

Notaufnahme *up2date*

1 · 2022

Spezifische Aspekte in der Notaufnahme 10

Notfallnarkose und Atemwegsmanagement in der Notaufnahme

*Christian Byhahn
Martin Bergold*

VNR: 2760512022161724564

DOI: 10.1055/a-1417-7216

Notaufnahme up2date 2022; 4 (1): 81–97

ISSN 2628-7595

© 2022. Thieme. All rights reserved.



Thieme

Unter dieser Rubrik sind bereits erschienen:

Notfallnarkose und Atemwegsmanagement in der Notaufnahme

Christian Byhahn, Martin Bergold Heft 1/2022

Krankenhausalarm- und -einsatzplanung – Krisenvorbereitung und Krisenbewältigung

Thomas Wurmb, Katja Scholtes, Felix Kolibay, Patrick Meybohm, Maximilian Kippnich Heft 3/2021

ALLES ONLINE LESEN



Mit der eRef lesen Sie Ihre Zeitschrift: online wie offline, am PC und mobil,

alle bereits erschienenen Artikel.

Für Abonnenten kostenlos!

<https://eref.thieme.de/notaufnahme-u2d>

IHR ONLINE-SAMMELORDNER



Sie möchten jederzeit und überall auf Ihr up2date-Archiv zugreifen? Kein Problem!

Ihren immer aktuellen Online-Sammelordner finden Sie unter:

<https://eref.thieme.de/D8NB3>

JETZT FREISCHALTEN



Sie haben Ihre Zeitschrift noch nicht freigeschaltet?

Ein Klick genügt:

www.thieme.de/eref-registrierung.

Notfallnarkose und Atemwegsmanagement in der Notaufnahme

Christian Byhahn, Martin Bergold



Die Narkoseeinleitung und das Atemwegsmanagement in der Notaufnahme erfolgen häufig an kritisch kranken Patienten und nicht immer unter optimalen Bedingungen. Zudem sind die Notfallnarkose und das Atemwegsmanagement zeitkritische Maßnahmen, für die nur wenige Minuten verbleiben, bevor der Patient mitunter dauerhaft geschädigt wird.

Einleitung

Der schwierige Atemweg in der Notfallmedizin hat eine deutlich höhere Inzidenz als im OP. Prähospitale Daten aus arztbesetzten Rettungsdiensten in Deutschland und Frankreich konnten zeigen, dass bei 10–14% der Notfallpatienten mit einem schwierigen Atemweg bzw. einer schwierigen Intubation zu rechnen ist [1, 2]. In einer selbstständig agierenden und mit einem eigenen ärztlichen Personalstamm ausgestatteten deutschen Notaufnahme wurden bei Intubationen in diesem Bereich bei knapp 20% der Patienten schwierige Laryngoskopiebefunde erhoben. Obwohl schlussendlich die Intubation bei allen Patienten gelang, waren bei knapp 30% der Patienten 2 oder 3 Intubationsversuche erforderlich [3]. Spezifische patientenseitige, personelle und logistische Aspekte bilden in beiden Bereichen – prähospital und in der Notaufnahme – eine große Schnittmenge (Box Zusatzinfo 1).

Ohne Narkose (meist) kein Atemweg

Das einzige Krankheitsbild, bei dem das Atemwegsmanagement bzw. die endotracheale Intubation zu meist ohne Narkose erfolgen kann, ist der Herz-Kreislauf-Stillstand. Bei allen anderen Pathologien, welche eine Atemwegssicherung erfordern, ist im Vorfeld die Einleitung einer Notfallnarkose erforderlich.

Um die Fragestellungen, welche Patienten in der Notaufnahme eine Atemwegssicherung benötigen und wie und gegebenenfalls mit welchen zusätzlichen Maßnahmen – Stichwort „Notfallnarkose“ – diese vorzunehmen ist, beantworten zu können, existieren in Deutschland aktuell 4 Leitlinien, deren Inhalte auch die Grundlage dieser Übersichtsarbeit bilden (Box Zusatzinfo 2).

ABKÜRZUNGEN

ASA	American Society of Anesthesiologists
BDA	Berufsverband Deutscher Anästhesisten
BGA	Blutgasanalyse
DAS	Difficult Airway Society
DGAI	Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin
GCS	Glasgow Coma Scale
IBW	Ideal Body Weight
LBW	Lean Body Weight
MILS	Manuelle Inline-Stabilisierung
PCV	Druckkontrollierte Beatmung
PCV-VG	Druckkontrollierte Beatmung mit Volumengarantie
PEEP	Positiver endexpiratorischer Druck
RSI	Rapid Sequence Induction
SGA	Supraglottischer Atemweg
SSAI	Scandinavian Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine
VCV	Volumenkontrollierte Beatmung

FALLBEISPIEL 1

Durch den Notarzt wird eine 38-jährige Frau (167 cm, 176 kg, BMI 63 kg/m²) eingeliefert, die nach unklarer Liegedauer bewusstlos zuhause aufgefunden wurde. Die Atmung sei laut Notarzt, einem Facharzt für Anästhesiologie, „leidlich suffizient“ gewesen. Die Patientin ist mit 2 Wendl-Tuben und einem Guedel-Tubus versorgt. Es erfolgt eine assistierte Maskenbeatmung mithilfe eines Beatmungsbeutels, wobei in der Expiration blutig-schaumiges Sekret aus dem Mund austritt. Der Summenscore auf der Glasgow Coma Scale (GCS) der Patientin bei Aufnahme beträgt 4 Punkte. In der Blutgasanalyse zeigen sich eine Hypoxämie (49 mmHg; SaO₂ 83%) sowie eine schwere respiratorische Azidose (pH 7,07; PaCO₂ 88 mmHg). Die Herzfrequenz beträgt 87/min, der nicht invasiv gemessene Blutdruck 240/110 mmHg. Der diensthabende Arzt entschließt sich daher, die Atemwege mithilfe einer endotrachealen Intubation zu sichern.

ZUSATZINFO 1**Begünstigende Faktoren für einen schwierigen Atemweg in der Notaufnahme**

- patientenseitig:
 - wenig Informationen über die Krankengeschichte
 - häufig bereits bestehende Kompromittierung der Vitalfunktionen
 - fehlende Nüchternheit
 - Blutung/Verletzung/Schwellung im Kopf-Hals-Bereich
- personell:
 - in Notaufnahmen ohne festen Personalstamm häufig wechselnde Teams
- logistisch:
 - Notfallintervention (wenig/keine Zeit zur optimalen Vorbereitung von Material und Patient)
 - nicht immer optimale Platz- und Lichtverhältnisse
 - bisweilen hoher Geräuschpegel

FALLBEISPIEL 1**Fortsetzung**

Aufgrund der Physiognomie der Patientin und dem Blut in den Atemwegen geht der Kollege von einem schwierigen Atemweg aus und holt sich unmittelbar Hilfe hinzu. Es erfolgt nach Präoxygenierung über eine dichtsitzende Gesichtsmaske und nach Erreichen einer expiratorischen Sauerstoffkonzentration von knapp 80% die Einleitung der Narkose mit 100 mg Propofol, 50 mg S-Ketamin und 100 mg Rocuronium. Die Maskenbeatmung ist erschwert, aber mit beidhändigem C-Griff möglich. Primär kommt ein Videolaryngoskop mit Macintosh-ähnlichem Spatel zur Anwendung. Bereits das Einsetzen des Spatels und die Handhabung des Laryngoskops erweisen sich aufgrund einer ausgeprägten Makromastie der Patientin als schwierig, zudem ist die Bildqualität aufgrund der Blutung eingeschränkt. Da die Glottisvisualisierung nicht gelingt, erfolgt zunächst das Wiedereinsetzen des Guedel-Tubus und eine Zwischenbeatmung über die Maske. Der erneute Intubationsversuch wird mithilfe eines hyperangulierten Spatels vorgenommen. Hierbei gelingt es, den hinteren Anteil der Glottis auf dem Bildschirm zu visualisieren, einen Bougie in die Trachea einzulegen und über diesen erfolgreich einen Endotrachealtubus zu platzieren. Das erste expiratorisch gemessene CO₂ beträgt 85 mmHg. Während der Narkoseeinleitung liegt die Sauerstoffsättigung stets zwischen 85% und 90% und steigt unter Beatmung mit 100% Sauerstoff rasch auf 97% an. Der Blutdruck nach Intubation liegt bei 155/85 mmHg und bedarf keiner Therapie. In der nachfolgenden Computertomografie des Schädels zeigt sich eine ausgedehnte Subarachnoidalblutung auf dem Boden eines rupturierten Aneurysmas der A. communicans anterior, das unmittelbar im Anschluss mikrochirurgisch geklippt wird.

