine-Syndrom 173
Unfall 611
Unfallchirurgie 818
Universitätsklinik 51
Unruhe 742
Unterdruck-Wundtherapie 281
– Anlage 283
– Indikation 281
– Kontraindikation 281
– Verbandwechsel 283
Unterhauttumor 750
Unterkieferfraktur 813
Unterkieferraum 682
Unterschenkeloperation 820
Unterstützung, vs. Führung 145
Untersuchung, körperliche präoperative 681
Urapidil 483
Ureteropyelographie, retrograde 755
Ureterorendoskopie 755
Ureterotomie
– Anästhesie 755
– nach Sachse 755
Urethrozystoskopie 755
Urinfluss 378
Urologie
– Anästhesie 750, 754
– Narkose 754
– Operation, spezielle 756
Uterusoperation 782

V

VALUE-Regeln 131
Varicella-Zoster-Virus (HHV-3) 386
Varikozelen-Operation 755
Vasodilatatoren 493
Vasokonstriktion, hypoxische pulmonale 162
Vasokonstriktor 640
Vasospasmuskontrolle 523
Vecuronium 637
Vena-cava-Kompressionssyndrom 784
Venendruck
– Augeninnendruck 811
– zentraler, Messung 238
Venenkatheter 380
Venenkompression, intermittierende pneumatische 298
Venenverweilkanüle
– Bakteriämieprävention, pflegebezogene 380
– teflonbeschichtete 341
Venenverweilkatheter, zentraler (ZVK)
– Asepsis bei Immunsuppression 386
– Nährsubstrat 341
– Stomarückverlegung Säugling 797
Vent, Kardioprotektion 765
Ventilation 157
– alveoläre 157
– Eigenschaft
–– dynamische 160
–– statische 158
– intermittierende mandatorische (IMV) 214
– Kohlendioxidpartialdruck, Veränderung 177
– Probleme bei Intubation 198
– synchronisierte intermittierende mandatorische (SIMV) 215
– Vorgehen bei unerwarteten Problemen 200
Ventilations-Perfusions-Verhältnis 163
Ventilationsstörung 161
– obstruktive 221
Ventilationsversagen, pulmonales 207
Ventilationsverteilung 161
Ventilatorisches System 159
Ventrikeldrainage
– externe 526
– Hirndruckmessung 528
Verband
– hydrokolloidaler (HCV) 278
– hydropolymerer 278
– Wundinfektionsprävention 382
Verbandwechsel
– Brandverletzter 581
– Durchführung 382
– Infektionsverdacht 382
– Material 383
Verbandwechsel (VW) 280
– Durchführung 281
– Infektionsprävention 282
– Nachbereitung 282
– Non-Touch-Technik 281
– Richtlinien, allgemeine 280
– Vorbereitung 281
– Wundreinigung 282
Verbrauchskoagulopathie 657
Verbrennung 574
– Defektdeckung 580
– Erstversorgung 578
– Kontrakturprophylaxe 583
– Narbenbehandlung 583
– Resorptionsphase 577
– Spätphase 577
Verbrennungsausmaß 576
Verbrennungsbehandlung 578
Verbrennungsgrad 575
Verbrennungskrankheit 576
Verbrennungsschock 576
Verbrennungstiefe 574
Verbrennungszentrum
– Erstversorgung 578
– Indikation 578
Verdampfer 694
Verdauungsorgane 502
Verdauungssystem, *siehe* Gastrointestinaltrakt
Verdünnung, Intoxikation 567
Verdunster 205
– Füllstand 206
– Temperaturregulierung 206
Verdunstung, *siehe* Evaporation
Vereinsamung 126
Vergiftung 564
– akute 564
– Kind 611
Vergiftungen, Rauschmittel 569
Verjährungsfrist 64
Verlaufskurve, Praxis, intensivpflegerische 97
Verlegung
– postoperative 684
– Stomarückverlegung Säugling 799
Verletzung, abdominelle 591
Vernebler 187, 374
– mechanischer 187
– Pneumonieprävention 374
Vernetzung 132
Vernichtungskopfschmerz, akuter 522
Verrichtungsgehilfe 64
Verschlusskapazität 158
Verschlussvolumen 158
Versorgung, häusliche, Überleitung 458
Verständigungsarbeit 98
Verständigungsproblem 105
Verständnismodell, modernes 108
Versuch, wissenschaftlicher 116
Verteilung 619
Verteilungsazidose 168
Verteilungsgerechtigkeit 118
– Intensivmedizin 111
Verteilungskoeffizient 622
Verteilungsvolumen 620
Vertragshaftung 63
Vertrauen, vermitteln 142
Verweilkatheter, zentraler, *siehe* Verweilkatheter, zentraler
VFS 322
Vibration 187
Vibrationsgerät 188
Vier-Ebenen-Modell, Kommunikation 126
Vier-Phasen-Modell, Pflegeprozess 76
Virchowsche Trias 297
Visite
– postoperative 656
– präoperative 645
–– Transplantation 776
Vitalfunktionssicherung 566
Vitalkapazität 157
Vitalparameter, altersabhängige 598
Vitamine
– Bedarfsberechnung 321
– Nährstofflösung 341
VIV-ARTE-Lernmodell 307
Vollelektrolytlösung 340
Vollgesichtsmaske 227
Volumen-Assist 219
Volumen/Zeit-Diagramm 209
Volumenersatzmittel 560
Volumentrigger 208
Volutrauma 222
Vorausverfügung 114
Vorbeugeprinzip 370
Vorhautplastik
– Anästhesie 755
– Anästhesie-Besonderheit 756
Vorhofflimmern
– Arrhythmie, absolute 495
– Wärmeverlust 714
Vorlast 481
– Kontraktilität, kardiale 481
Vornarkose
– Erleben, subjektives 681
– Prämedikationsgespräch 681
Vorsorgevollmacht 115
VRP-Gerät 188

