

Der Patient mit Thoraxtrauma: anästhesiologisches Management

Alf Kozyan, Astrid Bergmann, Thomas Hachenberg, Thomas Schilling



► **Abb. 1** Quelle: KH Krauskopf.

In der anästhesiologischen Praxis ist das Thoraxtrauma eine große Herausforderung. Verletzungen von Atemwegen, Lunge, Zwerchfell, Herz und großen thorakalen Gefäßen sind die vorherrschenden Probleme. Art und Ausmaß des chirurgischen Eingriffs sowie Wirkungen von Anästhetika und mechanischer Ventilation auf die pulmonale und kardiale Funktion sind besonders zu beachten.

Einführung

Epidemiologie

Das thorakale Trauma ist die Ursache für etwa 25% aller tödlichen Verletzungen überhaupt und damit eine der führenden Todesursachen in den ersten 3 Lebensjahrzehnten [1–3]. Darüber hinaus sind Verletzungen des Thorax für mehr als 50% der Todesfälle bei Kindern verantwortlich und bilden die dritthäufigste Todesursache nach Tumoren und Atherosklerose in allen Altersgruppen [4]. Die Mortalität von Thoraxverletzungen liegt bei etwa 10% [2]. Das stumpfe Thoraxtrauma hat einen Anteil von 96,3%, während penetrierende Verletzungen lediglich 3,7% der Fälle ausmachen. Die Ursachen nach Häufigkeit sind Verkehrsunfälle (70%), Suizide (10%), Stürze (8%), Tötungsdelikte (7%) und weitere (5%).

Morbidität und Mortalität

Das peri- und intraoperative Management von Patienten mit Thoraxverletzungen stellt eine schwierige Aufgabe für jeden Anästhesisten dar. Die häufigsten Ursachen der perioperativen Morbidität und Mortalität umfassen Atemwegsobstruktionen, Atemstillstand und oft nur schwer beherrschbare Blutungen. Meist sind die Betroffenen kardiopulmonal instabil und haben komplexe, lebensbedrohliche Verletzungen. Aus diesem Grund erfolgen die Evaluation, Therapie und ggf. Reanimation unter erheblichem Zeitdruck. In enger Kooperation der Fachgebiete müssen zudem abdominale oder neurologische Verletzungen mit gleicher Dringlichkeit oder sogar höherer Priorität versorgt werden.

Pathophysiologie

Der knöcherne Thorax schützt lebenswichtige Organe wie Herz, Lunge, große herznahe Gefäße und die Atemwege. Um diese Strukturen zu schädigen, ist in der Regel eine erhebliche Krafteinwirkung erforderlich. Thoraxverletzungen können zu tödlichen Blutungen führen, und Luft oder Blut im Pleuraspalt oder im Perikard können eine akute kardiovaskuläre Insuffizienz hervorrufen.

Die Perforation des Brustkorbs stellt häufig eine singuläre Verletzung dar, hingegen ist ein signifikantes stumpfes Trauma nahezu immer mit weiteren Verletzungen assoziiert. Stumpfe und perforierende Mechanismen münden jedoch in einen gemeinsamen Weg von inadäquater Versorgung der peripheren Gewebe mit Sauerstoff und konsekutivem metabolischem Versagen. Massive Lungen- oder Herzverletzungen sind selten, führen jedoch in der Regel unweigerlich zum Tod. Verletzungen geringerer Ausdehnung resultieren häufig in der Beeinträchtigung lebenswichtiger Organfunktion, ermöglichen aber aufgrund der funktionellen Reserve der Organe die Diagnose und Therapie.

Verletzungen wie der Pneumothorax oder die Herzbeutelamponade kombinieren die Effekte einer direkten Herz- oder Lungenverletzung, wodurch die Organfunktionen zusätzlich kompromittiert werden. Hämorrhagien, Anschwellen geschädigter Gewebe durch Flüssigkeitseinlagerung oder neurogener Schock durch Verletzungen des Rückenmarks können zusätzlich zur Sauerstoffunterversorgung der Gewebe beitragen. So wirkt sich beispielsweise ein Pneumothorax nicht nur auf den Gasaustausch aus, sondern kann den venösen Rückfluss zum Herzen erheblich beeinträchtigen. Zusätzlich zur gestörten Herzfunktion vermindert eine Herzbeutelamponade ebenfalls den venösen Rückfluss. Die direkte Verletzung des Brustkorbs oder des Zwerchfells sowie Schmerzen beeinträchtigen sowohl die Atemmechanik als auch den Gasaustausch.

Aufgabenstellung

Das perioperative Management erfordert Antizipation, Früherkennung, temporäre Unterstützung und die konservative oder chirurgische Versorgung von Thoraxverletzungen.

Kategorien des Thoraxtraumas

Das Thoraxtrauma kann anhand der verletzten Strukturen grob in verschiedene Kategorien unterteilt werden. Dabei kann jede Kategorie für sich oder auch in Kombination mit weiteren Verletzungen auftreten, die jeweils unterschiedliche anästhesiologische Implikationen bedingen:

- Tracheobronchialverletzungen, Larynxverletzungen
- Rippenfrakturen, Rippenserienfrakturen (instabiler Thorax)

- Lungenkontusion, Pneumothorax, Hämothorax
- Mediastinalverbreiterung
- Aortenruptur
- Herzkontusion, Myokardtrauma, Perikardtamponade
- Zwerchfellruptur
- Ösophagusperforation/-ruptur

Tracheobronchiale Verletzungen

Bei Patienten mit einem stumpfen Thoraxtrauma muss initial nach Verletzungen des Kopfes, des Gesichts, der Halswirbelsäule und Verletzungen der oberen und unteren Atemwege gefahndet werden. Tracheobronchiale Verletzungen sind jedoch mit einer Häufigkeit von 0,8% selten [5]. Die meisten Patienten mit diesem Verletzungsmuster versterben bereits am Unfallort. Bewusstseinsbeeinträchtigung, Atemwegsobstruktion oder die eingeschränkte bzw. insuffiziente oder unmögliche Maskenbeatmung indizieren die sofortige endotracheale Intubation. Hämoptysen und/oder ein subkutanes Emphysem sind Kardinalsymptome und weisen daher auf die Möglichkeit dieser Verletzung hin. Der Pneumothorax und ein mediastinales Emphysem sind radiologische Korrelate intrathorakaler tracheobronchialer Verletzungen [6].

Eine tracheobronchiale Verletzung muss beim Auftreten eines Pneumothorax mit massiver Luftleckage, die nicht durch die Anlage einer Thoraxdrainage evakuiert werden kann, ernsthaft in Betracht gezogen werden. Das Ausmaß des Traumas wird durch eine fiberoptische Bronchoskopie bestätigt. Häufig sind die Kontrolle und Schienung der Atemwege durch eine tracheale Intubation, oft mit einem Doppellumentubus, nötig. Die Platzierung des Endotrachealtubus sollte ebenfalls unter fiberoptischer Kontrolle durchgeführt werden, da somit einerseits die Verletzung akkurat diagnostiziert und dokumentiert werden kann und zudem nicht aggraviert wird [6].

Die zervikale Immobilisierung sowie eine kürzliche Nahrungsaufnahme und das Trauma selbst mit gestörter Magenentleerung machen dabei in der Regel eine „rapid sequence induction“ (Ileuseinleitung) oder eine Wachintubation (direkt laryngoskopisch, fiberoptisch) notwendig.

Die Verletzungen der Hauptbronchien, große Luftleckagen und/oder Hämoptysen können die Anwendung lungenseparierender Techniken (Doppellumentubus oder Bronchusblocker, mit Ein-Lungen-Ventilation) erforderlich machen.

