



Die Thoraxdekompression in der Notfall- und Intensivmedizin

Die Anlage einer Thoraxdrainage zur Entleerung von Luft, Blut oder anderen Flüssigkeiten aus dem Pleuraspalt ist ein in der Intensivmedizin regelmäßiges, im Rettungsdienst jedoch selten angewandtes, hochinvasives Verfahren, das aber bei der entsprechenden Indikation die einzige lebensrettende und zeitkritisch durchzuführende Therapie darstellt. Wird ein Spannungsthorax nicht oder nur verzögert erkannt und dekompriert, können dramatische Verläufe und auch der Tod des Patienten resultieren.

Eine Begegnung mit einer Thoraxdekompression ist in der realen Praxis sehr selten: In einer Untersuchung aus Baden-Württemberg war jeder Notarzt im bodengebundenen Rettungsdienst im Durchschnitt alle 76,5 Monate, im Luftrettungsdienst alle 5,7 Monate mit einer Thoraxdrainage konfrontiert [12]. Auch im theoretischen Wissen über die sichere Thoraxdekompression bestehen nicht selten Unsicherheiten: In einer britischen Untersuchung konnten nur 44 % der befragten Ärzte das sichere Operationsgebiet einer Minithorakotomie in Bülow-Position lokalisieren [8]. Dies veranschaulicht die Notwendigkeit, sich mit dieser Maßnahme sowohl theoretisch als auch in realitätsnahen Übungen [28] zu beschäftigen und innerklinische Gelegenheiten zu nutzen, unter Supervision Sicherheit in der Thoraxdekompression zu gewinnen. Der vorliegende Artikel gibt einen praxisbezogenen Überblick über Indikation, Technik und Komplikationen der notfallmäßigen Thoraxdekompression per Nadelpunktion und Minithorakotomie, angereichert mit 3 Fallbeispielen.

Indikation

Ansammlungen von Luft, Blut oder anderen Flüssigkeiten im Pleuraspalt müssen, wenn sie die respiratorische und/oder kardiozirkulatorische Funktion maßgeblich beeinträchtigen, durch eine Verbindung zwischen Pleuraspalt und Außenwelt entleert oder zumindest „entlastet“ werden, um den durch sie ausgeübten Druck auf lebenswichtige Organe wie die Lunge, große venöse Gefäße und das Herz abzubauen. Im Rettungsdienst gilt es, die Indikation zwar streng, aber wenn nötig sehr entschieden zu stellen, und die indizierte Thoraxdekompression ohne Zögern durchzuführen, da, wenn dies verzögert oder unterlassen wird, dramatische, auch tödliche Verschlechterungen des Zustands des Patienten drohen [18, 19]. Es sollten nur zur Abwendung bestehender oder bei Nichtanlage der Thoraxdrainage drohender vitaler Bedrohung außerhalb der Klinik Thoraxdrainagen angelegt werden. Nicht unmittelbar lebensbedrohliche Zustände wie ein einfacher

Pneumothorax ohne Spannungskomponente oder ein chronischer Pleuraerguss sollten erst in der Klinik nach weiterer Diagnostik (Röntgen, CT, Ultraschall) und unter besseren Bedingungen hinsichtlich Sterilität, Materialien und personeller Unterstützung drainiert werden. Andererseits muss, wenn eine dringende Indikation besteht, die Thoraxdekompression unverzüglich erfolgen. In vielen Fällen ist sie die einzige lebensrettende Therapie zur Abwendung eines prinzipiell vermeidbaren, aber sonst sicher eintretenden Todesfalles. Unangebrachte Zurückhaltung – die in der Praxis jedoch regelmäßig vorkommt [18] – führt hier dazu, dass Patienten, die durch die Thoraxdekompression hätten gerettet werden können, unnötig versterben. In einer Untersuchung 264 obduzierter Traumatoter in Berlin wurde in 14 Fällen davon ausgegangen, dass mit einem verbesserten medizinischen Management der letale Ausgang definitiv hätte verhindert werden können. In 4 Fällen handelte es sich dabei um einen isolierten Spannungspneumothorax, der nicht

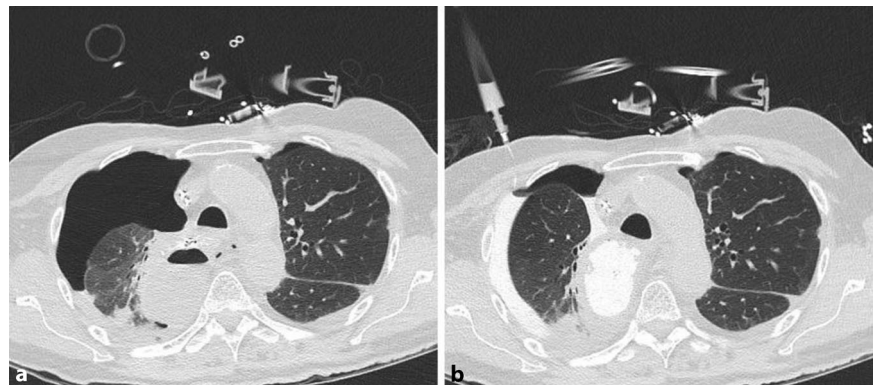


Abb. 1 ▲ CT-Thorax. **a** Ausgedehnter Pneumothorax rechts, **b** regredienter Befund nach Nadelpunktion in Monaldi-Position