W

Wachintubation, fiberoptische 198
Wachkomapatient 148
Wachprobe 451
Wachstation 42
Wachwerden 140
Wadenwickel 400
Wahrnehmung
– Förderung 296
– Störung 124
– Wiederaufnahme oraler Ernährung 327
Wandspannung 767
Warm-up-Phase 308
Wärmeabgabe 390
– Einfluss, externer 712
Wärmeanwendung, Körpertemperaturregulierung 399
Wärmebedürfnis 399
Wärmeerhalt
– Maßnahme 401
– Narkose 713
– perioperativer 717
Wärmehaushalt 390
Wärmeisolation 714
Wärmeleitung 390, 713
Wärmemanagement
– im Operationsraum 710
– perioperatives 712
–– Prinzip 714

Wärmematte 649
Wärmen
– konvektives 715
– passives 714
Wärmeregulation 391
Wärmeschutz 399
Wärmestrom
– äußerer 390
– innerer 390
Wärmetherapie 714
Wärmeumverteilung 712
Wärmeverlust
– Form 713
– intraoperativer 394
– postoperativer 394
– präoperativer 394
– Regionalanästhesie 713
– Risikofaktoren 713
– Therapie 714
Warteraum 54
Wartezeit 130
Waschhandschuh 261
Waschung, temperatursenkende 401
Waschzusatz 258
Wasser 259
Wasserbilanz 337
Wasserdampf 205
Wasserharnruhr 550
Wasserhaushalt, Korrektur 337
Wasserintoxikation 340
Wassersäule-Messung 238
Wasserstoffionenkonzentration 168
Wasserstoffperoxyd 3 % 277
Weaning 223
– AF/VT-Quotient 225
– Atemwegsokklusionsdruck 225
– automatisches 224
– Beatmung, nicht invasive 226
– Beurteilungsindex 225
– Bi-Level-VG 225
– diskontinuierliches 223
– Dokumentation 223
– Einflussfaktoren 225
– kontinuierliches 223
– SmartCare-Verfahren 224
– Verlaufskontrolle 225
– Verlaufsprotokoll 224
Weaning-Protokoll 224
Weaning-Verfahren, manuelles 223
Weichteilverletzung 820
Weiterbildung 43
– Fachschwester/-pfleger 44
– Konzeption 44
– Lernbereich 45
– Module 45
– Perspektive 45
Weiterbildungsgesetze 45
Weiterbildungslehrgang 45
Weiterbildungsverordnung 44
– aktuelle 45
Weitung, vs. Engung 127
Wert, ethischer 105
Wickel, temperatursenkende 401
Widerspruchslösung 110
– Organtransplantation 775
Widerstand
– dynamischer 218
– elastischer 218
Windkesselfunktion 480
Wirbelsäulenoperation 802
– große 818
Wirbelsäulenverletzung 591
Wundantiseptik 383
Wundart 272
Wundauflage
– aktive 279
– Auswahl 280
– inaktive 278
– interaktive 278
– metallisierte 278
Wundbehandlung
– Aspekte, juristische 285
– Fotodokumentation 286
– Verantwortung 285
Wundbehandlungskonzept, standardisiertes 280
Wundbehandlungsplan 287
Wunddokumentation 286
Wunde
– Entstehungsursache 273
– Kontaminationsgrad 273
Wundepithelisation 274
Wundgranulation 274
Wundheilung
– Einflussfaktoren 275
– Ernährung 280
– Exsudationsphase 272
– Phasen 272
– Physiologie 272
– primäre 272
– Proliferationsphase 274
– Regenerationsphase 274
– sekundäre 272
Wundinfektion
– Kreuzkontamination 383
– postoperative
–– Disziplin, intraoperative 382
–– Formen 379–380
–– Haarentfernung 381
–– Prävention 380
–– Risikofaktoren 381
– Wärmeverlust 714
Wundinspektion 383
Wundmanagement, modernes 275
Wundnekrose 276
Wundregeneration 274
Wundreinigung 272
– Verbandwechsel 282
Wundverband, physiologischer 277
Wundversorgung 272
– Brandverletzter 581
– Organisationsverantwortung 285
– postoperative sachgerechte 382
Würgereflex 531