ZUSATZINFO 2**Leitlinien zum Thema „Atemwegsmanagement“ und „Notfallnarkose“**

- S1-Leitlinie: Prähospitale Notfallnarkose beim Erwachsenen [4]
- S1-Leitlinie: Atemwegsmanagement [5]
- S3-Leitlinie: Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung [6]
- S1-Leitlinie: Prähospitales Atemwegsmanagement [7]

Indikationen zur Notfallnarkose in der Notaufnahme

Die Ziele einer Notfallnarkose bei Patienten in der Notaufnahme sind vielfältig und umfassen unter anderem eine suffiziente Analgesie, die ohne eine Notfallnarkose nicht erreicht werden kann, die Sicherung der Atemwege bei eingeschränkter Bewusstseinslage bzw. eingeschränkten Schutzreflexen, die Bereitstellung eines ausreichenden Sauerstoffangebots, Amnesie, Anxiolyse und Stressabschirmung sowie die Vermeidung sekundärer zerebraler und myokardialer Organschäden durch eine Hypoxämie. Typische Indikationen zur Einleitung einer Notfallnarkose in der Notaufnahme sind in der Box Zusatzinfo 3 dargestellt.

Da eine Notfallnarkose einen erheblichen Eingriff in die physiologische Integrität mit potenziell vital bedrohlichen Folgen darstellt, muss im Rahmen der Indikationsstellung kritisch überprüft werden, ob in der individuellen Situation nicht auch weniger invasive Maßnahmen zur Anwendung gelangen können. Hierbei sollten die Dringlichkeit der Intervention, der Zustand des Patienten und die Erfahrung des Behandlungsteams in die Gesamtbewertung einfließen. Ferner sollte auch geprüft werden, ob der rechtfertigende Zustand möglicherweise rasch reversiert werden kann und somit eine Narkose entbehrlich macht (z. B. Apnoe oder Bradypnoe bei Opiatintoxikation).

Merke

Nach individueller Nutzen-Risiko-Abwägung können auch weniger invasive Techniken eine Notfallnarkose entbehrlich machen (z. B. Regionalanästhesie zur Gelenkreposition, Sedierung eines agitierten Patienten zur Computertomografie).

Strukturelle und personelle Voraussetzungen

Seitens der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) sowie des Berufsverbands Deutscher Anästhesisten (BDA) wurden Empfehlungen zu den „Mindestanforderungen an den anästhesiologischen Arbeitsplatz“ formuliert. Diese Empfehlungen gelten „für alle Orte, an denen Allgemein- oder rückenmarksnah Anästhesieverfahren, die zu der ärztlichen Kernkompetenz des Anästhesisten gehören, durchgeführt werden (...) sowie für die Notfallversorgung innerhalb eines Krankenhauses. (...) Die vorliegenden Empfehlungen haben den Charakter eines Mindeststandards. Abhängig vom Krankheitszustand des Patienten und von der Art des Eingriffs müssen zusätzliche medizinische und/oder organisatorische bzw. personelle Anforderungen erfüllt sein“. [8]

Für die Atemwegssicherung und Notfallnarkose im innerklinischen Kontext muss demzufolge bei den Durchführenden eine grundlegende Weiterbildung und Qualifikation bestehen. Für Assistenzpersonal wird gefordert, dass dies „entsprechend qualifiziert“ sein müsse. Ein expliziter Passus, dass es sich hierbei um staatlich geprüfte Gesundheits- und Krankenpfleger/-innen bzw. sogar um Fachkrankenpflegende für Intensivpflege und Anästhesie handeln sollte oder muss, findet sich in der Empfehlung nicht. Somit kann die Assistenz beispielsweise auch durch entsprechend qualifizierte Physician Assistants, Notfallsanitäter oder Rettungsassistenten sichergestellt werden.

ZUSATZINFO 3

Indikationen zur Durchführung einer Notfallnarkose in der Notaufnahme

- akute respiratorische Insuffizienz:
 - Bradypnoe (Atemfrequenz ≤ 5)
 - Tachypnoe (Atemfrequenz ≥ 30)
- Hypoxämie
- Kontraindikationen gegen oder Versagen einer nicht invasiven Beatmung
- Bewusstseinsstörungen mit einem GCS-Score ≤ 8
- Polytrauma/schweres Monotrauma mit:
 - Hypoxämie
 - hämodynamischer Instabilität
 - respiratorischer Insuffizienz
 - anderweitig nicht beherrschbaren Schmerzen
- schwerwiegende bestehende oder zu erwartende Atemwegsobstruktion (z. B. angioneurotisches Ödem, Anaphylaxie, Verbrennung im Kopf-Hals-Bereich, Inhalationstrauma)
- vor Durchführung invasiver Maßnahmen (z. B. Gelenkreposition, Perikardpunktion)
- vor Durchführung schmerzloser diagnostischer/therapeutischer Maßnahmen bei agitierten Patienten (z. B. Schnittbildgebung, Angiografie, Linksherzkatheter, Gastroskopie usw.)

Während der Ein- und Ausleitung einer Notfallnarkose darf das Assistenzpersonal nicht mit anderen Aufgaben betraut sein. Es muss mit der Ausrüstung sowie den örtlichen Gegebenheiten (z. B. Aufbewahrungsorte für Medikamente und Verbrauchsmaterialien) vertraut sein. Es muss auch während aller übrigen Phasen der

► **Tab. 1** Apparative Mindestanforderungen an einen Arbeitsplatz in der Notaufnahme, an dem Allgemeinanästhesien durchgeführt werden (modifiziert nach [8]).

Ausstattungsmerkmal	Obligat am Arbeitsplatz vorhanden	Im Bedarfsfall in „angemessener Zeit“ verfügbar
Anästhesiesystem nach DIN EN 60601–2-13 ¹	x	
Atemgasmessung ²	x	
Pulsoxymeter mit digitaler Anzeige von Sättigung und Herzfrequenz sowie akustischen Alarmen	x	
EKG-Monitor mit akustischem Alarm	x	
Blutdruckmessung	x	
Temperaturmessung		x
Relaxometrie (nur bei der Verwendung von Muskelrelaxanzien)		x
Blutzuckermessgerät (ist über ein BGA-Gerät abgebildet)		x
Defibrillator mit der Möglichkeit einer manuellen Schockabgabe		x

¹ Mindestausstattung nach DIN EN 60601–2-13: Druckbegrenzung, Kapnometrie, Sauerstoffüberwachungsgerät, Überwachung des Expirationsvolumens, Diskonnektions- sowie Apnoe-Alarm

² inspiratorische und expiratorische Konzentrationsmessung von Sauerstoff und Kohlendioxid

Notfallnarkose für besondere Situationen (z. B. Umlagerungen, Notfälle) jederzeit verfügbar sein [8].

Merke

Die Durchführung aller Phasen einer Notfallnarkose (Einleitung, Aufrechterhaltung, Ausleitung) stellt hohe Anforderungen an den Notfallmediziner. Die in den Leitlinien aufgeführten Kenntnisse sind die Grundlage für eine sichere und effektive Umsetzung [4, 5, 6, 7].

Die von der DGAI und dem BDA empfohlenen apparativen Mindestanforderungen sind in ► **Tab. 1** dargestellt.

Spezielle Risiken der Notfallnarkose

Bei der Durchführung einer Notfallnarkose sollte neben den allgemeinen Risiken und Komplikationen ein besonderes Augenmerk auf die nachfolgend diskutierten Aspekte gerichtet werden.

Nicht-Nüchternheit/Aspiration

Die wenigsten Patienten, die einer Notfallnarkose in der Notaufnahme bedürfen, sind formal nüchtern. Darüber hinaus lässt sich bei etlichen Patienten die Nüchternheit auch gar nicht sicher eruieren. Daher gilt der Patient immer als nicht nüchtern und weist somit ein erhöhtes Risiko für eine Regurgitation von Mageninhalt mit konsekutiver pulmonaler Aspiration auf. Daher sollte bei jeder Notfallnarkose der Atemweg durch einen Endotrachealtubus gesichert werden und die Narkoseeinleitung nach den Regeln einer Rapid Sequence Induction (RSI) erfolgen. Sollte es im Rahmen der Narkoseeinleitung zu einer Regurgitation von Mageninhalt kommen, muss ein großlumiger und leistungsstarker Absauger (z. B. Yankauer) unmittelbar zur Verfügung stehen.

PRAXISTIPP

Die klassische RSI erfolgt beim Erwachsenen nach adäquater Präoxygenierung ohne intermittierende Maskenbeatmung. Da bei Notfallpatienten eine suffiziente Präoxygenierung oftmals nicht möglich ist und/oder eine eingeschränkte Apnoetoleranz vorliegt, muss gegebenenfalls eine vorsichtige Zwischenbeatmung über die Gesichtsmaske erwogen werden. Das Risiko einer schwerwiegenden Hypoxämie ist in dieser Situation wesentlich höher als das einer schwerwiegenden Aspiration.