Infobox 1 (Nicht nur) Ein kardiogener Schock

Ein 61-jähriger Mann kommt mit dem PKW von der Straße ab, ohne einen Unfall zu verursachen. Herbeieilende Passanten finden ihn leblos auf dem Fahrersitz vor und beginnen die kardiopulmonale Reanimation, die vom Rettungsdienst fortgeführt wird. Nach Wiederkehr des Spontankreislaufs zeigt sich ein ST-Hebungsinfarkt (STEMI), unfallbedingte Verletzungen sind nicht feststellbar. Der Patient wird koronarangiographiert und die rechte Koronararterie mit einem Stent versorgt. Postinterventionell wird der Patient in instabiler kardiopulmonaler Situation unter hohen Dosen von Adrenalin und Dobutamin auf die Intensivstation aufgenommen. Bei Aufnahme fällt dort ein linksseitig abgeschwächtes Atemgeräusch auf, eine Röntgenaufnahme des Thorax wird angefordert. Vor Eintreffen der MTRA verschlechtert sich der Patient zusehends. Das Atemgeräusch ist nun links fast aufgehoben, der linksthorakale Klopfeschall hypersonor. Sofort punktiert der Stationsarzt mit einer 14-G-Venenverweilkanüle im 2. ICR medioklavikular links, es entleert sich zischend Luft. Direkt im Anschluss folgt eine Minithorakotomie im 4. ICR axillär mit Einlage einer 24-Ch-Thoraxdrainage. Die kardiopulmonale Situation entspannt sich jedoch nur temporär und der Patient stirbt wenige Stunden später im kardiogenen Schock.

Diskussion: Hier wurde, da ein STEMI gesichert war und somit ein kardiogener Schock als Ursache des kritischen Zustands naheliegend erschien, der Verdacht auf einen Pneumothorax erst verzögert bei der Aufnahmeuntersuchung auf der Intensivstation gehegt. Eine repetitive, strukturierte Evaluation des Patienten, bspw. angelehnt an das ABCDE-Schema hätte wahrscheinlich helfen können, diesen Fixierungsfehler zu vermeiden und die Diagnose schneller zu stellen. Da während des Kontrollverlusts über das Fahrzeug kein Aufprall erfolgte, erscheinen thorakale Verletzungen durch die Herzdruckmassage die wahrscheinlichste Ursache des Pneumothorax zu sein.

oder unzureichend entlastet wurde, bei korrekter Therapie aber sicher hätte überlebt werden können [19]. Eine Analyse traumabedingter Reanimationen wertete einen Spannungspneumothorax in 13 % als Auslöser des Kreislaufstillstands. Bei 16 der 52 untersuchten Patienten wäre eine prähospital Thoraxdekompression indiziert gewesen – durchgeführt

wurde sie jedoch nur bei 2 Patienten [18]. In einer früheren Analyse wurde die prähospital Dekompression des Thorax als unabhängiger Prädiktor für das Überleben eines traumabedingten Kreislaufstillstands identifiziert – die Wahrscheinlichkeit zu überleben war bei Patienten mit Thoraxdekompression 3,3-mal so hoch wie bei jenen ohne Thoraxdekompression [14]. Von 740 polytraumatisierten Patienten eines australischen Traumazentrums kamen 10 (1,4 %) mit unerkanntem und unbehandeltem Spannungspneumothorax in die Notaufnahme. Nach einem Schulungsprogramm zur Erkennung eines Spannungspneumothorax sank diese Rate auf 4 von 1034 Patienten (0,4 %). Bei 15 der 81 (19 %) in diesem Paramedicsystem durchgeführten Nadelpunktionen war die Dekompression jedoch nicht effektiv [3]. Dies verdeutlicht, wie wichtig es ist, einen Spannungspneumothorax zu erkennen, sich dann zur Thoraxdekompression zu entscheiden und diese auch unter schwierigen Bedingungen effektiv und sicher durchführen zu können.

Typische Indikationen zur Anlage einer Thoraxdrainage werden im Folgenden dargestellt und ihre Leitsymptome präsentiert.