X

Xerostomie 266

Y

Y-Prothese 763

Z

Zahnbürste 268
Zahnfleischbluten 266
Zangengriff 598
Zeichen, nonverbale 128
Zeit
– als Faktor der Ethik 105
– nach Intensivstation 117
– Personalbedarf nach DKG 57
Zeitabsprache 67
Zeitkonstante 161
Zentrales anticholinerges Syndrom (ZAS) 743
Zentralnervensystem (ZNS) 424
– Barbituratwirkung 625
– Benzodiazepinwirkung 629
– Desfluran 633
– Erkrankung beim Kind 608
– Etomidat 627
– Isofluran 633
– Ketamin 628
– Kind 598
– Lokalanästhetikawirkung 640
– Muskelrelaxanzien
–– depolarisierende 636
–– nicht depolarisierende 637
– Opioidwirkung 630
– Propofolwirkung 626
– Schädigung 302
– Sepsis 557
– Sevoflurane 634
Zielerreichung 61
Zielsetzung 60
Zink 341
Zirkumzision
– Anästhesie 755
– Anästhesie-Besonderheit 756
Zitronen-Stäbchen 267
Zitronensäurestäbchen 377
Zivilrecht 63
Zone, thermoneutrale 391
Zufriedenheit 61
Zugang
– intraossärer 612
– peripherer 799
– Transplantation 777
– venöser 797
Zuhören, aktives 143
Zuleitungsvorbereitung 67
Zunge, trockene 266
Zungenbelag, grau-weißer 266
Zungenbürste 268
Zungenmuskulaturübung 328
Zustimmungslösung 110
– enge 775
– erweiterte 775
Zuversicht, vermitteln 142
Zuwendung, einfühlsame 416
ZVK, *siehe* Venenverweilkatheter, zentraler
Zwei-Kompartiment-Modell 621
Zwerchfellhernie 604
Zwillingssectio 786
Zyanose 166
– Status epilepticus 534
Zytokine 555

β

β_2-Sympathomimetika 466
β-Blocker, Prämedikation 683

δ

δ-Rezeptoren 629

μ

μ-Rezeptoren 629

Pflege und Behandlung invasiv beatmeter Patienten

Übergeordnete Prozesse

Entwöhnung von der maschinellen Beatmung (Weaning) und Prävention Ventilator-assoziierter Pneumonie

Intubation

Indikation

- respiratorische Störung, die invasive Beatmung erfordert
- Anästhesie mit kontrollierter Beatmung
- Atemwegssicherung in Notfallsituationen
- Aspirationsgefahr bei fehlenden Schutzreflexen

Grundsätzliches

- Vorgehen bei unerwartet schwierigem Atemweg vergegenwärtigen
- Notfallausrüstung bereithalten
- Intubationsbedingungen abschätzen
- Vorgehen im Team absprechen und planen, daran orientiert Vorbereitung aller Medikamente, Materialien und Gerätschaften (Funktionsprüfung!)
- Patienten ruhig und Sicherheit vermittelnd vorbereiten
- Präoxygenierung mind. 3-5 Minuten
- Bei der Intubation ruhig und differenziert vorgehen
- korrekte Tubuslage verifizieren, Tubus sicher fixieren

Klinische und apparative Überwachung

- Klinische Überwachung bezieht sich auf den gesamten Menschen in seiner körperlichen, vitalen und psychischen Integrität, nicht nur auf die Atemfunktion.
- Apparative Überwachung erfasst und registriert messbare Parameter der Atemfunktion, wie z.B. SpO_2, CO_2, Respiratorparameter und BGA.