Kehlkopfverletzungen

Stumpfe Kehlkopfverletzungen gehören mit etwa 0,3% [7, 8] ebenfalls zu den seltenen Verletzungsmustern [9, 10]. Klassische Zeichen einer Kehlkopfverletzung sind:

- Heiserkeit
- subkutanes Nackenemphysem
- Hämoptysen

Atemwegs- und insbesondere Kehlkopfverletzungen müssen bereits bei der initialen Präsentation (z. B. im Schockraum) der Patienten ausgeschlossen werden. Selbst bei deren Abwesenheit sind die Inspektion und Untersuchung der oberen Atemwege durch Endoskopie und/oder Computertomografie indiziert, um das Ausmaß des Traumas zu bestimmen und eine Prognose dahingehend zu stellen, mit welcher Wahrscheinlichkeit eine Atemwegsverlegung im weiteren Verlauf eintreten kann [9].

Patienten mit Kehlkopfverletzungen und scheinbar normalen Atemwegsbefunden können innerhalb kürzester Zeit eine lebensbedrohende Obstruktion der oberen Atemwege entwickeln. Eine frühzeitige tracheale Intubation sollte daher beim geringsten Zweifel und in Abhängigkeit vom Laryngoskopiebefund erwogen werden. Weiterhin ist eine frühzeitige Tracheotomie bei allen Patienten mit einem künstlichen Atemweg und bei Atemwegsverletzung in Erwägung zu ziehen [10].

Merke

Atemwegsverletzungen müssen bei der initialen Untersuchung der Patienten diagnostiziert werden. Selbst bei Abwesenheit von Atemwegsverletzungen ist die detaillierte Inspektion der oberen Atemwege Pflicht!

Rippenfraktur

Die häufigste stumpfe Thoraxverletzung, sowohl bei Erwachsenen als auch bei Kindern, ist die Rippenfraktur [5, 11] mit einer Häufigkeit von 67,3% [7]. Oft sind Rippenfrakturen mit weiteren Symptomen bzw. Verletzungen wie Thoraxinstabilität, Lungenkontusion und Pneumothorax assoziiert. Ausgeprägte Schmerzen können dabei zu einer Schonatmung führen und resultieren sekundär in Atelektasenbildung und Sekretretention [12]. Somit ist das Schmerzmanagement von herausragender perioperativer Bedeutung [13].

Beim wachen Patienten kann eine Rippenfraktur klinisch leicht erkannt werden. Die präoperative Thoraxröntgenaufnahme dient jedoch nicht nur zum Nachweis der Fraktur, sondern vor allem zur Detektion assoziierter Verletzungen wie Pneumothorax, Hämothorax oder Lungenkontusion, da diese wahrscheinlich bevorzugt therapiert werden müssen.

Die größte intraoperative Gefahr (neben dem Blutungsrisiko) liegt in der Verletzung der Pleura durch Knochenfragmente, die beim Übergang von Spontanatmung zur maschinellen Überdruckbeatmung zur Ausbildung eines Spannungspneumothorax führen können. Daher ist die Anlage einer Thoraxdrainage vor der Einleitung einer Allgemeinanästhesie indiziert.

Merke

Das größte intraoperative Risiko liegt in der Ausbildung eines Spannungspneumothorax bei Übergang zur maschinellen Ventilation. Die Anlage einer Thoraxdrainage ist bereits vor Einleitung einer Allgemeinanästhesie indiziert.

Thoraxinstabilität

Ein instabiler Thorax tritt dann auf, wenn mehrere benachbarte Rippen (im Sinne einer Rippenserienfraktur) betroffen sind und dadurch ein frei bewegliches Segment der Thoraxwand entsteht. Unter Spontanatmung bewegt sich das Segment während der Inspiration paradoxerweise in die entgegengesetzte Richtung (zur unverletzten Thoraxwand). Ein instabiler Thorax ist somit eine rein klinische Diagnose, die nur während der Spontanatmung gestellt werden kann und 23,1% der Patienten mit stumpfen Thoraxtraumata betrifft [7]. Aufgrund der großen Elastizität der Rippen im Kindesalter ist die Inzidenz bei pädiatrischen Patienten deutlich geringer [11].

Ein instabiler Thorax ist nahezu immer mit einer Kontusion der angrenzenden Lungenstrukturen assoziiert. Schonatmung und angrenzende Lungenkontusion führen zu einer erhöhten Atemanstrengung und -arbeit, zum Ansteigen des intrapulmonalen Shuntvolumens und einer konsekutiven Hypoxie. Das anästhesiologische Management umfasst in erster Linie die Schmerzkontrolle und die intermittierende Überdruckbeatmung [14].

Die Kriterien zur endotrachealen Intubation und mechanischen Ventilation sind [15]:

- $\text{paO}_2 < 70 \text{ mmHg}$ unter Sauerstoffapplikation über eine Gesichtsmaske (Reservoir)
- $\text{paCO}_2 > 50 \text{ mmHg}$
- Atemfrequenz $> 35/\text{min}$
- Vitalkapazität $< 15 \text{ ml/kg}$
- negative Inspirationskraft $< 20 \text{ cmH}_2\text{O}$

Merke

Thoraxinstabilität und angrenzende Lungenkontusion bilden eine pathophysiologische Entität. Schonatmung und erhöhte Atemanstrengung können direkt in eine schwere Hypoxie münden. Schmerzkontrolle und Überdruckbeatmung sind die Therapie der Wahl.

Pulmonale Kontusion

Die Folgen einer Lungenkontusion manifestieren sich häufig als Hypoxämie. Die Häufigkeit bei erwachsenen Patienten in der Notfallchirurgie liegt bei 65% [7]. Die Therapie besteht daher in der Sauerstoffsufflation, in der Applikation eines positiven Atemwegsdrucks, entweder mithilfe einer CPAP-Maske oder durch Intubation und mechanischer Ventilation mit PEEP (positiver endexpiratorischer Druck).

Die Lungenkontusion bedingt eine signifikante Störung der Gefäßintegrität bei intraparenchymaler und alveolärer Hämorrhagie mit verringerter pulmonaler Compliance und erhöhter Shuntfraktion [16]. Aufgrund unsicherer klinischer Zeichen wird die Diagnose radiologisch gestellt. Sie präsentiert sich als diffuse, nichtsegmentale Lungenkonsolidierung auf dem anteroposterioren Thoraxröntgenbild.

Eine Hämorrhagie im Tracheobronchialbaum kann bei etwa 10% der Patienten beobachtet werden. Eine wichtige Maßnahme in der Therapie der Blutung ist die wiederholte endotracheale Absaugung über den Trachealtubus. Bei etwa einem Drittel der Patienten mit Atemwegseinblutung sind zusätzlich Lungenseparationsverfahren erforderlich [7]. Alternative Behandlungsoptionen wie Flüssigkeitsrestriktion, Diuretika- und Kortikosteroidapplikation haben keine Vorteile gezeigt [15]. Die PEEP-Beatmung verbessert die Hypoxämie, jedoch nicht die zugrunde liegende Kontusion [16].

Die Therapie von Rippenfrakturen erfordert eine suffiziente Schmerzbehandlung (parenterale Analgetika, intrapleurale Lokalanästhetika, interkostale oder epidurale/paravertebrale Anästhesie). Die betroffene Lunge ist anfällig für die Ausbildung eines Kapillarlecks, demzufolge ist ein dezidiertes Flüssigkeitsmanagement angezeigt [17].

Pneumothorax

Das stumpfe Thoraxtrauma ist immer mit dem Verdacht auf einen Pneumothorax assoziiert. Bei Erwachsenen beträgt die Inzidenz vor Notfallmaßnahmen 30% [7].

Mögliche Ursachen stellen die Alveolarruptur mit perivaskulärer Ausbreitung von Luft bis zum Hilus und die Verbindung der distalen Atemwege zum Pleuraraum dar [18]. Es besteht das Risiko, dass aus einem einfachen Pneumothorax durch die Beatmung ein lebensbedrohlicher Zustand durch einen Spannungspneumothorax entsteht. Der Druckanstieg im Pleuraraum führt einerseits zu Hypoventilation und Hypoxämie, andererseits kann durch das Abknicken der Lungenvenen und der V. cava der venöse Rückstrom bis zum Stillstand vermindert werden, resultierend in einer ausgeprägten arteriellen Hypotension mit Schock. Diese führt unkorrigiert zum Herzstillstand.