Hypotension

Nahezu alle Induktionshypnotika bewirken eine Vasodilatation unterschiedlicher Ausprägung. Gleiches gilt für die gängigen Opiode Fentanyl und Sufentanil. Das Ausmaß der Vasodilatation ist zudem dosisabhängig. Patienten, die eine Notfallnarkose in der Notaufnahme benötigen, sind häufig kritisch krank. Typische Manifestationen sind eine intravasale Hypovolämie, eine eingeschränkte kardiale Funktion sowie stress- und schmerzbedingt eine erhöhte endogene Katecholaminausschüttung. Hinzu kommen oftmals erheblich eingeschränkte pulmonale und kardiale Kompensationsmechanismen. Insbesondere bei Patienten mit kardialen (z. B. kardiogener Schock) oder zerebralen Pathologien (Schädel-Hirn-Trauma, Apoplex, intrakranielle Blutung) sollte eine – auch kurzzeitige – Hypotension möglichst vermieden bzw. unverzüglich korrigiert werden. Vor diesem Hintergrund sollte in der Notaufnahme die Etablierung einer invasiven Blutdruckmessung – wann immer vertretbar – vor einer Einleitung einer Notfallnarkose erfolgen.

PRAXISTIPP

Zur Therapie der Hypotension und/oder kardialen Depression nach Narkoseeinleitung sollten vasoaktive Substanzen in entsprechender Verdünnung unmittelbar zur Verfügung stehen, z. B. Noradrenalin in einer Dosierung von 10 µg/ml oder 20 µg/ml. Diese Verdünnung kann sehr rasch durch Gabe von einer Ampulle (1 mg) der Substanz in eine Flasche mit 50 oder 100 ml NaCl 0,9% hergestellt werden (sog. „push dose“). Cave: Flasche unmissverständlich beschriften, um Verwechslungen zu vermeiden!

Vermeidung der Hypotension/Dosierung von Narkotika

Neben der plötzlichen Durchbrechung von Schmerzen und Stress durch eine Narkoseinduktion und die damit verbundene Reduktion der endogenen Katecholaminausschüttung führt insbesondere die relative Überdosierung von Anästhetika – insbesondere bei adipösen und geriatrischen Patienten – häufig zu einer ausgeprägten Hypotension.

Die Dosierung der gängigen Induktionshypnotika (z. B. Propofol, Thiopental und Etomidat), Opiode (Fentanyl und Sufentanil) sowie Muskelrelaxanzien (Succinylcholin und Rocuronium) orientiert sich daher idealerweise am sog. „Lean Body Weight“ (LBW), also dem Körpergewicht ohne jedweden Fettanteil. Da die Berechnung des LBW jedoch recht komplex ist, wird in der Praxis

üblicherweise das ideale Körpergewicht („Ideal Body Weight“, IBW) zur Dosiskalkulation herangezogen [15]. Die Berechnung erfolgt zumeist mit der linearen Abschätzung nach Broca (Zusatzinfo 4).

ZUSATZINFO 4

Näherungsweise Bestimmung des idealen Körpergewichts nach Broca

- Männer: $(\text{Körpergröße [cm]} - 100) \times 0,9$ (bzw. minus 10%)
- Frauen: $(\text{Körpergröße [cm]} - 100) \times 0,8$ (bzw. minus 20%)

Bei kreislaufinstabilen und/oder geriatrischen Patienten muss die Dosierung von Hypnotika, insbesondere von Propofol und Thiopental, deutlich nach unten korrigiert werden. 70–100 mg Propofol bzw. 200–250 mg Thiopental sind zur Induktion zumeist ausreichend und gewährleisten zusammen mit der Gabe von Succinylcholin oder Rocuronium in adäquater Dosierung innerhalb von 60–90 Sekunden sehr gute Intubationsbedingungen.

HINTERGRUNDWISSEN

Eine möglicherweise unzureichend hohe Dosierung von Hypnotika und/oder Opioiden zur Narkoseinduktion wird durch eine adäquate Relaxation kuptiert und schafft auch bei schlechter Hypnose innerhalb kürzester Zeit gute Intubationsbedingungen. Das aus diesem Vorgehen resultierende (geringe) Risiko einer kurzen Awareness muss den potenziell deletären Folgen einer manifesten Kreislaufdepression gegenübergestellt werden.

Blut im Mund-Rachen-Raum

Die Ursachen für eine Blutansammlung im Mund-Rachen-Raum sind bei Notfallpatienten vielfältig. Diese können beispielsweise aufgrund von Verletzungen des Gesichtsschädels oder der Schädelbasis zustande kommen, durch Epistaxis verursacht sein oder aus einer Blutung im oberen Gastrointestinaltrakt oder in den Atemwegen resultieren. Im Kindesalter stellt neben Traumata die Nachblutung nach Tonsillektomie eine häufige Ursache dar.

Der Durchführung der Videolaryngoskopie zur endotrachealen Intubation kann aufgrund von Blutansammlungen auf der Optik an der Spatelspitze erschwert und sogar unmöglich sein. Daher ist es essenziell, primär ein Videolaryngoskop mit Macintosh-ähnlichem Spatel

zu verwenden, das neben der indirekten Laryngoskopie, bei der das Bild ausschließlich auf einem Monitor dargestellt wird, auch die direkte Laryngoskopie erlaubt [6].

Mechanische Intubationshindernisse

Mechanische Hindernisse können eine Intubation erschweren und sogar unmöglich machen. Typischerweise ist in diesen Fällen auch die Rückfallebene des supra-glottischen Atemwegs (SGA; z.B. Larynxmaske, Larynx-tubus) nicht erfolgversprechend. Erweist sich auch die Maskenbeatmung als erschwert oder gar unmöglich, so findet sich das Team in einem „cannot intubate, cannot oxygenate“-Szenario wieder und muss das Problem umgehend und nachhaltig lösen.

Gleichwohl die Aussagekraft von Screeninguntersuchungen zur Prädiktion eines schwierigen Atemwegs sehr limitiert ist [5], ist das Erkennen mechanischer Intubationshindernisse bereits im Vorfeld von elementarer Bedeutung. Ein offensichtliches Hindernis stellt die Immobilisation der Halswirbelsäule mithilfe einer starren Halskrause dar. Dieses Hindernis lässt sich jedoch durch Öffnen der Halskrause und manueller Inline-Stabilisierung (MILS) beseitigen. Weitere meist irreversible Hindernisse und Lösungsstrategien sind in ► **Tab. 2** dargestellt.

FALLBEISPIEL 2

Ein etwa 60-jähriger Mann (180 cm, 80 kg) wird vom Notarzt nach einem Motorradunfall eingeliefert. Beide Beine sind mehrfach offen frakturiert, zudem zeigt sich in der abdominalen Sonografie freie Flüssigkeit. Das Becken ist prophylaktisch mit einer Beckenschlinge stabilisiert. Der GCS-Score beträgt 10, die Herzfrequenz liegt bei 106/min, die Atemfrequenz liegt bei etwa 20/min, der Radialispuls ist nicht tastbar, der Karotispuls ist schwach palpabel. Bei fehlender Plethysmografiekurve kann eine Sauerstoffsättigung nicht ermittelt werden. Die Narkoseeinleitung erfolgt als RSI mit der initialen Verabreichung von 50 mg S-Ketamin, gefolgt von 80 mg Propofol und 100 mg Succinylcholin. Der dennoch zu erwartenden weiteren Kreislaufdepression wird proaktiv mit der Gabe von 20 µg Noradrenalin begegnet. Nach der Intubation betragen das etCO₂ initial 29 mmHg und die Sauerstoffsättigung bei guter Plethysmografiekurve 99%. Der nicht invasiv gemessene Blutdruck liegt bei 96/52 mmHg.

► **Tab. 2** Mechanische Intubationshindernisse und Lösungsstrategien.

Zugrunde liegende Pathologie	Lösungsstrategie
Obstinate Anwendung des Krikoiddrucks (bereits seit 2015 nicht mehr empfohlen)	Aufhebung des Krikoiddrucks; im Intervall Fortbildung des Anwenders anstreben
HWS-Immobilisation	Öffnen der Halskrause, manuelle Inline-Stabilisierung
HWS-Beweglichkeit hochgradig eingeschränkt <ul style="list-style-type: none"> ▪ Morbus Bechterew ▪ langstreckige Spondylodese 	Intubation mit flexiblem Endoskop bei normaler Mundöffnung ggf. Anwendung eines Videolaryngoskops möglich
Mundöffnung hochgradig eingeschränkt <ul style="list-style-type: none"> ▪ schmerzbedingt bei Frakturen ▪ mechanisch bei Abszessen/Tumoren 	Bei schmerzbedingt eingeschränkter Mundöffnung ist diese unter Narkose meist normal. Liegt dieser ein Abszess oder Tumor zugrunde, sollte die Atemwegssicherung mithilfe eines flexiblen Endoskops erfolgen. Eine primäre Tracheotomie in Lokalanästhesie kann ebenfalls erwogen werden.
Makroglossie <ul style="list-style-type: none"> ▪ Down-Syndrom ▪ angioneurotisches Ödem ▪ überblockter Larynxtraktus 	primär Atemwegssicherung mit flexiblem Endoskop Je nach Ausprägung der Makroglossie und Erfahrung des Anwenders kann auch eine Videolaryngoskopie mit einem hyperangulierten Spatel flacher Bauart erwogen werden.