! *Klinische und apparative Atmungsüberwachung stellen eine sinnvolle Ergänzung dar und sind immer im Kontext zu betrachten.*

Maschinelle

Sekretolyse und Sekretmobilisation

Zähes, gestautes Atemwegssekret beeinträchtigt die Atemfunktion. Es muss verflüssigt, gelöst und entfernt werden, um Atelektasenbildung, Gasaustauschstörungen und Atemwegsinfektionen zu verhindern.

Ziel:

- Schädigende Einflüsse minimieren durch effektive Atemgasklimatisierung
- Ausreichende Flüssigkeitszufuhr
- Adäquate Schmerztherapie
- Möglichst kurze Sedierungs- und Beatmungsdauer

Maßnahmen zur Sekretolyse/-mobilisation:

- Inhalation von Aerosolen
- Perkussion und Vibration
- Unterstützung des Hustens
- endotracheales Absaugen

! *Endotracheales Absaugen erfolgt nur so oft wie nötig und so selten wie möglich.*

Beatmungstherapie

Lungenprotektive Beatmung

Die maschinelle Beatmung ist so zu konfigurieren, dass beatmungsassoziierte Lungenschädigungen verhindert werden. D.h. im Wesentlichen: kleines V_t, adäquater PEEP, geringe F_iO_2, niedriger P_{max}.

Beatmung ist ein unphysiologischer Vorgang (positiver Druck in Lunge und Thorax).

Tracheotomie

Indikation

- Langzeitbeatmung
- langfristig fehlende Schutzreflexe
- Blockade des oro- oder nasotrachealen Luftwegs

Trachealkanülen vermindern Komplikationen des künstlichen Atemwegs und verbessern den Patientenkomfort.

Überwachung

- Kontrolle der Atemfunktion
- Überprüfung der Kanüle
- Beurteilung des Stomas
- Cuffdruckkontrolle

Mobilisation und Positionierung

Immobilität und falsche Positionierung wirken negativ auf die Atemfunktion und führen zu Gasaustauschstörungen und erhöhter Atemarbeit.

Atemunterstützende Maßnahmen:

- (Früh-)Mobilisation
- Atemfördernde Lagerung
- Lagerungsdrainage
- Bauchlage
- Kinetische Therapie

Körperliche Aktivität führt zu vertiefter Atmung und kann die Beatmungsdauer verkürzen. Auch invasiv beatmete Patienten können mobilisiert werden – so früh wie möglich!

Atemgaskonditionierung

Tubus und Trachealkanüle schalten die Klimatisierungsfunktion der oberen Atemwege aus, daher müssen Inspirationsgase erwärmt und angefeuchtet werden, um die Stauung von zähem Atemwegssekret zu vermeiden.

Ziel: Feuchtigkeits- und Wärmeverlust des respiratorischen Epithels minimieren durch physiologische Temperatur und Luftfeuchtigkeit der Einatemgase.

Aktive und passive Systeme haben verschiedene Vor- und Nachteile. Die Entscheidung, welches System zum Einsatz kommt, muss situationsadaptiert getroffen werden.

Extubation

Voraussetzungen

- suffiziente, stabile Spontanatmung
- zufriedenstellender Gasaustausch
- vorhandene Schutzreflexe
- adäquate Bewusstseinslage
- stabile Herz-Kreislauf-Situation
- möglichst Normothermie

Grundsätzliches

- Entschluss zur Extubation: Messwerte **und** klinischen Gesamteindruck berücksichtigen
- Extubation bedeutet, in Intubationsbereitschaft zu sein
- bei respiratorischer Erschöpfung frühzeitig über NIV nachdenken und ggf. anwenden

Text: Christian Hackmann / **Foto**: Paavo Blåfield