Die Diagnose eines Pneumothorax während einer Allgemeinanästhesie ist schwierig. Die kontrollierte mechanische Ventilation sowie der Umgebungslärm erschweren die Diagnostik durch Auskultation [18]. Häufig wird ein Pneumothorax lediglich vermutet, wenn Symptome wie arterielle Hypotonie, erhöhter Atemwegsdruck, Halsveneneinflussstauung und Tracheadeviation auftreten.

Schon bei begründetem Verdacht ist die Anlage einer Thoraxdrainage erforderlich, um eine letale Komplikation zu verhindern. Patienten mit multiplen Rippenfrakturen können einen subklinischen Pneumothorax aufweisen, daher sollte bereits prophylaktisch eine Thoraxdrainage angelegt werden [19]. Ist der Patient klinisch stabil, kann die Diagnose bereits präoperativ durch eine Thoraxröntgenaufnahme gesichert werden.

Merke

Bei jedem stumpfen Thoraxtrauma muss ein Pneumothorax ausgeschlossen werden.

Hämothorax

Die Häufigkeit des Hämothorax bei erwachsenen Traumatikern beträgt 26% [8]. Das Ausmaß der Blutung kann dabei erheblich variieren (minimal vs. massiv). Einer massiven Blutung liegt in der Regel eine Verletzung des Herzens oder der herznahen großen Gefäße zugrunde [19]. Selbst ein Hemithorax kann schon bis zu 30–40% des zirkulierenden Blutvolumens aufnehmen. Eine Milzruptur mit begleitender Zwerchfellverletzung kann ebenfalls Ursache für das Auftreten eines Hämothorax sein [19, 20].

Der massive Hämothorax ist definiert als Ansammlung von > 1500 ml freiem Blut im Pleuraraum und resultiert zwangsläufig in einem hypovolämischen Schock. Die Mediastinalverlagerung führt zur weiteren Herz-Kreislauf-Depression und mündet letztendlich in einem kardiovaskulären Versagen. Die klinische Diagnostik im Operationssaal ist erschwert, Symptome wie fehlende oder abgeschwächte Atemgeräusche sowie die kontralaterale Trachealverlagerung sind stets suspekt. Die Diagnose wird durch eine Röntgenaufnahme mit Verschattung des gesamten Hemithorax bestätigt. Die Anlage einer (großlumigen) Thoraxdrainage ist die Therapie der Wahl [1]. Hiermit sind die Verbesserung der Ventilation und die Kontrolle des thorakalen Blutverlusts möglich. Intraoperativ sind die Anwendung von Lungenisoliationsverfahren und die Ein-Lungen-Ventilation regelhaft indiziert [21].

Mediastinalverbreiterung

Die Verbreiterung des Mediastinums im Röntgenbild nach einem stumpfen Thoraxtrauma ist häufig mit einer thorakalen Aortenverletzung assoziiert. Aufgrund der Artefaktanfälligkeit der Thoraxröntgendiagnostik sollte die Diagnose jedoch, wenn möglich, durch eine computertomografische Untersuchung gesichert werden. Der Verlust der Aortenkontur, die Verlagerung der Speiseröhre nach rechts und eine Mediastinalverbreiterung sind korrespondierende radiologische Zeichen [20, 22].

Thorakale Aortenverletzung

Die Inzidenz der traumatischen Aortenruptur beträgt 4,8% [8]. Etwa 90% dieser Patienten versterben noch an der Unfallstelle. Etwa 10% können nur minimale Symptome aufweisen und erreichen das Krankenhaus lebend, da

die Tunica adventitia der Aorta intakt bleibt [22]. Ein initialer Verdacht muss daher immer computertomografisch (Arteriografie) ausgeschlossen bzw. bestätigt werden. Morbidität und Mortalität der Verletzung sind mit der zeitnahen Diagnosestellung direkt assoziiert.

Die Ruptur erfolgt gewöhnlich am Aortenisthmus, distal des Abgangs der linken A. subclavia. Notfalleingriffe bei unzureichender hämodynamischer Stabilisierung haben eine hohe Mortalität [22].

Intraoperativ ist ein erweitertes hämodynamisches Monitoring zu empfehlen. Dazu gehören:

- invasive arterielle Blutdruckmessung in der rechten A. radialis oder A. brachialis
- zusätzliche invasive arterielle Blutdruckmessung in der A. femoralis
- großlumiger zentralvenöser Zugang
- pulmonalarterieller Katheter
- TEE
- mehrere großlumige peripher-venöse Zugänge
- „Rapid-Infusion“-System
- Infusionswärmegerät

Wird eine Aortenverletzung auch nur vermutet, muss der Blutdruck kontinuierlich überwacht werden. Hypertensive Episoden müssen unbedingt vermieden werden, der mittlere arterielle Druck sollte, bei Bedarf unter Verwendung von Betablockern und Vasodilatoren, zwischen 70 und 80 mmHg [22] gehalten werden.

Zum Zweck der Lungenisolation ist die primäre Intubation mit einem Doppellumentubus ratsam. Besondere Aufmerksamkeit ist der hämodynamischen Stabilisierung zu widmen. Beim (partiellen) Ausklemmen der Aorta können hypertensive Phasen mit Vasodilatoren und/oder Betablockern kontrolliert werden. Hypotone Phasen nach Freigabe der Klemmung werden mit Flüssigkeitssubstitution und Reduktion der Vasodilatoren therapiert.

Strategien für die Vermeidung neurologischer und/oder renaler Komplikationen durch eine prolongierte Ischämie sind [22–24]:

- kurze Abklemmzeiten der Aorta
- passagere Shuntanlage
- Anlage eines atriofemorales Bypasses
- Anlage eines femoralen arteriovenösen Bypasses
- intravenöse Applikation von Mannitol

Merke

Morbidität und Mortalität der thorakalen Aortenverletzung sind direkt mit der zeitgerechten Diagnosestellung assoziiert. Ein initialer Verdacht muss sofort diagnostiziert und adäquat therapiert werden.

Stumpfes Herztrauma

Strukturelle Verletzungen des Herzens durch ein stumpfes Trauma sind selten [19]. Bei Patienten mit einem Thoraxtrauma beträgt die Häufigkeit nur etwa 2,6% [25]. Die führende intraoperative Todesursache bei Erwachsenen mit einer Herzkontusion ist die Hypovolämie und nicht die Herzverletzung selbst [19]. Kinder scheinen eine isolierte Herzkontusion ohne größere Komplikationen zu tolerieren [26].

Ein stumpfes Herztrauma beinhaltet das klinische Spektrum von Störungen der Erregungsleitung/-bildung bis hin zu Herzruptur und Tod. Der rechte Vorhof und der rechte Ventrikel sind aufgrund der anterioren Lage im Thorax die am häufigsten verletzten Strukturen. Der linke Vorhof und der linke Ventrikel sind dagegen besser geschützt. Eine Kammerruptur wird von etwa 40% der Patienten überlebt. Die Mortalität steigt jedoch rapide, wenn mehrere Herzhöhlen betroffen sind. Die Diagnosestellung erfolgt mit Hilfe der Echokardiografie [27].

Herzkontusion

Patienten mit Verdacht auf eine myokardiale Kontusion müssen nicht routinemäßig auf einer Intensivtherapiestation überwacht werden. Sind Elektro- und Echokardiogramm normal und liegen keine weiteren Verletzungen vor, kann der Patient nach 12 Stunden entlassen werden. Junge Patienten haben selbst nach einer Herzkontusion kaum kardiale Komplikationen. Der Stellenwert der diagnostischen Verfahren bleibt dabei umstritten. Das EKG ist unzuverlässig, es sei denn, eine Hebung der ST-Strecke ist sichtbar. Das Auftreten der CK-MB-Isoenzyme kann nicht diagnostisch verwertet werden. Das kardiale Troponin I (spezifisch für einen myokardialen Schaden) wurde bisher nicht adäquat untersucht.