PRAXISTIPP

Bei irreversiblen mechanischen Intubationshindernissen ist zunächst prinzipiell eine Intubation unter erhaltener Spontanatmung vorzunehmen (Wachintubation). Goldstandard ist die Verwendung eines flexiblen Intubationsendoskops. Nach individueller Einschätzung der Situation und in Abhängigkeit der Erfahrung des Anwenders kann im Einzelfall auch die Anwendung eines Videolaryngoskops mit einem hyperangulierten Spatel flacher Bauart sowohl unter erhaltener Spontanatmung als auch unter den Bedingungen einer RSI erwogen werden. Generell ist vor Beginn der Maßnahme im Team der „Plan B“ zu besprechen und das hierfür benötigte Material bereitzustellen. Typischerweise ist Plan B bei diesen Patienten der chirurgische Zugang zu den Atemwegen.

Relaxieren: ja, nein oder kommt darauf an?

Wie eingangs erwähnt, folgt die Einleitung einer Notfallnarkose in der Notaufnahme typischerweise den Regeln einer RSI. Diese beinhaltet das Verabreichen eines Muskelrelaxans mit kurzer Anschlagzeit (Succinylcholin oder Rocuronium) und in adäquater Dosierung (4-fache ED₉₅ bei Rocuronium, entsprechend 1,2 mg/kg bzw. 4- bis 6-fache ED₉₅ bei Succinylcholin, entsprechend 1,0–1,5 mg/kg) sehr rasch nach Gabe des Hypnotikums.

Als Begründung für den gänzlichen Verzicht auf ein Muskelrelaxans oder dessen Verabreichung in einer subtherapeutischen Dosis wird häufig angeführt, man könne im Fall der schwierigen Maskenbeatmung oder der gescheiterten Intubation den Patienten wieder wachwerden lassen bzw. in eine Spontanatmung über-

führen. Folgende Argumente stehen diesem Vorgehen entgegen:

- Um ohne ein Muskelrelaxans akzeptable Intubationsbedingungen zu schaffen, bedarf es der Verabreichung sehr hoher Dosen an Hypnotika und Opioiden, die insbesondere bei Notfallpatienten erhebliche Nebenwirkungen hervorrufen (z. B. Hypotension, Herz-Kreislauf-Stillstand).
- Derart hohe Dosierungen führen im Fall einer „cannot intubate, cannot oxygenate“-Situation in der Regel zu einer Hypoxie, bevor es zum Wiedereinsetzen der Spontanatmung gekommen ist. Ist der Patient erst einmal hypoxisch, ist ein Einsetzen der Spontanatmung ohnehin nicht mehr zu erwarten.
- Werden Opioiden und Hypnotika in einer zu geringen Menge verabreicht, so führt der Verzicht auf ein Muskelrelaxans zu schlechten Intubationsbedingungen durch Würgen, Husten, Pressen oder aktives Erbrechen des Patienten.

Auch wenn die Reversierung von Rocuronium mithilfe des Antagonisten Sugammadex möglich ist, benötigt diese in einer kritischen Situation (zu viel) Zeit und setzt zudem voraus, dass Sugammadex in ausreichender Dosierung (16 mg/kg) vorhanden ist und dann auch griffbereit vorliegen muss. Alleine das Aufziehen von 6–8 Ampullen Sugammadex nimmt eine im Notfall zumeist inakzeptabel lange Zeit in Anspruch.

Merke

Es gibt keine einzige wissenschaftliche Arbeit, die zeigen konnte, dass die Gabe eines Muskelrelaxans zur Narkoseeinleitung die Maskenbeatmung und/oder die Intubation erschwert. Ganz im Gegenteil: Bei den meisten Patienten ging es sogar wesentlich einfacher!

Die Anwendung eines schnellwirksamen Muskelrelaxans zur Notfallnarkose bei Notfallpatienten stellt daher eine Routinemaßnahme dar. Ein abweichendes Vorgehen kann im Einzelfall indiziert sein, muss jedoch einer kritischen Post-hoc-Betrachtung standhalten können.

Nebenwirkungen der Beatmung

Unter physiologischen Bedingungen, also der ungestörten Spontanatmung eines Menschen, ist der intrathorakale Druck stets negativ bzw. beträgt maximal null. Die im Rahmen einer Notfallnarkose zwingend erforderliche mechanische Beatmung führt jedoch zu einer Umkehr der intrathorakalen Druckverhältnisse. Der intrathorakale Druck ist unter mechanischer Beatmung nun stets positiv und fällt im Idealfall höchstens bis auf null ab, sofern der positive endexpiratorische Druck (PEEP) ebenfalls auf null gesetzt wird und keine Strömungswiderstände zur Ausbildung eines Auto-PEEP beitragen.

Der positive intrathorakale Druck hat bei bestimmten Krankheitsbildern weitgehende Implikationen:

- **Pneumothorax:** Die Überdruckbeatmung kann einen klinisch initial blanden Pneumothorax innerhalb von sehr kurzer Zeit in einen lebensbedrohlichen Spannungspneumothorax verwandeln. Insbesondere bei Traumpatienten, die sich nach Intubation rasch respiratorisch und hämodynamisch verschlechtern, muss an einen Spannungspneumothorax gedacht werden.
 - **Hypovolämie:** Der im Thorax herrschende Druck wirkt auf das Niederdrucksystem und führt insbesondere bei einer vorliegenden Hypovolämie zu einer weiteren Abnahme des venösen Rückstroms zum Herz und perpetuiert eine Hypotension.
 - **Rechtsherzbelastung:** Durch die alveoläre Dehnung unter mechanischer Beatmung kommt es zu einer Gefäßkompression im Kapillarbett und somit zu einer Erhöhung des pulmonalvaskulären Widerstands und der rechtsventrikulären Nachlast. Es besteht die Gefahr eines akuten Rechtsherzversagens, das zusätzlich noch über eine Vorlastsenkung aggraviert werden kann. Bei Krankheitsbildern, die mit einer akuten Rechtsherzbelastung einhergehen (z. B. Lungenarterienembolie) sollte die Indikation zur Notfallnarkose mit Überdruckbeatmung sehr sorgfältig gestellt werden.
- **Druckkontrollierte Beatmung (Pressure-controlled Ventilation, **PCV**):** Während der Dauer der Inspiration wird durch das Gerät ein vom Anwender definierter Druck aufgebaut. Das Atemzugvolumen ist hierbei im Wesentlichen abhängig von der eingestellten Atemfrequenz und der pulmonalen Compliance. Ändert sich die pulmonale Compliance, z. B. Lagerungsmanöver oder Manipulationen am Patienten, so ändert sich gleichermaßen auch das Atemzugvolumen.
 - Um diese Schwankungen zu minimieren, erlauben manche Beatmungsgeräte die zusätzliche Einstellung einer Volumengarantie (**PCV-VG**). Die Beatmung erfolgt weiterhin druckkontrolliert, jedoch wird der Gasflow so adaptiert, dass ein definiertes Hubvolumen erreicht wird.
 - **Volumenkontrollierte Beatmung (Volume-controlled Ventilation, **VCV**):** Während der Inspirationsdauer – definiert über Atemfrequenz und Atemzeitverhältnis – wird mit konstantem Flow ein vordefiniertes Hubvolumen verabreicht. Um eine Überblähung der Lunge zu verhindern, z. B. deswegen, weil an einem Beatmungsgerät im VCV-Modus bei einem Säugling ein Atemzugvolumen von 500 ml eingestellt wurde, ist es essenziell, ein oberes Drucklimit

FALLBEISPIEL 3

Eine 58-jährige Patientin (165 cm, 70 kg) wird am 7. Tag nach Sigmaresektion vom Rettungsdienst in die Notaufnahme eingeliefert. Sie ist verwirrt, tachykard (HF 113/min), hypoton (96/51 mmHg) und tachypnoeisch (Atemfrequenz 25/min). In der abdominalen Computertomografie zeigt sich freie Luft, sodass die Indikation zur Laparotomie gestellt wird. Aufgrund der drohenden respiratorischen Erschöpfung entschließt sich der diensthabende Arzt – unabhängig der noch ausstehenden Laborergebnisse – zur Narkoseeinleitung und kontrollierten Beatmung in der Notaufnahme. Nach Etablierung einer arteriellen Blutdruckmessung leitet er die Narkose mit 25 mg S-Ketamin, 10 mg Midazolam und 100 mg Succinylcholin ein. Zusätzlich verabreicht er 10 µg Noradrenalin, um der zu erwartenden Hypotonie proaktiv entgegenzuwirken. Die Intubation gestaltet sich mithilfe eines Videolaryngoskops und eines Macintosh-ähnlichen Spatels der Größe 3 problemlos. Das erste nach Intubation gemessene etCO₂ beträgt 19 mmHg. Der Arzt wählt einen VCV-Modus mit einer Atemfrequenz von 12/min, einem Atemzugvolumen von 450 ml und einer Druckbegrenzung von 30 mbar und nimmt wenig später eine arterielle Blutgasanalyse (BGA) ab. Bereits nach wenigen Minuten tritt eine zunehmende Hypotonie ein, die sich auch hohen Dosen von kontinuierlich verabreichtem Noradrenalin (0,4 µg/kg/min) gegenüber nahezu refraktär zeigt. In diesem Moment betritt die Pflegekraft mit den Ergebnissen der beiden BGAs – unter Spontanatmung und nach Intubation – den Behandlungsraum (► **Tab. 3**).