(Spannungs-)Pneumothorax

Unter einem Spannungspneumothorax wird die Ansammlung von Luft im Pleuraspalt einer oder beider Hemithoraces verstanden, die, aufgrund eines „Ventilmechanismus“, der Luft nur ein-, aber nicht wieder ausströmen lässt, bei jeder Inspiration bzw. jedem Beatmungshub anwächst und Druck („Spannung“) auf intrathorakale Organe ausübt. Insbesondere die Venae cavae werden komprimiert und durch eine Verdrängung des Mediastinums zur nicht betroffenen Seite letztendlich abgelenkt, sodass der venöse Rückstrom zum Herzen gedrosselt wird und ein unter Umständen in kurzer Zeit tödliches Kreislaufversagen resultieren kann. Meist, aber nicht ausschließlich, tritt ein Spannungspneumothorax bei Patienten mit Thoraxtrauma auf. Typische Symptome sind ein auf der betroffenen Seite abgeschwächtes Atemgeräusch und unter Umständen ein hy-

personorer Klopfeschall. Dies kann präklinisch an lauten Einsatzstellen, wie sie bspw. bei Verkehrsunfällen mit Straßenlärm und Motorengeräusch von Einsatzfahrzeugen, Hubschraubern etc. üblich sind, schwierig zu untersuchen sein und auch bei bilateralen Spannungspneumothoraces wird keine deutliche Seitendifferenz vernehmbar sein. Wache Patienten werden über thorakale Schmerzen und Dyspnoe klagen und eine Tachypnoe aufweisen. Bei beatmeten Patienten (bei den wegen des positiven intrathorakalen Drucks das Risiko zur Entwicklung eines Spannungspneumothorax erhöht ist) können ansteigende Beatmungsdrücke oder – in druckkontrollierten Beatmungsmodi – sinkende Tidalvolumina bei gegebenen Beatmungsdrücken auf die Kompression der Lunge hinweisen. Ähnliche Befunde – einseitig abgeschwächtes Atemgeräusch und hoher Beatmungsdruck – können auch bei endobronchial, also einseitig intubierten Patienten auftreten, sodass stets die Tubuslage kontrolliert und ggf. korrigiert werden sollte. Bei Inspektion und Palpation des Thorax können ein Weichteilemphysem, frakturierte Rippen und asymmetrische Thoraxexkursionen Hinweise auf einen Pneumothorax geben. Als Ausdruck der oberen Einflusstauung können gestaute Halsvenen, ein geschwollener Kopf und eine bläulich-livide Verfärbung von Kopf und Hals hinzukommen. Bei der Untersuchung der Vitalparameter werden eine reduzierte Sauerstoffsättigung (SpO₂) als Folge der Kompression der Lunge („B-Problem“) und eine Tachykardie und Hypotension als Folge der Kompression/Torsion der Vv. cavae und als Zeichen des beginnenden Kreislaufversagens („C-Problem“) feststellbar sein [22]. Ist ein Ultraschallgerät vorhanden, so kann damit sicherer als mit der klinischen Untersuchung ein Pneumothorax bestätigt oder ausgeschlossen werden [15]. Nach der S3-Leitlinie Polytrauma soll die Kombination aus einem (bei korrekter Tubuslage) einseitig fehlendem Atemgeräusch und weiteren typischen Symptomen wie respiratorischer Insuffizienz, Hypotonie oder oberer Einflusstauung zur Verdachtsdiagnose Spannungspneumothorax führen und sich aus dieser Verdachtsdiagnose

die Indikation zur unverzüglichen Thoraxdekompression ergeben. Bei beatmeten Patienten sollen durch Auskultationsbefund diagnostizierte Pneumothoraces ohne Merkmale eines Spannungspneumothorax dekomprimiert werden, bei spontan atmenden Patienten wird außerklinisch eine abwartende Haltung unter engmaschiger Kontrolle empfohlen [4]. Auch innerklinisch sollte der manifeste Spannungspneumothorax i. d. R. klinisch oder sonographisch diagnostiziert und nicht eine, zu Verzögerungen der Therapie führende radiologische Diagnostik abgewartet werden (■ **Abb. 1**).

Hämatothorax

Ein Hämatothorax ist eine Ansammlung von Blut im Pleuraspalt, die i. d. R. durch Gefäßverletzungen im Rahmen eines Thoraxtraumas, bspw. als Durchspießung der Lunge und in ihr verlaufender Gefäße durch frakturierte Rippen, entsteht. Häufig kommt begleitend ein Pneumothorax hinzu, sodass von einem Hämatothorax gesprochen wird. Neben der Kompression von Lunge und Thoraxorganen ergibt sich hier ein teils massiver Blutverlust als zusätzliches Problem. Die Symptome ähneln denen des (Spannungs-)Pneumothorax, der Klopfeschall bei der thorakalen Perkussion wird jedoch eher abgeschwächt sein. Eine „Spannungssituation“ mit Verlagerung der Mediastinalorgane und Kreislaufversagen entsteht nur in Einzelfällen und nur dann ist eine präklinische Thoraxdekompression indiziert [4].