Die Echokardiografie ist bei der Erkennung von Wandbewegungsstörungen und Perikardergüssen wertvoll und kann in Kombination mit Veränderungen der CK-MB-Isoenzyme Komplikationen anzeigen (FEEL-Konzept „Focused Echocardiographic Evaluation in Life Support“, S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung). Die Radionuklidangiografie kann ebenfalls für weitere Komplikationen prädiktiv sein. Die Thalliumsintigrafie kann Bereiche mit verminderter Perfusion detektieren, jedoch eine akute von einer bereits vorhandenen Läsion nicht unterscheiden [28, 29].

Perikardtampnade

Eine Perikardtampnade muss dann vermutet werden, wenn eine bestehende Hypotension durch andere Befunde (Pneumothorax, Hämothorax, abdominelle oder weitere Blutverluste) nicht plausibel erklärbar ist.

Die Ursachen hierfür können eine Herz- oder Aortenruptur sowie eine myokardiale Kontusion ohne Ruptur sein [17, 19, 27]. Die Diagnose wird primär mittels Echokar-

diografie gestellt (E-FAST-Konzept „Extended Focused Assessment with Sonography for Trauma“, FEEL). Die Therapie besteht in der sofortigen Drainage über ein Perikardfenster. Diese kann, echokardiografisch geführt, unter Lokalanästhesie vorgenommen werden. Hämodynamische Veränderungen werden am besten vom spontan atmenden Patienten toleriert.

Merke

Therapierefraktäre Hypotension ohne nachweisbares pathophysiologisches Korrelat (Pneumothorax, Hämothorax, Blutverluste) lässt das Vorhandensein einer Perikardtamponade vermuten.

Zwerchfellruptur

In Folge eines stumpfen Thoraxtraumas beträgt die Inzidenz einer Zwerchfellruptur nach Beobachtungen von Devitt et al. 9,1% [8]. Die Symptome entsprechen denen eines Pneumothorax mit Lungenkompression und Hypoxämie.

Die Zwerchfellruptur ist wahrscheinlich eine direkte Folge eines plötzlichen, massiven Anstiegs des intraabdominellen Druckes. Ist der Zwerchfellriss groß genug, fördert der negative Pleuraldruck während der Spontanatmung die Herniation der Bauchorgane in die Thoraxhöhle mit nachfolgender Kompression der benachbarten Lungenareale, Ausbildung von Atelektasen und zunehmender Atemnot.

Zwerchfellverletzungen sind auf der linken Seite häufiger, da die Leber dem rechten Hemidiaphragma einen gewissen Schutz bietet. Leider ist die körperliche Untersuchung bei der Diagnosestellung nicht sehr hilfreich. Die Thoraxröntgenaufnahme zeigt eine Erhöhung der linken Zwerchfellkuppel und einen bogenförmigen Schatten, der auf ein ungewöhnlich hoch stehendes Diaphragma auf dieser Seite hindeutet. Die Verschiebung des Herzens und der mediastinalen Strukturen auf die dem Defekt gegenüberliegende Seite können ebenfalls auf eine Zwerchfellverletzung hinweisen. Die Diagnose wird bestätigt, wenn die Spitze einer Magensonde radiologisch intrathorakal im Magen [20] nachgewiesen werden kann.

Bei intrathorakaler Herniation abdomineller Strukturen ist das Aspirationsrisiko hoch. Für eine ausreichende Oxygenierung sind Intubation und mechanische Überdruckbeatmung notwendig. Sie schützen die Atemwege und verbessern die Symptomatik.

Merke

Bei einer Zwerchfellruptur sind die sofortige Intubation und Überdruckbeatmung zum Erhalt einer suffizienten Oxygenierung notwendig.

Präoperative Evaluation

Interventionen bei Patienten mit stumpfem Thoraxtrauma werden in der Regel als Notfalleingriffe klassifiziert, da im Allgemeinen zu wenig Zeit zu Verfügung steht, den Patienten vollständig zu evaluieren.

Die Anamnese kann oft nur über Dritte erhoben werden und ist deshalb meist unvollständig oder unbekannt. Nützliche Informationen aus der anästhesiologischen Perspektive beinhalten den Mechanismus der Verletzung, eine kürzlich erfolgte Nahrungsaufnahme, einen möglichen Alkohol- oder Drogenkonsum, die aktuelle Medikation und alle bekannten Begleiterkrankungen (Herz, Kreislauf, Lunge, Stoffwechsel, neurologische Störungen etc.).

Präoperativ sollten eine kurze neurologische Bewertung (Pupillenreaktion, neurologischer Reflexstatus, motorische Reaktionen), die sorgfältige Beurteilung der Atemwege und eine Untersuchung des Thorax erfolgen. Hinweise auf Verletzungen wie Hämothorax, Pneumothorax, Spannungspneumothorax, Rippenfrakturen und Thoraxinstabilität müssen mit hoher Priorität validiert werden.

Atmung

Die sorgfältige klinische Evaluation der Respiration des traumatisierten Patienten muss die Bestimmung der Atemfrequenz, paradoxe Bewegungen der Brustwand und offensichtliche thorakale Wunden umfassen. Die Palpation des Thorax sollte Schmerzen, Krepitation und ein subkutanes Emphysem als wesentliche Hinweise auf die zugrunde liegende Pathogenese nachweisen. Die Auskultation der Lungen kann einen Pneumothorax oder Hämothorax identifizieren, bevor eine radiologische Diagnostik durchgeführt werden kann, sowie zusätzlich die suffiziente Belüftung der Lungen beurteilen. Perkussion, obwohl theoretisch nützlich, kann bei der Diskriminierung zwischen Pneumo- und Hämothorax helfen, ist jedoch in der typischen Schockraumatmosfera praktisch nicht durchführbar.

Kreislauf

Als Folge eines Thoraxtraumas ist die Hypotonie gewöhnlich mit einer Hypovolämie assoziiert und sollte initial aggressiv mit Flüssigkeits- und Volumenersatzmitteln behandelt werden, während weitere mögliche Ursachen (z.B. Pneumothorax, Herzbeutelamponade, Herzkontusion) schnell diagnostiziert bzw. ausgeschlossen werden müssen. Das Vorliegen einer Arrhythmie legt den Verdacht auf ein stumpfes Herztrauma (Kontusion) nahe [29,30]. Arterielle hypertensive Episoden können Blutungen in den Thorax dramatisch verschlechtern und sollten daher umgehend therapiert werden.

Labordiagnostik

Initiale (z. B. in der Notaufnahme) Laboruntersuchungen sollten mindestens das vollständige Blutbild, den Elektrolytstatus, Glukose, Harnstoff, Kreatinin und ggf. eine Urinanalyse umfassen. Die sofortige Bestimmung der Blutgruppe sowie die Bereitstellung von Erythrozytenkonzentraten und Gerinnungspräparaten sind unbedingt zu empfehlen.

Radiologische Diagnostik

Der Kontrolle und Sicherung der Vitalfunktionen sollte unmittelbar eine radiologische Diagnostik angeschlossen werden. Die Methode der Wahl ist, da nahezu ubiquitär verfügbar, eine Spiral-Computertomografie (CT), ggf. unter Einsatz von Kontrastmitteln, bei Verdacht auf eine Gefäßbeteiligung. Dabei lassen sich sämtliche Verletzungen sowohl des knöchernen Thorax, der umgebenden Weichteile als auch der Thoraxorgane sicher detektieren und diskriminieren.