Einstellung der Beatmung

Neben der manuellen Beatmung mithilfe eines Beatmungsbeutels, die weitgehend der kardiopulmonalen Reanimation vorbehalten ist, stehen die druck- und die volumenkontrollierte Beatmung zur Verfügung, die vereinfacht folgendermaßen arbeiten:

zu definieren. Sobald dieses erreicht wird, bricht das Gerät den Atemhub ab, auch wenn das definierte Volumen noch nicht vollständig verabreicht wurde.

PRAXISTIPP

In einer Notfallsituation sollten Dinge simpel gehalten werden und möglichst wenig fehleranfällig und überwachungsbedürftig sein. Daher empfehlen die Autoren, in solchen Situationen den VCV-Modus mit einer patienten- und situationsadaptierten Drucklimitierung zu nutzen. Alternativ kann auch ein PCV-Modus mit Volumengarantie verwendet werden. Von der Anwendung eines alleinigen PCV-Modus raten die Autoren ab.

FALLBEISPIEL 3

Fortsetzung

Die vom diensthabenden Arzt gewählte Einstellung von Atemfrequenz und Atemzugvolumen war in der Theorie korrekt und wäre für eine gesunde Patientin auch ausreichend gewesen. In diesem Beispiel handelte es sich jedoch um eine Patientin mit abdomineller Sepsis und einer gemischten metabolischen und Laktatazidose. Diese hatte sie nahezu vollständig respiratorisch kompensiert. Die nach Narkoseeinleitung gewählten – an physiologische Bedingungen adaptierte – Beatmungsparameter führten jedoch rasch zu einer Stoffwechseldekompensation.

Der Arzt erkennt anhand der nach Narkoseeinleitung durchgeführten BGA sofort den bedrohlichen Zustand der Patientin. Er verabreicht 100 mmol Natriumbikarbonat 8,4%, um der metabolischen Azidose entgegenzuwirken. Da bei der Pufferung als Endprodukt Kohlendioxid entsteht, passt er die Beatmungsparameter entsprechend an und verdoppelt die Atemfrequenz auf 24/min. Das etCO_2 pendelt sich bei 30 mmHg ein. Da das hohe Laktat Ausdruck eines anaeroben Stoffwechsels ist, verabreicht der Arzt nach positivem Leg-Raise-Test rasch 1000 ml kristalloide Infusionslösung, um so das Herzzeitvolumen zu steigern.

Durch diese Maßnahmen gelingt es dem Team rasch, die Patientin zu stabilisieren und das Noradrenalin deutlich zu reduzieren. In der nachfolgend abgenommenen BGA zeigt sich nunmehr ein pH von 7,29, ein Laktat von 5,4 mmol/l, ein BE von -10,2 mmol/l sowie ein P_aCO_2 von 32 mmHg.

Nach Laparotomie, Anlage einer Hartmann-Situation sowie eines endständigen Kolostomas wird die Patientin in kardio-pulmonal stabilem Zustand auf die Intensivstation aufgenommen.

PRAXISTIPP

Nach Narkoseeinleitung von tachypnoeischen Patienten sollte das Atemminutenvolumen zunächst so hoch gewählt werden, wie es unter Spontanatmung geschätzt wurde (in diesem Fallbeispiel 3 ca. $25 \times 450 \text{ ml} = 11\text{--}12 \text{ l/min}$). Die Adaptation erfolgt zeitnah anhand einer arteriellen BGA.

► **Tab. 3** Arterielle Blutgasanalysen einer Patientin mit abdomineller Sepsis vor und nach Intubation.

Parameter	Spontanatmung	Nach Intubation
pH	7,31	7,01
P_aO_2 (mmHg)	89	402
P_aCO_2 (mmHg)	16	46
BE (mmol/l)	-16,4	-17,1
Laktat (mmol/l)	8,6	8,9

Atemwegsmanagement

Die Apnoetoleranz eines optimal präoxygenierten, gesunden Erwachsenen beträgt etwa 3–8 Minuten, bevor es zu einem Abfall der Sauerstoffsättigung auf $< 90\%$ kommt. Unter Notfallbedingungen ist diese Zeitspanne zumeist erheblich kürzer, da es sich einerseits oftmals um respiratorisch kompromittierte Patienten handelt und andererseits häufig auch die Präoxygenierung in einem qualitativ schlechteren Ausmaß stattfindet als unter Elektivbedingungen. Die Kombination aus häufig verminderter Apnoetoleranz und einer erhöhten Inzidenz eines schwierigen Atemwegs macht das Atemwegsmanagement in der Notaufnahme zu einer ganz besonderen Herausforderung. Bei der Notfallnarkose kommt daher einer der jeweiligen Situation angepassten und optimierten Vorbereitung und strukturierten Durchführung eine erhebliche Bedeutung zu (► **Tab. 4**).

Präoxygenierung

Durch die Atmung von reinem Sauerstoff oder eines Gasgemisches mit einer möglichst hohen inspiratorischen Sauerstoffkonzentration (F_iO_2) wird Stickstoff aus der Lunge ausgewaschen und die funktionelle Residualkapazität, die beim gesunden Erwachsenen etwa 2500 ml beträgt, umgekehrt mit einer entsprechenden Menge Sauerstoff „befüllt“, die dann für eine apnoeische Diffusionsoxygenierung zur Verfügung steht und die nicht hypoxische Apnoezeit des Patienten verlängert.

Zur Präoxygenierung eines spontanatmenden Patienten können in der Notfallmedizin verschiedene Techniken zur Anwendung gelangen (► **Tab. 5**).

Maskenbeatmung

Aufgrund der oftmals verminderten Apnoetoleranz von Notfallpatienten – häufig in Kombination mit einer verlängerten Anschlagzeit der Induktionsmedikamente aufgrund einer Kreislaufinsuffizienz – ist eine Zwischenbeatmung vor der Intubation häufig unumgänglich. Aufgrund der mutmaßlichen Nicht-Nüchternheit der Patienten sollte diese vorsichtig und möglichst mit einer Druckbegrenzung von 10–15 mbar erfolgen.

Endotracheale Intubation

Insbesondere in der Notfallmedizin kommt dem Intubationserfolg im ersten Versuch eine erhebliche Bedeutung zu („First-pass Success“, FPS). In vielen Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass bereits mit dem zweiten Intubationsversuch die Rate insbesondere schwerwiegender Komplikationen exponentiell ansteigt. Videolaryngoskope zeichnen sich durch eine bessere Visualisierung der Glottisebene aus und sollen daher in der Notfallmedizin bereits primär zum Einsatz kommen.

Merke

„Zur Optimierung der Einstellbarkeit der Stimmbandebene und des FPS soll primär ein Videolaryngoskop mit Macintosh-ähnlichem Spatel zur endotrachealen Intubation eingesetzt werden. Hyperangulierte Spatel können zusätzlich durch den geübten Anwender in besonders schwierigen Situationen verwendet werden“. [6]

Videolaryngoskopie

Im Gegensatz zur konventionellen, direkten Laryngoskopie, bei dem zwischen dem Auge des Intubateurs und der Glottisebene im Optimalfall eine gerade optische und auch anatomische Achse besteht, sitzt bei der indirekten Laryngoskopie das „Auge“ an der Spitze des Spatels und somit in der Nähe der Glottis. Es resultiert eine quantitativ und häufig auch qualitativ bessere Darstellung der laryngealen Strukturen. In Abhängigkeit von der Spatelkrümmung und auch der individuellen Laryngoskopietechnik ist jedoch die anatomische Achse häufig ebenfalls gekrümmt, sodass die Passage des Endotrachealtubus durch die Glottis selbst bei exzellenten indirekten Sichtverhältnissen technisch anspruchsvoll und bisweilen sogar unmöglich sein kann.