Pleuraerguss

Ansammlungen von Flüssigkeit zwischen beiden Pleurablättern werden als Pleuraerguss bezeichnet. Sie können ein- oder beidseitig auftreten und aus verschiedenen Flüssigkeiten bestehen. In der Regel entstehen sie nicht schlagartig, sondern auf dem Boden einer Vielzahl von möglichen Grunderkrankungen, oft auch im Rahmen einer intensivmedizinischen Behandlung. Ein großer Pleuraerguss kann die Atmung beziehungsweise Beatmung relevant beeinträchtigen und damit innerklinisch oder im Rahmen von Intensivtransporten eine Indikati-

Anaesthesist 2016 · 65:768–775 DOI 10.1007/s00101-016-0219-7
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2016

H. Drinhaus · T. Annecke · J. Hinkelbein

Die Thoraxdekompression in der Notfall- und Intensivmedizin

Zusammenfassung

Die Dekompression des Thorax ist eine lebensrettende invasive Maßnahme bei Spannungspneumothorax, traumabedingter kardiopulmonaler Reanimation oder massivem Hämatothorax, die von jedem Notarzt und Intensivmediziner beherrscht werden muss. Die Indikation sollte insbesondere präklinisch streng gestellt werden. Ist die Indikation gegeben, muss die Thoraxdekompression ohne Zögern und wenn nötig auch unter suboptimalen Bedingungen vorgenommen werden. Als Methoden stehen dafür die Nadelpunktion und die Minithorakotomie mit oder ohne Einlage einer Thoraxdrainage im 2./3. Interkostalraum (ICR) medioklavikulär (nach Monaldi) oder im 4./5. ICR axillär (nach Büllau) zur Verfügung. Die Nadelpunktion ist schnell und ohne großen materiellen Aufwand durchzuführen, sollte jedoch nur als überbrückendes Verfahren betrachtet werden und schlägt häufiger fehl, da mit den üblichen 14-Gauge-Venenverweilkanülen bei vielen Patienten die Pleurahöhle nicht erreicht

werden kann. Bei der Minithorakotomie ist auf eine Inzision nicht kaudal der Mamillen, stumpfe Präparationstechnik, sichere manuelle Identifikation des Pleuraraums und den Verzicht auf die Trocarmethode zu achten. In besonders zeitkritischen Situationen reicht bei beatmeten Patienten die Eröffnung der Pleura ohne Insertion einer Drainage aus. Komplikationen treten nicht selten auf und umfassen insbesondere Fehllagen, die teils den Therapieerfolg gefährden, mitunter fatale Verletzungen umliegender intrathorakaler oder – bei zu kaudalem Vorgehen – intraabdomineller Organe, Blutungen und Infektionen. Durch die Beachtung oben genannter Grundregeln bei der Minithorakotomie sollten einige dieser Komplikationen vermeidbar sein.

Schlüsselwörter

Minithorakotomie · Spannungspneumothorax · Thoraxdekompression · Thoraxdrainage · Thoraxtrauma

Chest decompression in emergency medicine and intensive care

Abstract

Decompression of the chest is a life-saving invasive procedure for tension pneumothorax, trauma-associated cardiopulmonary resuscitation or massive haematopneumothorax that every emergency physician or intensivist must master. Particularly in the preclinical setting, indication must be restricted to urgent cases, but in these cases chest decompression must be executed without delay, even in subpar circumstances. The methods available are needle decompression or thoracostomy via mini-thoracotomy with or without insertion of a chest tube in the midclavicular line of the 2nd/3rd intercostal space (Monaldi-position) or in the anterior to mid-axillary line of the 4th/5th intercostal space (Büllau-position). Needle decompression is quick and does not require much material, but should be regarded as a temporary measure. Due to insufficient length of the usual 14-gauge intravenous catheters, the pleural cavity cannot be reached in a considerable percentage of patients. In the case of mini-

thoracotomy, one must be cautious not to penetrate the chest inferior of the mammillary level, to employ blunt dissection techniques, to clearly identify the pleural space with a finger and not to use a trocar. In extremely urgent cases opening the pleural membrane by thoracostomy without inserting a chest tube is sufficient in mechanically ventilated patients. Complications are common and mainly include ectopic positions, which can jeopardise effectiveness of the procedure, sometimes fatal injuries to adjacent intrathoracic or – in case of too inferior placement – intraabdominal organs as well as haemorrhage or infections. By respecting the basic rules for safe chest decompression many of these complications should be avoidable.

Keywords

Chest decompression · Pneumothorax · Thoracostomy · Thoracic injuries

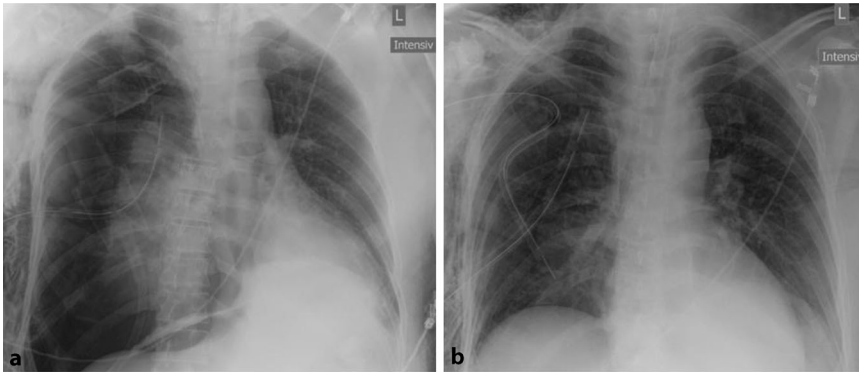


Abb. 2 ▲ Röntgen-Thorax. **a** Spannungspneumothorax rechts trotz einliegender Drainage in Bülow-Position, **b** Wiederentfaltung der Lunge nach Einlage einer zweiten Drainage in Monaldi-Position