Die CT des Thorax kann zusätzlich Aortenverletzungen und Pneumothoraxbefunde nachweisen, die im einfachen Röntgenbild nicht sicher zu diagnostizieren sind. Die Arteriografie wird zur präzisen Lokalisation vaskulärer Verletzungen eingesetzt [20, 22].

Die Sonografie ist in der Diagnostik der Thoraxorgane ein Standardverfahren. Die Beurteilung des Herzens (Pumpfunktion, Verletzung, Perikardtamponade) ist hiermit sicher möglich. Das Echokardiogramm, entweder transthorakal oder transösophageal, ist bei der Beurteilung des Perikards (Flüssigkeitssaum), der Klappen- und Wandbewegungen des Herzens sowie der Anwesenheit und des Ausmaßes einer möglichen aortalen Verletzung nützlich.

Mithilfe der Ultraschalldiagnostik kann zusätzlich das Vorhandensein eines Pneumo- und/oder Hämorthorax nachgewiesen bzw. ausgeschlossen werden.

Thoraxradiografie

Das Thoraxröntgenbild in 2 Ebenen ist nach wie vor von großer Bedeutung bei der Diagnostik des Thoraxtraumas (falls keine CT-Untersuchung möglich oder verfügbar ist). Nur lebensbedrohliche Situationen sollten diese verzögern [20].

Die systematische Überprüfung der Röntgenaufnahme kann sowohl vermutete als auch unerwartete pathologische Veränderungen nachweisen. Der knöchernen Thorax, einschließlich der Rippen, der Schlüsselbeine, der Schulterblätter und der Wirbelsäule, muss in Bezug auf Frakturen untersucht werden. Die umgebenden Weichteile werden in Hinsicht auf das Vorliegen eines Emphysems, eines Pneumothorax oder einer Verschattung (Hämorthorax) ausgewertet. Die Lungenfelder können Dystelektasen, Atelektasen und eine Konsolidierung aufweisen, die auf

eine Lungenkontusion schließen lassen. Röntgenologische Anomalien des Mediastinums, insbesondere Pneumomediastinum, Verbreiterung oder Verschiebung desselben, lassen auf eine Atemwegsruptur, Aortenverletzung oder einen (Spannungs-)Pneumothorax schließen.

Radiologische Hinweise auf eine Verletzung der thorakalen Aorta können eine Erweiterung des oberen Mediastinums > 8 cm, die Verlagerung der Trachea (Tubus) und des Ösophagus (ggf. der Magensonde) nach rechts, die Verlagerung des linken Hauptbronchus nach kaudal, die Obliteration der Aortenkontur und die Verdichtung des aortopulmonalen Fensters beinhalten.

Letztendlich kann die Beurteilung der Herzsilhouette bei der Diagnose einer stumpfen Myokardverletzung einschließlich des Nachweises einer Perikardtamponade hilfreich sein.

Merke

Die präoperative Evaluation ist trotz des erheblichen Zeitdrucks notwendig, um Umfang und Ausmaß der Verletzung, Risiken und Komplikationen abschätzen und entsprechende therapeutische Interventionen einleiten zu können.

Anästhesiologisches Management

Das anästhesiologische Management umfasst alle Maßnahmen zur Sicherung der Atemwege und der mechanischen Ventilation sowie die Substitution von erheblichen Blutverlusten unter Gewährleistung einer maximalen kardiopulmonalen Stabilität bei kontinuierlicher Überwachung der Vitalfunktionen des Patienten. Die Verwendung von spezifischen Anästhetika für die Induktion und Aufrechterhaltung der Anästhesie ist dabei jedoch weit weniger bedeutsam als die Kenntnis der entsprechenden physiologischen und pharmakologischen Prinzipien bei polytraumatisierten Patienten im Schock.

Monitoring

Monitoringverfahren wie das Elektrokardiogramm (EKG), die nicht invasive Blutdruckmessung, die Erfassung von Temperatur, Atemwegsdrücken, Pulsoxymetrie sowie die endtidale CO₂-Messung entsprechen dem minimalen Standard. Darüber hinaus ist das erweiterte hämodynamische Monitoring mit invasiver arterieller Blutdruckmessung, zentralem Venenkatheter und Blasenkatheterisierung bei kritisch kranken Patienten von entscheidender Bedeutung. Ein permanenter Arterienkatheter ermöglicht, neben der kontinuierlichen Blutdruckmessung, die intermittierende Blutgasanalyse sowie die unkomplizierte Abnahme von Blutproben zur Labordiagnostik.

Weitere Verfahren, wie die Echokardiografie oder die Anlage eines Pulmonalarterienkatheters, dürfen keine Ver-

zögerungen in der Therapie (z. B. Reanimationsmaßnahmen) hervorrufen und sind damit Bestandteile der endgültigen Versorgung.

Thoraxdrainage

Zusätzliche Komplikationen wie der Pneumothorax können sich erst intraoperativ entwickeln und evident werden; deshalb muss die prophylaktische Anlage von Thoraxdrainagen auf der betroffenen Seite (z. B. bei Rippenfrakturen) initial unbedingt berücksichtigt werden. Dieses ermöglicht dem Anästhesisten zusätzlich, einen eventuellen Blutverlust aus dem betroffenen Hemithorax zu überwachen [8].

Atemwege

Das initiale Atemwegs- und respiratorische Management bleibt umstritten. In der Notfallchirurgie weisen bis zu 30% der Patienten mit stumpfem Thoraxtrauma Atemwegsirritationen aufgrund von Unterkiefer- und/oder Oberkieferfrakturen, Verletzungen der Halswirbelsäule und/oder Brust- und Lendenwirbelsäule auf.

Halswirbelsäule

Aufgrund der Dringlichkeit und des Ausmaßes der Verletzungen kann die Halswirbelsäule vor der Operation oft nicht vollständig untersucht werden. Die Häufigkeit von begleitenden Halswirbelsäulenverletzungen liegt bei operativen Patienten bei etwa 12% [8]. Deshalb muss diese bei allen Patienten mit stumpfem Thoraxtrauma so lange vermutet werden, bis das Gegenteil bewiesen ist.

Merke

Die Halswirbelsäule gilt als verletzt, bis das Gegenteil bewiesen ist.

Flüssigkeitsmanagement

Opfer stumpfer Gewalteinwirkung auf den Thorax weisen regelhaft eine Hypovolämie (hypovolämischer Schock, oft hämorrhagisch) auf, wenn sie im Operationssaal eintreffen. Vor der Induktion der Allgemeinanästhesie ist deshalb eine adäquate Volumensubstitution erforderlich. Negativ inotrope Medikamente oder peripher vasodilatierende Pharmaka sollten mit Vorsicht und in reduzierter Dosierung verwendet oder gar vermieden werden.

Zugänge

Die Hauptursache des intraoperativen Todes bei Patienten mit stumpfem Thoraxtrauma bleibt die nicht beherrschbare Blutung [8, 19]. Zwei großlumige, peripher-venöse Zugänge sind als das Minimum im Initialstadium der Therapie anzusehen, da häufig die massive Transfusion von Blutkonserven und Gerinnungspräparaten erforderlich ist. Ein zentralvenöser Zugang ist in der Regel sowohl für die Therapie (Katecholamingabe) als auch die weitere Überwachung erforderlich.

Gerinnung

Das Management der Blutgerinnung konzentriert sich primär auf die Behandlung einer Koagulopathie nach Massivtransfusion sowie die Vermeidung von Hypothermie und Hypokalzämie. Die klinische Diagnose und die Therapie werden durch laborchemische Tests bestätigt und geleitet. Ursächlich sind eine Verdünnung infolge der Volumensubstitution sowie der erhöhte Verbrauch von Thrombozyten und Gerinnungsfaktoren.