Blut, Sekrete und Erbrochenes können die optische Einheit an der Spatelspitze verschmutzen und somit die Darstellung der anatomischen Strukturen auf dem Videomonitor erheblich beeinträchtigen. Ferner können auch direkter Lichteinfall oder Spiegelungen auf der

► **Tab. 4** Vorbereitung und Durchführung einer Notfallnarkose (modifiziert nach [4]).

Aufgabencluster	Einzel Schritte
Teamkommunikation	<ul style="list-style-type: none"> klare Aufgabenverteilung Auswahl der Medikamente „Plan B“ besprechen
Arbeitsbedingungen optimieren	<ul style="list-style-type: none"> ausreichende Beleuchtung Platz schaffen Utensilien in Griffnähe Lagerung des Patienten (Schnüffelposition, falls möglich Oberkörperhochlage)
Parallel:	ausreichendes Personal bereithalten
<ul style="list-style-type: none"> Präoxygenierung 	
<ul style="list-style-type: none"> Vorbereitung der Medikamente 	unmissverständliche Beschriftung
<ul style="list-style-type: none"> Monitoring etablieren 	<ul style="list-style-type: none"> Blutdruckmessung EKG-Monitor Pulsoxymetrie (Sättigungsmodulierten Ton deutlich hörbar einstellen) Kapnografie
<ul style="list-style-type: none"> 2 periphervenöse Zugänge etablieren 	<ul style="list-style-type: none"> bei Punktionsproblemen frühzeitig an intraossären Zugang denken
RSI durchführen	
Narkoseführung und -überwachung	
RSI: rapid sequence induction	

PRAXISTIPP

Während bei der direkten Laryngoskopie eine gute Glottisvisualisierung in der Regel auch eine erfolgreiche tracheale Intubation nach sich zieht, misslingt diese bei der indirekten Laryngoskopie bisweilen trotz exzellenter Darstellung der Glottis. Je stärker der Spatel gekrümmt ist, desto schwieriger ist die eigentliche Intubation. Um bei stark gekrümmten Spateln den Tubus sicher zu platzieren, sollen daher Führungsstäbe verwendet werden, deren Krümmung an die Hyperangulation des Spatels angepasst wurde [7].

Monitoroberfläche die Sicht behindern. Es ist daher insbesondere in der Notfallmedizin essenziell, eine Rückfallebene im Sinne der direkten Laryngoskopie zu haben, ohne hierfür das Laryngoskop wechseln zu müssen [9, 10]. Da nur Spateltypen der Bauart nach Macintosh sowohl die indirekte als auch eine direkte Laryngoskopie erlauben, sollen diese primär zum Einsatz kommen. Die Anwendung hyperangulierter Spatel, mit denen eine direkte Laryngoskopie nicht möglich ist, bleibt daher speziellen Situationen und mit dieser Technik aus

► **Tab. 5** Techniken der Präoxygenierung bei Notfallpatienten und deren Vor- und Nachteile.

Technik	Vor- und Nachteile
dichtsitzende Gesichtsmaske mit Demandventil oder Narkosegerät mit höchstmöglichem O ₂ -Fluss	<ul style="list-style-type: none"> ▪ F_IO₂ nahezu 1,0 ▪ erfordert einen weitgehend kooperativen Patienten ▪ Erfolg der Präoxygenierung kann am Narkosegerät quantifiziert werden (Messung der expiratorischen Sauerstoffkonzentration, Ziel 85–90%)
Sauerstoffmaske mit Reservoirbeutel und hohem Fluss (15 l/min)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ unter optimalen Bedingungen beträgt die F_IO₂ bis zu 0,8 ▪ Effektivität des Verfahrens verhält sich umgekehrt proportional zur Atemfrequenz ▪ auch bei unkooperativen Patienten relativ gut anwendbar
Nicht invasive Beatmung mit Druckunterstützung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ F_IO₂ 1,0 ▪ Kooperation des Patienten unabdingbar ▪ bei Verletzungen/Blutungen im Gesichtsbereich nur eingeschränkt anwendbar
High Flow nasal Cannula	<ul style="list-style-type: none"> ▪ bedingt strikte Nasenatmung des Patienten ▪ hohe inspiratorische Spitzenflüsse bei Tachypnoe können deutlich besser kompensiert werden als bei Verwendung einer Sauerstoffmaske mit Reservoirbeutel
Nasenbrille mit hohem Fluss (15 l/min)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ bedingt strikte Nasenatmung des Patienten ▪ ineffektives Verfahren, insbesondere bei Tachypnoe ▪ Verfahren der letzten Wahl („besser als gar nichts“) ▪ aber Einsatz als Fortsetzung der Oxygenierung unter Apnoe möglich

der klinischen Routine vertrauten Anwendern vorbehalten.

Vorgehen bei misslungener Intubation

Misslingt der erste Intubationsversuch, so kann ein weiterer Intubationsversuch nach Zwischenbeatmung unternommen werden, wenn die Sauerstoffsättigung des Patienten dies zulässt. Ferner sollte – unabhängig von Ausbildungsstand und Fachrichtung – Hilfe hinzugerufen werden. Zwischen beiden Versuchen sollte eine Beatmung über die Maske erfolgen. Entscheidend für die Erfolgsaussicht der erneuten Intubation ist jedoch, dass kritisch hinterfragt wird, warum der erste Versuch nicht erfolgreich war.

Merke
Ohne irgendetwas an der Lagerung des Patienten, dem verwendeten Equipment oder dem Personal modifiziert zu haben, wird auch der zweite Intubationsversuch scheitern!

Spätestens nach dem zweiten erfolglosen Intubationsversuch muss im Team für alle verständlich kommuniziert werden, dass ein potenzieller (Maskenbeatmung möglich) bzw. manifester Notfall (Maskenbeatmung nicht möglich) vorliegt. Im nächsten Schritt erfolgt der Versuch der Atemwegssicherung mit einem SGA der zweiten Generation. Dies kann bei Erwachsenen eine Larynxmaske oder ein Larynx-tubus sein. Im Kindesalter wird hierfür ausschließlich die Verwendung von Larynxmasken empfohlen [11]. Die Einlage einer Magensonde ist obligat. Ein Absaugkatheter ist hierfür

nicht geeignet, da er aufgrund seiner Länge bei Erwachsenen meist nicht bis ins Antrum reicht.

Merke
Der SGA, der in einer Notfallsituation eingesetzt wird, soll derselbe sein, mit dessen Anwendung der Anwender aus dem klinischen Alltag heraus vertraut und routiniert ist.

Vorwärtsstrategie

Misslingen sowohl die endotracheale Intubation wie auch die Einlage eines SGA, so hat erneut eine Kommunikation im Team zu erfolgen, dass es sich um einen akuten (Maskenbeatmung nicht möglich) bzw. subakuten Notfall (Maskenbeatmung möglich) handelt. Im Sinne der Vorwärtsstrategie sollte nun unverzüglich ein chirurgischer Zugang zu den Atemwegen etabliert werden.

Merke
Die Indikationsstellung für einen chirurgischen Atemweg sollte rechtzeitig und möglichst noch unter kontrollierten Bedingungen – vor dem Eintritt einer Hypoxie oder gar Asphyxie – erfolgen.

Chirurgischer Atemweg

Der chirurgische Zugang zu den Atemwegen erfolgt im Notfall typischerweise durch das Lig. cricothyroideum und kann als letzte Möglichkeit in einer „cannot ventilate, cannot oxygenate“-Situation, aber auch primär angewendet werden, beispielsweise bei einer Obstruktion der oberen Atemwege.

Es stehen 3 prinzipielle Techniken zur Koniotomie zur Verfügung:

- **„Catheter-over-Needle Technique“:** Hierbei erfolgt die Kanülierung des Atemwegs analog der Anlage einer Venenverweilkanüle. Auf einem Stahlmandrin ist eine Kanüle mit einem Innendurchmesser zwischen 1,5–6,0 mm aufgezo-gen. Nach erfolgreicher Passage des Lig. cricothyroideum wird der Mandrin entfernt und die Kanüle verbleibt in der Trachea.
- **„Seldinger-Technik“:** Mit einer Kanüle wird durch das Lig. cricothyroideum der Atemweg punktiert, ein Führungsdraht eingelegt, das Gewebe dilatiert und dann eine Trachealkanüle eingebracht.
- **„Chirurgische Technik“:** Nach einer horizontalen, ausreichend langen (5–6 cm) Hautinzision wird das Lig. cricothyroideum digital identifiziert und mithilfe eines spitzen Skalpells durchtrennt. Schild- und Ringknorpel werden nun mittels Spekulum auseinandergedrängt und eine Kanüle oder ein dünner Endotrachealtubus in den Atemweg eingelegt. Im Gegensatz zu den beiden anderen Techniken erfordert die chirurgische Notfallkoniotomie keine speziellen, vorgefertigten Sets, auch wenn diese kommerziell erhältlich sind.