on zur Thoraxdrainage darstellen, die innerklinisch bei nicht notfallmäßigen Indikationen oft in Form einer ultraschallgesteuerten, kleinumigen Drainage in Seldinger („Pigtaildrainage“)- oder Durch-die-Nadel-Technik (z. B. Pneumocath®) angelegt wird. In der präklinischen Notfallmedizin ergibt sich aus einem Pleuraerguss hingegen keine Notwendigkeit zur Thoraxdrainage.

Während in der Intensivmedizin ausgedehnte Pleuraergüsse wohl die häufigste Indikation zur Thoraxdrainage darstellen, ist diese im Rettungsdienst meist bei Patienten mit Thoraxtrauma gegeben. Die Leitlinien des European Resuscitation Council (ERC) empfehlen eine beidseitige Thoraxdekompression bei traumatisch bedingten Kreislaufstillständen als integralen Bestandteil der Reanimationsmaßnahmen [29]. Im Kontext der Reanimation ist zudem zu beachten, dass auch die Thoraxkompressionen als solche, etwa im Rahmen eines kardiogenen Kreislaufstillstands, einem Thoraxtrauma ähneln und die dabei verursachten Rippenfrakturen zu einem Pneumo- und/oder Hämatothorax führen können (■ Infobox 1). Darüber hinaus können weitere medizinischen Maßnahmen wie zentralvenöse Katheterisierungen oder fehlplatzierte Trachealkanülen [2] zu einem iatrogenen Spannungspneumothorax führen. Ebenfalls sind Spannungspneumothoraces aus innerer Ursache, insbesondere bei Überdruckbeatmung pulmonal erkrankter Patienten (COPD, Lungenemphysem), möglich [1]. Außerdem sollte betont werden, dass sich auch bei bereits

einliegender Drainage ein Spannungspneumothorax ausbilden kann, der eine weitere Drainage erfordern kann. ([10]; ■ Abb. 2). Gerade wenn eine Verbesserung des Patienten Zustands nach Thoraxdekompression ausbleibt, muss kritisch geprüft werden, ob die Intervention effektiv war und ob weitere Verletzungen wie Perikardtamponade, Pneumoperikard [9] oder Pneumomediastinum [2] vorliegen.

Die vor invasiven Maßnahmen gebotene Aufklärung und Einwilligung des Patienten wird in Notfallsituationen, die eine außerklinische Thoraxdekompression erfordern, regelmäßig aufgrund eingeschränkter Bewusstseinslage und/oder maximaler zeitlicher Dringlichkeit nicht in vollem Umfang möglich sein. Im Zweifel ist von einer mutmaßlichen Einwilligung des Patienten auszugehen, um eine akute vitale Bedrohung abzuwenden.

Technik

Nadelpunktion

Prinzip der Technik ist eine perkutane Eröffnung des Pleuraraums mittels Nadelpunktion zur Dekompression eines Spannungspneumothorax. Sie ist als initiale, lebensrettende Maßnahme zu verstehen, die i. d. R. anschließend durch eine großlumige Drainage ergänzt werden muss (■ Infobox 2; [4, 6]).

Materialien

Benötigt wird eine möglichst lange und großlumige Metallkanüle mit darüberliegendem Kunststoffkatheter. Häufig kommen dazu große Venenverweilkanülen



Abb. 3 ▲ Beidseitige Nadeldekompression in Monaldi-Position. In diesem Beispiel wurde die Stahlkanüle entfernt und bei beatmeter Patientin kein Ventil aufgesetzt

(z. B. 14 G, orange) zum Einsatz. Es sind jedoch auch dezidierte Pleurapunktionkanülen erhältlich. Auf die Kanüle kann eine partiell mit Flüssigkeit gefüllte Spritze aufgesetzt werden. Wird eine solche nicht verwendet, so muss bei Venenverweilkanülen die luftdicht abschließende Verschlusskappe vor der Punktion abgenommen werden. Bei spontan atmenden Patienten wird ein Ventil, das Lufteintritt in den Thorax bei der Inspiration verhindert, benötigt. Dieses wird entweder vom Hersteller mitgeliefert oder kann bei Verwendung einer Venenverweilkanüle durch dichte Befestigung eines eingeschnittenen Handschuhfingers selbst hergestellt werden.