Die disseminierte intravaskuläre Gerinnung (DIC) kann in Folge des Schocks auftreten und die Koagulopathie aggravieren, sollte der hämorrhagische Schockzustand persistieren. Nach Austausch des kompletten Blutvolumens kann die Thrombozytenzahl gering genug sein, um eine Koagulopathie allein zu unterhalten. Bei Ersatz des doppelten Blutvolumens werden Gerinnungsfaktoren so weit verdünnt, dass eine Koagulopathie zwangsläufig resultiert. Bei Verlängerung von Prothrombin- und partieller Thromboplastinzeit und Abwesenheit einer DIC ist eine Hypofibrinogenämie wahrscheinlich.

Das Management der Verdünnungskoagulopathie erfordert die Substitution von Thrombozytenkonzentraten und Einzelfaktoren. Die kausale Therapie ist jedoch nur mit der Behandlung der zugrunde liegenden Ursache erfolgreich, der Faktorenersatz bildet passager nur eine wesentliche Komponente [31].

Aktuelle Empfehlungen zum Management von intra- und perioperativen Blutverlusten und von daraus resultierenden Koagulopathien sind in der nationalen S3-Leitlinie „Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung“ (AWMF-Register-Nr. 012/019) sowie in den Empfehlungen der Europäischen Gesellschaft für Anästhesiologie [32] detailliert dargestellt.

Merke

Die Anwendung spezifischer Anästhetika ist weniger bedeutsam als die Kenntnis von physiologischen und pharmakologischen Prinzipien bei polytraumatisierten Patienten. Haupttodesursache nach einem stumpfen Thoraxtrauma ist der massive Blutverlust mit konsekutiver Organischämie.

Hypothermie

Eine Hypothermie ist bei Traumapatienten aufgrund der äußeren Umwelteinflüsse zum Zeitpunkt der Verletzung, der schnellen Infusion kalter Flüssigkeiten und Blut, veränderter Homöostase durch Anästhesie sowie intraoperativer Exposition der abdominalen und thorakalen Organe häufig nicht vermeidbar. Die Körpertemperatur wird durch die Balance von Wärmeverlust und Wärmegewinn bestimmt. Anästhesiologische und chirurgische Maßnahmen können den Wärmeverlust durch Hemmung der wärmeproduzierenden Mechanismen zudem aggravieren.

Die folgenden Mechanismen tragen zum Wärmeverlust in unterschiedlicher Ausprägung bei:

- Radiation (Energieverlust durch Wärmestrahlung, 40–50%)
- Konvektion (Energieverlust über Körperoberfläche durch Luftbewegung, 25–35%)
- Evaporation (Wärmeverlust durch Wasserverdunstung, 10–20%)
- Konduktion (direkter Kontakt mit kalten Objekten, 5–15%)

Die akute körpereigene Reaktion auf einen Kältestimulus ist limitiert. Dazu gehören Verhaltensänderungen zur Wärmekonservierung, oberflächliche Vasokonstriktion, zitternde und nicht zitternde Thermogenese. Die Applikation von Anästhetika forciert den Wärmeverlust durch die Verhinderung der physiologischen Vasokonstriktion, des Kältezitterns und der Verringerung der Thermogenese durch die Unterdrückung von geeigneten Verhaltensreaktionen. Den Hauptfaktor jedoch bilden Strahlungs- und konvektive Wärmeverluste, daher ist die Kontrolle der Raum- und Umgebungstemperatur die effizienteste Art der Erwärmung des Patienten.

Die Atemgaskonditionierung verringert zudem den Wärmeverlust um etwa 10–15%. Die Erwärmung von Blut und intravenösen Volumenersatzmitteln ist bei hohem Volumenumsatz essenziell. Die konduktive Erwärmung durch Bedecken der Oberfläche und Wärmeunterlagen ist weniger effizient, im Kontext des Wärmemanagements jedoch ein wichtiger Faktor [33].

Hypokalzämie

Das Auftreten einer Hypokalzämie ist selten, kann jedoch bei einer Massivtransfusion, anhaltendem hypovolämischen Schock mit unzureichender Perfusion der Leber, Hypothermie und Abklemmen der Pfortader zur Kontrolle der Leberblutung auftreten. Der Verdacht besteht bei Auftreten einer unklaren arteriellen Hypotonie mit verlängertem QT-Intervall im Elektrokardiogramm [7], dieser wird laborchemisch bestätigt.

Ein-Lungen-Ventilation (ELV)

Die folgenden Situationen können die Isolation einer Lunge, eines Lappens oder Segments erforderlich machen [34]:

- Vermeidung der Kontamination der kontralateralen Lunge mit Blut oder Sekret
- große bronchopleurale, bronchoalveoläre Fistel
- chirurgische Notwendigkeit (Diagnose oder Behandlung bestimmter Verletzungen)
- Chirurgie der thorakalen Aorta, des Ösophagus sowie der thorakalen Wirbelsäule

Mehrere alternative Verfahren stehen hierfür zur Verfügung:

- passageres Verschieben eines Single-Lumen-Tubus in einen Hauptbronchus
- Doppel-Lumen-Endotrachealtubus (DLT)
- Bronchusblocker in verschiedenen Modifikationen

Der DLT ist in der klinischen Praxis das Standardverfahren. Ein linksgeführter DLT ist deutlich einfacher zu platzieren und weist eine geringere Dislokationsrate als ein rechtsgeführter auf. Die korrekte Position muss, da nur 20–48% der DLT primär korrekt liegen, fiberoptisch bronchoskopisch kontrolliert werden.

Mithilfe der fiberoptischen Bronchoskopie kann die korrekte Position des Tubus bei Sicht auf die Hauptkarina im trachealen Lumen verifiziert werden. Der bronchiale Cuff wird unter bronchoskopischer Sicht geblockt, und somit werden eine Herniation und Verlegung des kontralateralen Bronchus ausgeschlossen. Im bronchialen Lumen wird kontrolliert, ob die Lappenbronchien frei belüftet sind. Die funktionelle Isolation der Lungen erfolgt durch selektives Abklemmen und Entlüften eines Schenkels am proximalen Ende des DLT. Bronchoskopie, Inspektion und Auskultation bestätigen den Erfolg der Atemwegsseparation.

Seltene, wenn auch gravierende Komplikationen bei der Insertion eines DLT sind traumatische Schädigungen des Tracheobronchialbaums und des Kehlkopfs. Eine Fehllage kann zur insuffizienten Lungenseparation oder zur Herniation der bronchialen Manschette mit Obstruktion des kontralateralen Hauptbronchus führen. Die schwerste Komplikation stellt die Ruptur der Trachea oder eines Bronchus dar. Folgende Ursachen dafür wurden identifiziert [35]:

- Lage im membranösen Teil der Trachea (98%)
- weibliches Geschlecht (86%)
- Beteiligung der Karina (79%)
- Alter > 50 Jahre (66%)

Weitere Methoden der Seitentrennung der Lunge umfassen die Verwendung von endobronchialen Blockern (Univent-Blocker, Arndt-Blocker, Cohen-Blocker) oder von Fogarty-Embolektomiekathetern bei Kindern unter 10 Jahren. Bei allen Blockern ist nach Insertion und nach jeder Änderung der Patientenposition eine unverzügliche Lagekontrolle mittels Bronchoskopie durchzuführen.

Über das Innenlumen des Bronchusblockers kann die nicht ventilierte Lunge abgesaugt werden, zudem kann ein kontinuierlicher positiver End-Expirationsdruck (PEEP) appliziert werden.

Als Alternative kann entweder ein Bronchus intraoperativ offen chirurgisch abgeklemmt werden, um die Belüftung zu unterbinden, oder die Ventilation intermittierend unterbrochen werden. Das Vorliegen einer Trachealruptur

kann die Anwendung der Hochfrequenz-Jet-Ventilation über das Operationsfeld erfordern.

Postoperative Betreuung

In der Regel ist die Nachbetreuung des Thoraxtraumapatienten auf einer Intensivtherapiestation mit verlängerter Beatmung erforderlich. Die Indikation dafür wird durch eine Kombination von schweren Thorax- und/oder Kopfverletzungen unterstützt. Zusätzlich sind begleitende Verletzungen der abdominalen Organe und des Rückenmarks zu berücksichtigen [8].