Zur bevorzugten Technik gibt es aufgrund der Tatsache, dass keine randomisierten klinischen Studien existieren, lediglich in den Leitlinien verschiedener Fachgesellschaften konsentier-te Expertenmeinungen. Während die DGAI [2, 6] sowie die American Society of Anesthesiologists (ASA) [12] den chirurgischen und perkutanen Techniken einen identischen Stellenwert einräumen, empfiehlt die britische Difficult Airway Society (DAS) ausschließlich die klassische chirurgische Technik [13]. Letztere wird auch von der Scandinavian Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine (SSAI) für die prähospitalen Notfall-situation empfohlen, es sei denn, der Anwender verfügt über ein „regelmäßiges und intensives Training“ mit Sets zur Notfallkoniotomie [13].

Eine gefürchtete Komplikation bei der Durchführung einer Notfallkoniotomie ist das Versagen der Technik und damit das Unvermögen, zeitgerecht eine adäquate Oxygenierung herzustellen. Dies hätte eine schwere Hypoxie und schlimmstenfalls den Tod des Patienten zur Folge. Grundvoraussetzung für die erfolgreiche Durchführung einer Notfallkoniotomie ist daher ein sicheres Erlernen der jeweiligen Technik und ein regelmäßiges Wiederholungstraining.

Bei der retrospektiven Betrachtung von „cannot intubate, cannot oxygenate“-Situationen wurde die Entscheidung zur Notfallkoniotomie häufig zu spät oder gar nicht getroffen. Die Gründe für die zögerliche Entscheidung liegen oftmals in der klinischen Fehleinschätzung der Situation und der Furcht, mit dieser invasiven Maßnahme mehr Schaden als Nutzen zu verursachen. Eine weitere Erklärung könnte sein, dass ein Verfahren in der Notfallsituation zur Anwendung kommt, mit dem die meisten Anwender keine Erfahrung in der jeweiligen Situation haben.

Häufig bereitet bereits die Identifikation des Lig. cricothyroideum Schwierigkeiten. Die Sonografie stellt eine zuverlässige Methode zur Darstellung des Lig. cricothyroideum dar, muss jedoch, um im Notfall rasch und erfolgreich angewendet werden zu können, unter Routinebedingungen erlernt und trainiert werden [14].

Direkte Oxygenierungsverfahren der „Catheter-over-Needle Technique“ mittels Jetventilation oder die transtracheale Ventilation mithilfe expiratorisch kontrollierter Ejektionsverfahren sollten denjenigen Anwendern vorbehalten bleiben, die über entsprechende Erfahrung mit dem Verfahren verfügen, bieten keinen Aspirationsschutz und beinhalten die Gefahr eines Barotraumas bei Obstruktion der oberen Atemwege, insbesondere bei der klassischen Jetventilation.

Die Notfallkoniotomie stellt stets eine temporäre Notfallmaßnahme dar und soll zeitnah durch eine endotracheale Intubation oder aber eine Tracheotomie ersetzt werden, um Komplikationen wie subglottische Stenosen durch Druckschädigung des Ringknorpels zu vermeiden.

Maßnahmen nach erfolgter Atemwegssicherung

Die Verifikation der korrekten trachealen Lage eines Endotrachealtubus oder einer Kanüle muss stets durch eine Kapnografie erfolgen. Diese soll bereits vor Narkoseeinleitung betriebsbereit sein, sodass sie bei der ersten Expiration zur Verfügung steht. Eine anschließende Auskultation der Lunge dient primär dem Ausschluss einer endobronchialen, also einseitigen Intubation, nicht jedoch dazu, um eine ösophageale Tubuslage zu erkennen. Schließlich kommt der sicheren Fixierung von Tubus bzw. Kanüle gerade in der Notaufnahme (z. B. Umlagerungen der Patienten, Transport zur Bildgebung) eine erhebliche Bedeutung zu.

KERNAUSSAGEN

- Die Einleitung bzw. auch Durchführung (=z. B. Übernahme eines narkotisierten/beatmeten Patienten vom Rettungsdienst) einer Notfallnarkose und Atemwegssicherung in der Notaufnahme erfordert eine Weiterbildung und Qualifikation. Maßnahmen sollten dem anästhesiologischen Facharztstandard entsprechen.
- Da Patienten in der Notaufnahme prinzipiell zunächst als nicht nüchtern anzusehen sind, folgt die Narkoseeinleitung dem Prinzip der „Rapid Sequence Induction“.
- Die Technik der ersten Wahl zur Atemwegssicherung ist die endotracheale Intubation.
- Im Rahmen der Intubation soll die Laryngoskopie primär mithilfe eines Videolaryngoskops mit Macintosh-ähnlichem Spatel erfolgen, um einen größtmöglichen Intubationserfolg beim ersten Versuch zu erzielen.
- Bereits nach dem ersten misslungenen Intubationsversuch soll Hilfe angefordert werden.
- Nach maximal 2 Intubationsversuchen soll ein supraglottischer Atemweg (Larynxmaske oder Larynx-tubus) der zweiten Generation, also mit der Möglichkeit der gastrischen Drainage, verwendet werden.
- Eine „cannot intubate, cannot oxygenate“-Situation sollte rechtzeitig erkannt, im Team kommuniziert und frühzeitig mithilfe der Etablierung eines chirurgischen Atemwegs (Koniotomie) möglichst beseitigt werden.
- Zur Verifizierung der trachealen Lage eines künstlichen Atemwegs ist die Kapnografie obligat und muss unmittelbar zur Verfügung stehen.

Interessenkonflikt

Erklärung zu finanziellen Interessen

Forschungsförderung erhalten: ja, von einer anderen Institution (Pharma- oder Medizintechnikfirma usw.); Honorar/geldwerten Vorteil für Referententätigkeit erhalten: nein
 Bezahlter Berater/interner Schulungsreferent/Gehaltsempfänger: ja, von einer anderen Institution (Pharma- oder Medizintechnikfirma usw.); Patent/Geschäftsanteile/Aktien (Autor/Partner, Ehepartner, Kinder) an im Bereich der Medizin aktiven Firma: nein
 Patent/Geschäftsanteile/Aktien (Autor/Partner, Ehepartner, Kinder) an zu Sponsoren dieser Fortbildung bzw. durch die Fortbildung in ihren Geschäftsinteressen berührten Firma: nein

Erklärung zu nichtfinanziellen Interessen

Christian Byhahn ist Mitglied der Leitlinienkommission der DGAI und an der Erstellung der S1-Leitlinien „Atemwegsmanagement“ sowie „Prähospitales Atemwegsmanagement“ beteiligt.

Autorinnen/Autoren



Christian Byhahn

Prof. Dr. med., 1992–1999 Studium der Humanmedizin an der Goethe-Universität Frankfurt. 2004 Facharzt für Anästhesiologie. Zusatzweiterbildungen Intensivmedizin und Notfallmedizin. 2005 Habilitation. Außerplanmäßige Professur an der Goethe-Universität Frankfurt (2010–2015) und der Carl von Ossietzky-Universität Oldenburg (seit 2015). Seit 2013 Chefarzt der Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin, Notfallmedizin und Schmerztherapie am Evangelischen Krankenhaus Oldenburg.



Martin Bergold

Dr. med., 1999–2007 Studium der Humanmedizin an der Goethe-Universität Frankfurt. 2013 Facharzt für Anästhesiologie. Zusatzweiterbildungen Intensivmedizin und Notfallmedizin. 2016–2018 Studium zum Master of Medical Education. Seit 2016 Leitender Oberarzt der Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin, Notfallmedizin und Schmerztherapie am Evangelischen Krankenhaus Oldenburg.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. med. Christian Byhahn

Universitätsmedizin Oldenburg
 Klinik für Anästhesiologie
 Intensivmedizin
 Notfallmedizin und Schmerztherapie -
 Steinweg 13–17
 26122 Oldenburg
 Deutschland
 E-Mail: christian.byhahn@uni-oldenburg.de

Literatur

- Adnet F, Jouriles NJ, Toumelin P et al. A survey of out-of-hospital emergency intubations in the French prehospital medical system: a multicenter study. *Ann Emerg Med* 1998; 32: 454–460 doi:10.1016/s0196-0644(98)70175-1
- Timmermann A, Eich C, Russo SG et al. Prehospital airway management: a prospective evaluation of anaesthesia trained emergency physicians. *Resuscitation* 2006; 70: 179–185 doi:10.1016/j.resuscitation.2006.01.010
- Bernhard M, Bax SN, Hartwig T et al. Airway management in the emergency department (The OcEAN-Study) – a prospective, single centre observational cohort study. *Scand J Trauma Resus Emerg Med* 2019; 27: 20 doi:10.1186/s13049-019-0599-1
- Bernhard M, Hossfeld B, Bein B et al. Handlungsempfehlung: Prähospitale Notfallnarkose beim Erwachsenen. *Anaesth Intensivmed* 2015; 56: 307–335
- Piepho T, Cavus E, Noppens R et al. S1-Leitlinie: Atemwegsmanagement. *Anaesthesist* 2015; 64: 859–873