Punktionstechnik

Die Nadelpunktion erfolgt üblicherweise in der Monaldi-Position in der Medioklavikularlinie des 2. oder 3. ICR der betroffenen Seite (■ Abb. 3). Eine Punktion zu nah am Sternum muss vermieden werden, da hier ein erhöhtes Risiko einer Punktion der A. thoracica interna besteht. Prinzipiell kann auch an anderen Orten, etwa der Bülow-Position (s. Abschn. „Thoraxdrainage mittels Minithorakotomie“), punktiert werden. Es wird der gewünschte Punktionsort identifiziert und desinfiziert, die Haut eingestochen und die Nadel am Oberrand der Rippe bis zur Perforation der Pleura parietalis und dem Eindringen der Nadel in die Luftansammlung vorgeschoben

Infobox 2 Polytrauma

Das NEF wird mit dem Einsatzstichwort „Sturz 3.OG“ alarmiert. Nach 8 min trifft der Notarzt kurz nach der RTW-Besetzung am Notfallort ein. Der 55-jährige Bauarbeiter war vom Gerüst aus ca. 10 m Höhe auf den Betonboden vor dem Haus gestürzt. Sie sehen eine größere Menge Blut am Boden infolge einer Kopfplatzwunde und eine Fehlstellung des rechten Beines. Der Patient ist bewusstlos (GCS 3 Punkte) und hat eine Schnappatmung. Die RTW-Besetzung hat bereits das Monitoring angeschlossen, die Halswirbelsäule immobilisiert, einen 16-G-Zugang gelegt und eine schnell laufende Infusion angeschlossen. Einer der Rettungsassistenten bereitet die endotracheale Intubation vor und hat den Beatmungsbeutel gerichtet. Ein kurzer Bodycheck ergibt: leicht blutende Kopfplatzwunde, Thorax instabil (knisterndes Hautemphysem), Abdomen weich, Becken instabil, rechtes Bein mehrfach frakturiert. Die Auskultation zeigt ein abgeschwächtes Atemgeräusch rechts. Die Messwerte liegen mittlerweile vor: Blutdruck 60/40 mmHg, HF 110/min, SpO₂ 88 %. Unter der Annahme eines Spannungspneumothorax/Hämatopneumothorax rechts wird als Erstmaßnahme eine Nadeldekompression in Monaldi-Position vorgenommen, bei der Luft entweicht. Sofort danach wird nach Narkoseeinleitung der Atemweg mit einem Endotrachealtubus gesichert und das Becken mittels Beckenschlinge komprimiert. Vor dem Transport ins Traumazentrum wird eine großlumige Thoraxdrainage rechts mittels Minithorakotomie in Bülau-Position angelegt, aus der sich weitere Luft und Blut entleeren.

Diskussion: Bei diesem polytraumatisierten Patienten lagen mehrere lebensbedrohliche Verletzungen bzw. Störungen von Vitalfunktionen vor, sodass ein strukturiertes, prioritätenorientiertes Vorgehen, bspw. nach dem ABCDE-Schema, notwendig ist. In diesem Fall wurde die Nadeldekompression des Thorax als ein B/C-Problem-adressierendes Verfahren aufgrund ihrer Schnelligkeit vorgezogen, um einer Verschlechterung während der laufenden Versorgung vorzubeugen. Nach erster Stabilisierung der Situation wurde die Nadeldekompression um eine großlumige Thoraxdrainage ergänzt, da davon auszugehen war, dass der kleinumige Venenkatheter weiter akkumulierende Luft und Blut nicht ausreichend drainiert.

ben. Beim Eintritt in den Pleuraraum entweicht zischend Luft, bzw. bei Vorgehen mit einer aufgesetzten Spritze unter Aspiration lässt sich Luft aspirieren. Es besteht ein uneinheitliches Meinungsbild, ob nun – mit dem Ziel einer Minimierung

des Verletzungsrisikos – die Metallnadel zurückgezogen oder – zur Verhinderung eines Abknickens des flexiblen Kunststoffkatheters – belassen werden sollte ([4, 26]; **Abb. 3**).

Einschränkungen der Methode

Die übliche Länge einer 14-G-Venenverweilkatheter von 5 cm reicht häufig nicht aus, um bei gut trainierter Brustmuskulatur oder ausgeprägtem subkutanen Fettgewebe den Pleuraraum zu erreichen [3, 11]. Aufgrund des geringen Durchmessers (2,2 mm bei 14 G) kann der Katheter leicht durch kleine Gewebepartikel oder Blutkoagel okkludiert werden. Im Falle eines starken pulmonalen Luftlecks übersteigt das nachströmende Luftvolumen die Luftleitungskapazität des dünnen Katheters, sodass der Pneumothorax erneut anwachsen kann [30]. Wegen der perkutanen Punktionsstechnik kann keine „Erfolgskontrolle“ durch Austasten des Pleuraraums mit dem Finger erfolgen.

Thoraxdrainage mittels Minithorakotomie

Hierbei erfolgt eine offen chirurgische Eröffnung der Pleurahöhle, meist gefolgt von der Einlage einer großlumigen Drainage (bei Erwachsenen 24–32 Ch [4], bei Kindern 12–16 Ch) durch die geschaffene Öffnung und anschließendem Verschluss der Wunde und Fixierung der Drainage mittels Naht.