Postoperative Schmerztherapie

Als Verfahren zur postoperativen Schmerztherapie stehen die systemische Opioidapplikation, transkutane elektrische Nervenstimulation, nicht steroidale entzündungshemmende Medikamente oder regionale Analgesieverfahren (interkostale Nervenblockade, epidurale Analgesie, intrathekale Opioidgabe, interpleurale Analgesie, thorakale paravertebrale Blockade) zur Auswahl.

Insbesondere die thorakale Epiduralanästhesie/-analgesie (TEA) hat sich als wirksames Verfahren mit geringen systemischen Nebenwirkungen erwiesen [36, 37]. Sie weist, neben einer ausgezeichneten Analgesie, weitere Vorteile im postoperativen Verlauf auf und ist somit, sofern keine Kontraindikationen vorliegen, das überlegene Verfahren der perioperativen Schmerztherapie. Neben einer Verbesserung der gastrointestinalen Motilität und der postoperativen Lungenfunktion kann die TEA zu einer Verringerung pulmonaler und kardialer Komplikationen sowie der postoperativen Stressreaktion beitragen [38].

Merke

Die Initiation einer suffizienten Schmerztherapie dient vor allem der Vermeidung von respiratorischen Komplikationen und ist somit eminent wichtig.

Schlussfolgerungen

Das stumpfe Thoraxtrauma gehört zu den schwersten Verletzungen überhaupt. Das anästhesiologische Management bei Notfalleingriffen ist komplex und verlangt ein hohes Maß an pathophysiologischen Kenntnissen, apparativer und personeller Ausstattung, manuellen Fertigkeiten und schnellen, zielführenden Entscheidungen. Die häufigsten Ursachen für den intraoperativen Tod sind der nicht beherrschbare, persistierende Blutverlust und die Asphyxie.

KERNAUSSAGEN

- Das stumpfe Trauma ist die häufigste Verletzung im Thoraxbereich (> 95%).
- Das Thoraxtrauma wird anhand der verletzten Strukturen in verschiedene Kategorien unterteilt.
- Hauptursachen perioperativer Morbidität und Mortalität sind Atemwegsobstruktionen, Atemstillstand und Blutungen.
- Atemwegsverletzungen müssen unmittelbar bei der initialen Präsentation der Patienten diagnostiziert werden.
- Bei jedem Thoraxtrauma muss ein Pneumothorax ausgeschlossen werden.
- Die Anlage einer Thoraxdrainage sollte großzügig präoperativ erfolgen.
- Die Anwendung spezifischer Anästhetika ist weniger bedeutsam als die Kenntnis der physiologischen und pharmakologischen Prinzipien bei polytraumatisierten Patienten.
- Die Haupttodesursache beim stumpfen Thoraxtrauma stellt der massive Blutverlust mit konsekutiver Organischämie dar.
- Eine suffiziente Schmerztherapie des Patienten verringert die Inzidenz von postoperativen, insbesondere respiratorischen Komplikationen.

Interessenkonflikt

Die Autoren erklären, dass keine Interessenkonflikte vorliegen.

Über die Autoren



Alf Kozian

PD Dr. med. habil. Dr. sc. med., seit 2003 als Oberarzt für den Bereich Herz- und Thoraxanästhesie, seit 2014 für die Bereiche Plastische, Wiederherstellungs- und Handchirurgie sowie Innere Medizin in der Klinik für Anästhesiologie und Intensivtherapie der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg verantwortlich. Seine Interessen liegen auf dem Gebiet der Physiologie und Pathophysiologie der Thoraxorgane.



Astrid Bergmann

Dr. med., D.E.S.A., Oberärztin für Anästhesie an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg im Bereich der Herz- und Thoraxanästhesie. Ihr Interesse liegt insbesondere in der Physiologie bzw. Pathophysiologie der Thoraxorgane und im Bereich der ischämischen Präkonditionierung und deren Auswirkungen.



Thomas Hachenberg

Prof. Dr. med. Dr., Direktor der Klinik für Anästhesiologie und Intensivtherapie, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg. Im BDA vertritt er die Universitätsanästhesisten. Er ist Landesvorsitzender der DGAI in Sachsen-Anhalt.



Thomas Schilling

PD Dr. med. Dr., DEAA, als Oberarzt verantwortlich für die Bereiche Gefäß-, Herz- und Thoraxanästhesie in der Klinik für Anästhesiologie und Intensivtherapie der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg. Sein besonderes Interesse gilt der Betreuung gefäß- und thoraxchirurgischer Patienten sowie den pathophysiologischen Veränderungen, die in der Lunge während der Anästhesie auftreten.

Korrespondenzadresse

PD Dr. med. habil. Dr. sc. med. Alf Kozian

Klinik für Anästhesiologie und Intensivtherapie
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Universitätsklinikum Magdeburg
Leipziger Str. 44
39120 Magdeburg
Alf.Kozian@med.ovgu.de

Literatur

- [1] Jones KW. Thoracic trauma. *Surg Clin North Am* 1980; 60: 957–981
- [2] Moloney JT, Fowler SJ, Chang W. Anesthetic management of thoracic trauma. *Curr Opin Anaesthesiol* 2008; 21: 41–46
- [3] Corbacioglu SK, Er E, Aslan S et al. The significance of routine thoracic computed tomography in patients with blunt chest trauma. *Injury* 2015; 46: 849–853
- [4] Sheffy N, Chemsian RV, Grabinsky A. Anaesthesia considerations in penetrating trauma. *Br J Anaesth* 2014; 113: 276–285
- [5] Shorr RM, Crittenden M, Indeck M et al. Blunt thoracic trauma. Analysis of 515 patients. *Ann Surg* 1987; 206: 200–205
- [6] Baumgartner F, Sheppard B, de Virgilio C et al. Tracheal and main bronchial disruptions after blunt chest trauma: presentation and management. *Ann Thorac Surg* 1990; 50: 569–574
- [7] Devitt JH. Blunt thoracic trauma: anaesthesia, assessment and management. *Can J Anaesth* 1993; 40: R29–39
- [8] Devitt JH, McLean RF, Koch JP. Anaesthetic management of acute blunt thoracic trauma. *Can J Anaesth* 1991; 38: 506–510
- [9] Schaefer SD. The treatment of acute external laryngeal injuries. 'State of the art'. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1991; 117: 35–39
- [10] Schaefer SD. The acute management of external laryngeal trauma. A 27-year experience. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1992; 118: 598–604
- [11] Meller JL, Little AG, Shermeta DW. Thoracic trauma in children. *Pediatrics* 1984; 74: 813–819
- [12] Caragounis EC, Fagevik Olsen M, Pazooki D et al. Surgical treatment of multiple rib fractures and flail chest in trauma: a one-year follow-up study. *World J Emerg Surg* 2016; 11: 27
- [13] Mackersie RC, Shackford SR, Hoyt DB et al. Continuous epidural fentanyl analgesia: ventilatory function improvement with routine use in treatment of blunt chest injury. *J Trauma* 1987; 27: 1207–1212
- [14] Bastos R, Baisden CE, Harker L et al. Penetrating thoracic trauma. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2008; 20: 19–25
- [15] Clark GC, Schechter WP, Trunkey DD. Variables affecting outcome in blunt chest trauma: flail chest vs. pulmonary contusion. *J Trauma* 1988; 28: 298–304
- [16] Oppenheimer L, Craven KD, Forkert L et al. Pathophysiology of pulmonary contusion in dogs. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol* 1979; 47: 718–728
- [17] Calhoun JH, Grover FL, Trinkle JK. Chest trauma. Approach and management. *Clin Chest Med* 1992; 13: 55–67
- [18] Calodney L, Aldrette JA. Pneumothorax: a complication of modern life. *South Med J* 1972; 65: 948–953
- [19] Devitt JH, McLean RF, McLellan BA. Perioperative cardiovascular complications associated with blunt thoracic trauma. *Can J Anaesth* 1993; 40: 197–200
- [20] Shulman HS, Samuels TH. The radiology of blunt chest trauma. *J Can Assoc Radiol* 1983; 34: 204–217
- [21] Devitt JH, Boulanger BR. Lower airway injuries and anaesthesia. *Can J Anaesth* 1996; 43: 148–159
- [22] Maggisano R, Nathens A, Alexandrova NA et al. Traumatic rupture of the thoracic aorta: should one always operate immediately? *Ann Vasc Surg* 1995; 9: 44–52
- [23] O'Connor CJ, Rothenberg DM. Anesthetic considerations for descending thoracic aortic surgery: part II. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1995; 9: 734–747
- [24] O'Connor CJ, Rothenberg DM. Anesthetic considerations for descending thoracic aortic surgery: Part 1. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1995; 9: 581–588
- [25] McLean RF, Devitt JH, McLellan BA et al. Significance of myocardial contusion following blunt chest trauma. *J Trauma* 1992; 33: 240–243
- [26] Ildstad ST, Tollerud DJ, Weiss RG et al. Cardiac contusion in pediatric patients with blunt thoracic trauma. *J Pediatr Surg* 1990; 25: 287–289
- [27] Perchinsky MJ, Long WB, Hill JG. Blunt cardiac rupture. The Emanuel Trauma Center experience. *Arch Surg* 1995; 130: 852–856; discussion 856–857
- [28] Cachecho R, Grindlinger GA, Lee VW. The clinical significance of myocardial contusion. *J Trauma* 1992; 33: 68–71; discussion 71–63
- [29] Feghali NT, Prisant LM. Blunt myocardial injury. *Chest* 1995; 108: 1673–1677
- [30] Rosenthal MA, Ellis JL. Cardiac and mediastinal trauma. *Emerg Med Clin North Am* 1995; 13: 887–902
- [31] Murphy WG, Davies MJ, Eduardo A. The haemostatic response to surgery and trauma. *Br J Anaesth* 1993; 70: 205–213
- [32] Kozek-Langenecker SA, Afshari A, Albaladejo P et al. Management of severe perioperative bleeding: guidelines from the European Society of Anaesthesiology. *Eur J Anaesthesiol* 2013; 30: 270–382
- [33] Morley-Forster PK. Unintentional hypothermia in the operating room. *Can Anaesth Soc J* 1986; 33: 515–528
- [34] Fouche Y, Tarantino DP. Anesthetic considerations in chest trauma. *Chest Surg Clin N Am* 1997; 7: 227–238
- [35] Chen EH, Logman ZM, Glass PS et al. A case of tracheal injury after emergent endotracheal intubation: a review of the literature and causalities. *Anesth Analg* 2001; 93: 1270–1271, table of contents