- [6] AWMF. S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung. AWMF Register-Nr. 012/019; 01.07.2016. doi:10.1007/s00068-017-0771-0
- [7] Timmermann A, Böttiger BW, Byhahn C et al. S1-Leitlinie: Prähospitales Atemwegsmanagement. *Anaesth Intensivmed* 2019; 60: 316–336
- [8] Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Berufsverband Deutscher Anästhesisten. Mindestanforderungen an den anästhesiologischen Arbeitsplatz. *Anaesth Intensivmed* 2013; 54: 39–42
- [9] Cavus E, Callies A, Doerges V et al. The C-MAC videolaryngoscope for prehospital emergency intubation: a prospective, multicentre, observational study. *Emerg Med J* 2011; 28: 650–653 doi:10.1136/emj.2010.098707
- [10] Knapp J, Eberle B, Bernhard M et al. Analysis of tracheal intubation in out-of-hospital helicopter emergency medicine recorded by video laryngoscopy. *Scand J Trauma Resus Emerg Med* 2021; 29: 49 doi:10.1186/s13049-021-00863-9
- [11] Keil J, Jung P, Schiele A et al. Interdisziplinär konsentrierte Stellungnahme zum Atemwegsmanagement mit supraglottischen Atemwegshilfen in der Kindernotfallmedizin. Larynxmaske ist State-of-the-art. *Anaesthesist* 2016; 65: 57–66 doi:10.1007/s00101-015-0107-6
- [12] Apfelbaum JL, Hagberg CA, Caplan RA et al. Practice guidelines for management of the difficult airway: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology* 2013; 118: 251–270 doi:10.1097/ALN.0b013e31827773b2
- [13] Rehn M, Hyldmo PK, Magnusson V et al. Scandinavian SSAI clinical practice guideline on pre-hospital airway management. *Acta Anaesthesiol Scand* 2016; 60: 852–864 doi:10.1111/aas.12746
- [14] Kristensen MS, Teoh WH, Rudolph SS et al. Structured approach to ultrasound-guided identification of the cricothyroid membrane: a randomized comparison with the palpation method in the morbidly obese. *Br J Anaesth* 2015; 114: 1003–1004 doi:10.1093/bja/aev123
- [15] Nightingale CE, Margaron MP, Shearer E et al. Peri-operative management of the obese surgical patient 2015. *Anaesthesia* 2015; 70: 859–876 doi:10.1111/anae.13101
- [16] Frerk C, Mitchell VS, McNarry AF et al. Difficult Airway Society intubation guidelines working group. Difficult Airway Society 2015 guidelines for management of unanticipated difficult intubation in adults. *Br J Anaesth* 2015; 115: 827–848

Bibliografie

Notaufnahme up2date 2022; 4: 81–97

DOI 10.1055/a-1417-7216

ISSN 2628-7595

© 2022. Thieme. All rights reserved.

Georg Thieme Verlag KG Rüdigerstraße 14,
70469 Stuttgart, Germany

Punkte sammeln auf CME.thieme.de



Diese Fortbildungseinheit ist in der Regel 12 Monate online für die Teilnahme verfügbar. Unter <https://eref.thieme.de/CXGVR32> oder über den QR-Code kommen Sie direkt zur Startseite des Wissenstests und zum Artikel. Sie finden dort auch den genauen Einsendeschluss. Sollten Sie Fragen zur Online-Teilnahme haben, finden Sie unter <https://cme.thieme.de/hilfe> eine ausführliche Anleitung.

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg beim Beantworten der Fragen!

VNR 2760512022161724564



Frage 1

Welche Aussage zur Durchführung einer Notfallnarkose in der Notaufnahme trifft zu?

- A Die Inzidenz des schwierigen Atemwegs entspricht in etwa der im OP.
- B Das geplante Vorgehen soll im Vorfeld innerhalb des Teams kommuniziert werden.
- C Zur Assistenz muss eine Pflegefachkraft zur Verfügung stehen.
- D Es gelten dieselben apparativen Standards wie im Rettungsdienst.
- E Da Notfallpatienten als nicht nüchtern zu betrachten sind, soll die Intubation möglichst bei erhaltenen Schutzreflexen durchgeführt werden.

Frage 2

Welche der folgenden Gerätschaften muss sich *nicht* unmittelbar an dem Arbeitsplatz in der Notaufnahme befinden, an dem eine Notfallnarkose durchgeführt wird?

- A Pulsoxymeter.
- B EKG-Monitor.
- C Kapnometrie/-grafie.
- D Defibrillator.
- E Blutdruckmessung.

Frage 3

Bei einer Notfallnarkose in der Notaufnahme sollte der Atemweg gesichert werden mit...

- A einer Larynxmaske.
- B einem Larynxintubus.
- C einem Videolaryngoskop.
- D einer Trachealkanüle nach Adolphs-Frenulum.
- E einem Endotrachealtubus.

Frage 4

Welche Pathologie stellt *kein* mechanisches Intubationshindernis dar?

- A Starke Blutung im Mund-Rachen-Raum.
- B Makroglossie.
- C Hochgradig eingeschränkte Mundöffnung.
- D Tumor im Mund-Rachen-Raum.
- E Spondylitis ankylosans.

Frage 5

Welche Aussage zum Thema Muskelrelaxanzien trifft zu?

- A Im Rahmen einer Rapid Sequence Induction (RSI) müssen Muskelrelaxanzien mit doppelter ED₉₅ verabreicht werden.
- B Durch den Verzicht auf Muskelrelaxanzien zur Narkoseeinleitung bleibt die Spontanatmung des Patienten erhalten.
- C Geeignete Muskelrelaxanzien zur RSI sind Succinylcholin oder Rocuronium.
- D Succinylcholin kann mit Sugammadex antagonisiert werden.
- E Eine häufige Nebenwirkung von Rocuronium ist eine Verlängerung des QT-Intervalls.

Frage 6

Welche Aussage zur mechanischen Beatmung trifft *nicht* zu?

- A Der intrathorakale Druck während der Expiration ist positiv.
- B Ein okkulter Pneumothorax kann rasch in einen Spannungspneumothorax überführt werden.
- C Durch die Anwendung von positivem endexpiratorischem Druck (PEEP) wird das Herzzeitvolumen gesteigert.
- D Insbesondere bei Hypovolämie kann es zu einer Vorlastsenkung kommen.
- E Der pulmonale Gefäßwiderstand steigt.

Punkte sammeln auf CME.thieme.de

Fortsetzung ...

Frage 7

Welche Aussage zur endotrachealen Intubation von Notfallpatienten trifft zu?

- A Es soll primär ein Videolaryngoskop mit Macintosh-ähnlichem Spatel verwendet werden.
- B Hyperangulierte Spatel erleichtern die Platzierung des Endotrachealtubus.
- C Das niedrige Profil des Pinkelsteyn-Spatels ist insbesondere bei geringer Mundöffnung von Vorteil.
- D Die Präoxygenierung kann über eine Larynxmaske erfolgen.
- E Um die vagale Antwort auf die Laryngoskopie zu dämpfen, sollten zur Einleitung 0,5–1,0 mg Atropin verabreicht werden.

Frage 8

Welche Aussage zu supraglottischen Atemwegen trifft zu?

- A Bei Kindern soll bevorzugt der Larynxtubus angewendet werden.
- B Bei Erwachsenen bietet der Larynxtubus einen besseren Aspirationsschutz als die Larynxmaske.
- C Es soll ein Zweitgenerationsdevice zur Anwendung kommen und obligat eine Magensonde eingelegt werden.
- D Hilfsweise kann zur gastralen Drainage auch ein Absaugkatheter verwendet werden.
- E Eine Zungenschwellung ist eine typische Komplikation bei Überblockung der Larynxmaske.

Frage 9

Welche Aussage zum chirurgischen Atemweg trifft zu?

- A Es gibt 3 unterschiedliche Techniken zur Tracheotomie.
- B Der Zugang erfolgt zwischen der 1. und 2. Trachealspange.
- C Der Zugang erfolgt subkrikoidal.
- D Der Zugang erfolgt durch das Lig. cricothyroideum.
- E Eine Koniotomie ist auch der Atemwegszugang der Wahl bei langzeitbeatmeten Patienten.

Frage 10

Welche Aussage zur Kapnografie trifft zu?

- A Sie sollte bei jeder Notfallnarkose zum Einsatz kommen.
- B Das modifizierte Nebenstromverfahren nach Babbelsaggrauscher liefert die verlässlichsten Werte.
- C Dreidimensionale Messverfahren erlauben auch die Durchführung des 13C-Atemtests.
- D Bei einer Ketoazidose ist der gemessene Wert oftmals falsch zu hoch.
- E Mit der Kapnografie kann eine ösophageale Fehlintubation detektiert werden.