Materialien

Um in der kritischen Situation die volle Konzentration der Versorgung des Patienten widmen zu können, sollten standardisiert gepackte Sets vorgehalten werden, die alle notwendigen und gleichzeitig keine überflüssigen Materialien enthalten. Diese umfassen chirurgische Instrumente (Skalpell, Präparierschere, Klemme, Nadelhalter), Naht- und Verbandsmaterial, sterile Handschuhe (falls vorhanden auch steriler Mantel) und Tücher sowie den Drainagekatheter, ggf. mit Heimlich-Ventil und Ablaufbeutel, bzw. innerklinisch ein Wasserschlusssystem. Da die Handschuhe intraoperativ nicht selten einreißen, bietet es sich an,

2 Paar sterile Handschuhe übereinander zu tragen.

Operationstechnik

Der Operationsort wird gewählt und lokalisiert. Dies kann entweder – wenn ein Spannungspneumothorax ohne hämorrhagische Komponente angenommen wird – die oben beschriebene ventrale Monaldi-Position im 2./3. ICR medioklavikulär oder die laterale Bülau-Position in der anterioren bis mittleren Axillarlinie des 4./5. ICR sein. Die Bülau-Position scheint auch bei Säuglingen und Kleinkindern die adäquate Position zu sein [7]. Zur Vermeidung intraabdomineller Fehllagen sollte nie kaudal der Mamillarebene operiert werden. Nach Desinfektion, deren Ausgiebigkeit von der zeitlichen Dringlichkeit abhängig gemacht wird, Abdeckung des Operationsgebietes und ggf. Lokalanästhesie wird die Haut über eine Länge von 3–5 cm mit dem Skalpell parallel zur Rippe inzidiert (**Abb. 4a**). Ein großzügig bemessener Schnitt erleichtert die spätere Drainageninsertion. Nun wird in „stumpfer Präpariertechnik“ mit Schere oder Klemme zunächst das subkutane Fettgewebe, dann die Interkostalmuskulatur disseziert. Die Schere/Klemme wird dazu mit geschlossenen Branchen eingeführt, dann geöffnet, mit gespreizten Branchen zurückgezogen und nie im Körper des Patienten wieder geschlossen (**Abb. 4b**). Zur Schonung des kaudal der Rippen verlaufenden Gefäß-Nervenbündels wird am Oberrand der Rippe präpariert. Bei adipösen Patienten sind die Rippen oft von extern nicht palpabel, können jedoch nach Präparation des Fettgewebes in aller Regel sicher lokalisiert werden. Es bietet sich an, einen „Tunnel“ in kranialer Richtung von der Inzision zur Stelle der Pleura-perforation zu präparieren. Der letzte Schritt zur Perforation der Pleura parietalis sollte mit dem Finger erfolgen. Zum Durchstoßen der Pleura ist oft viel Kraft notwendig, die direkt reduziert werden muss, um intrathorakale Organe nicht zu verletzen. Wenn dies mit dem Finger nicht gelingt, kann die Pleura vorsichtig mit der Schere eröffnet werden. Im Falle eines Spannungspneumothorax wird nun Luft, im Falle eines

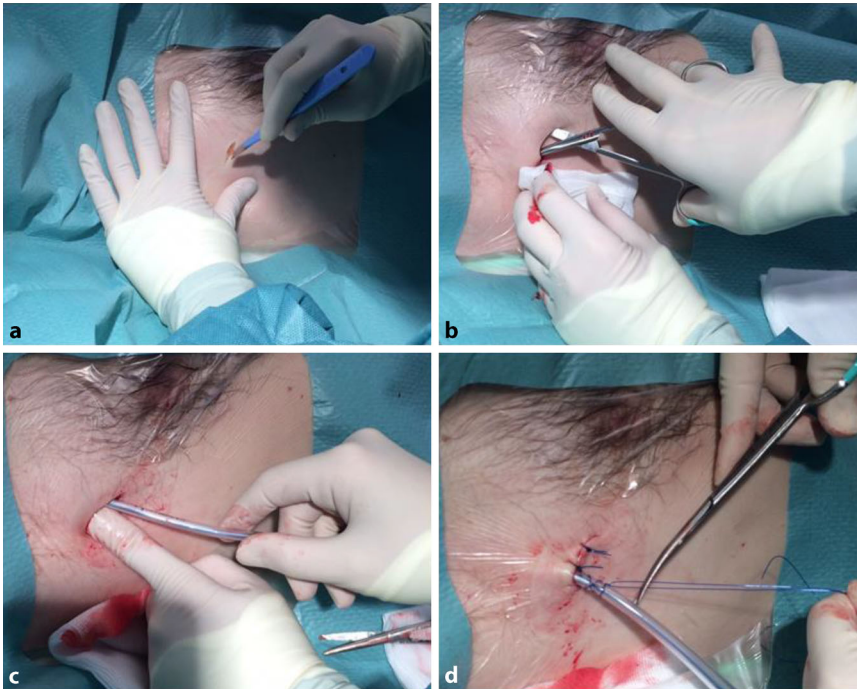


Abb. 4 ▲ Anlage einer Thoraxdrainage mittels Minithorakotomie. **a** Hautinzision in Bülow-Position mit dem Skalpell, **b** stumpfe Präparation von Fett und Muskulatur mit der Schere, **c** Insertion der Drainage unter Kontrolle mit einem Finger der anderen Hand, **d** Nahtfixation der Drainage und Wundverschluss