- [36] Ho AM, Karmakar MK, Critchley LA. Acute pain management of patients with multiple fractured ribs: a focus on regional techniques. *Curr Opin Crit Care* 2011; 17: 323–327
- [37] Karmakar MK, Ho AM. Acute pain management of patients with multiple fractured ribs. *J Trauma* 2003; 54: 615–625
- [38] Kozian A, Schilling T, Hachenberg T. Non-analgetic effects of thoracic epidural anaesthesia. *Curr Opin Anaesthesiol* 2005; 18: 29–34

Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/s-0042-118055>
Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 2017; 52:
422–435 © Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York
ISSN 0939-2661

Punkte sammeln auf CME.thieme.de



Diese Fortbildungseinheit ist 12 Monate online für die Teilnahme verfügbar. Sollten Sie Fragen zur Online-Teilnahme haben, finden Sie unter cme.thieme.de/hilfe eine ausführliche Anleitung. Wir wünschen viel Erfolg beim Beantworten der Fragen!

Unter [eref/thieme.de/ZZWHKAB](https://eref.thieme.de/ZZWHKAB) oder über den QR-Code kommen Sie direkt zum Artikel zur Eingabe der Antworten.

VNR 2760512017152371607



Frage 1

Welches ist das Induktionshypnotikum der Wahl für eine Allgemeinanästhesie bei Patienten mit Thoraxtrauma?

- A Thiopental
- B S-Ketamin
- C Etomidat
- D Alle Hypnotika sind unter Beachtung der pharmakologischen Prinzipien bei polytraumatisierten Patienten möglich.
- E Propofol

Frage 2

Welche Aussage über die präoperative Evaluation ist richtig?

- A Sie ist im Notfall verzichtbar.
- B Anamnese, Inspektion, Auskultation und Perkussion sind auch im Notfall unverzichtbare Basismaßnahmen.
- C Sie muss immer eine Röntgenaufnahme des Thorax in 2 Ebenen einschließen.
- D Die Beschreibung des Unfallmechanismus ist überflüssig.
- E Sie sollte unbedingt eine Labordiagnostik beinhalten.

Frage 3

Auf welches diagnostische Verfahren kann beim stumpfen Thoraxtrauma am ehesten verzichtet werden?

- A Spiral-Computertomografie
- B Sonografie (Thorax, Abdomen)
- C transthorakale Echokardiografie
- D Thoraxradiografie
- E Duplexsonografie der Halsgefäße

Frage 4

Ab welchem Blutverlust wird ein Hämorthorax als „massiv“ definiert?

- A sobald der Blutverlust klinische Auswirkungen hat
- B ab 3000 ml
- C bei 25% Verlust des gesamten Blutvolumens
- D mehr als 1500 ml in einem Hemithorax
- E ab 2000 ml

Frage 5

Welche Maßnahme muss bei Nachweis einer Perikardtampnade sofort durchgeführt werden?

- A mediane Sternotomie mit Inzision des Perikards
- B sonografisch gestützte perkutane Drainage über das Perikardfenster
- C Linksseitenlage und Sauerstoffapplikation
- D Volumensubstitution und Katecholaminapplikation
- E Intubation und mechanische Ventilation

Frage 6

Welche Aussage ist richtig? Ein Patient kann 12 Stunden nach einer Herzkontusion nach Hause entlassen werden, wenn er beschwerdefrei ist und...

- A das Troponin I negativ ist.
- B CK und CK-MB negativ sind.
- C EKG und Echokardiografie normal sind.
- D die Radionuklidangiografie nicht pathologisch ist.
- E die Thoraxradiografie keinen pathologischen Befund zeigt.

Frage 7

Welche anästhesiologischen Maßnahmen sind bei Nachweis einer Zwerchfellruptur einzuleiten?

- A Intubation und Überdruckbeatmung
- B Applikation von Katecholaminen
- C Sauerstoffinsufflation über eine Gesichtsmaske
- D beidseitige Thoraxdrainage
- E Beginn der Schmerztherapie über eine thorakale Epiduralanästhesie

Frage 8

Welche Situation erfordert nicht zwingend die Anwendung einer Ein-Lungen-Beatmung?

- A bronchopleurale Fistelbildung
- B bronchoalveoläre Fistelbildung
- C bronchoalveoläre Einblutung
- D Chirurgie der thorakalen Aorta
- E Pneumothorax

► Weitere Fragen auf der folgenden Seite ...

Punkte sammeln auf [CME.thieme.de](https://www.thieme.de)

Fortsetzung ...

Frage 9

Welches Verfahren ist *nicht* als Methode zur seitengetrenten Beatmung üblich?

- A Standard-Doppellumentubus
- B Embolektomiekatheter
- C Verschieben des Standardtubus in einen Hauptbronchus
- D Hochfrequenz-Jet-Ventilation
- E Bronchusblocker

Frage 10

Was ist die Hauptursache des intraoperativen Todes bei Patienten mit einem stumpfen Thoraxtrauma?

- A Atemwegsirritation
- B maligne Herzrhythmusstörungen
- C Exsanguination
- D Hypothermie
- E Asphyxie