Hämatothorax Blut entweichen. Es wird nun mit einem Finger in den Thorax vorgegangen – die Lunge sollte dabei als glatte Struktur von schwammähnlicher Konsistenz getastet werden können – und der Thorax zirkulär ausgetastet. In Situationen, bei denen der Transport extrem zeitkritisch ist, kann mit dieser Thorakozentese bei beatmeten Patienten die Thoraxdekompression beendet werden, i. d. R. schließt sich jedoch die Einlage eines Drainagekatheters an. Dazu wird ein Finger intrathorakal belassen und mit der anderen Hand, ggf. mithilfe einer Klemme, der Drainagekatheter gegriffen und in die Pleurahöhle vorgeschoben (■ **Abb. 4c**). Eventuell vormontierte Kappen oder Trokare werden zuvor entfernt oder (im Falle des Trokars) zumindest weit zurückgezogen. Der Verlauf der Drainage kann mit dem intrathorakal belassenen Finger kontrolliert und dirigiert werden: Bei isolierten Pneumothoraces sollte sie ventroapikal, bei Hämatopneumothoraces hingegen dorsobasal zu liegen kommen [5, 20]. Die Drainage muss mindestens so weit vorgeschoben werden, dass sich alle seitlichen Öffnungen intrapleurale befinden. Vor der anschließenden Fixation der

Drainage sollte deren intrathorakale Lage nochmals verifiziert werden. Fixiert wird die Drainage mit einem starken Faden – ob dazu eine U-Naht, Tabaksbeutelnaht oder ein separat vorgelegter Faden verwendet wird, ist zunächst von untergeordneter Bedeutung. Zusätzlich sind meist weitere Einzelknopfnähte zum suffizienten Wundverschluss nötig ([21]; ■ **Abb. 4d**). Nach steriler Abdeckung der Wunde und zusätzlicher Fixation der Drainage mit Pflasterstreifen werden nun außerklinisch, da i. d. R. kein Wasserschlosssystem zur Verfügung steht, oft ein Heimlich-Ventil und ein Beutel aufgesteckt. Bei spontan atmenden Patienten ist ein (korrekt eingebautes und funktionierendes) Heimlich-Ventil zur Verhinderung eines Lufteintritts bei der Inspiration notwendig, bei mit Überdruck beatmeten Patienten kann es weggelassen werden. Wenn Heimlich-Ventil und Beutel verwendet werden, ist akribisch auf die korrekte Einbaurichtung und Durchgängigkeit des Ventils sowie auf den Füllungsstatus des Beutels zu achten, da sich bei Ventilokklusion oder praller Beutelfüllung mit Luft und/oder Blut erneut ein Spannungspneumothorax ausbilden kann, sodass wir

ein System mit geschlossenem Beutel für eher problematisch halten. Das Risiko eines erneuten Spannungspneumothorax bei persistierendem pulmonalem Luftleck ist ebenfalls ein Argument gegen das Abklemmen der Drainage bei Hämatothorax.

Einschränkungen der Methode

Pleurale Adhäsionen, etwa infolge von Pleuritiden oder vorangegangenen Thoraxdrainagen an gleicher Stelle, können einer erfolgreichen Insertion entgegenstehen und das Risiko von Lungenläsionen erhöhen. Es sollte allenfalls sehr vorsichtig versucht werden, Adhäsionen manuell zu lösen. Im Zweifelsfall muss ein alternativer Zugangsweg gewählt werden. Bei Patienten mit Adipositas per magna kann in Einzelfällen, trotz Kompression der Haut und des Fettgewebes, die Pleura nicht mit dem Finger erreicht werden. Bei zwischenzeitlich wieder wachen Patienten kann die i. d. R. mehrere Tage einliegende, großlumige Drainage einen deutlichen Schmerzreiz darstellen, der suffizient analgetisch therapiert werden muss.

Komplikationen

Komplikationen, die mitunter schwerwiegend sein können, sind bei dieser invasiven Maßnahme mit einer Rate von ca. 5–20 % [4, 13, 21, 23, 24, 27] nicht selten, sollten aber nicht davon abhalten, bei gegebener Indikation eine Thoraxdrainage anzulegen. Durch konsequente Beachtung einiger grundlegender Vorsichtsmaßnahmen können zudem viele Komplikationen vermieden werden. Als Hauptkategorien von Komplikationen können eine Erfolglosigkeit der Anlage und damit fehlende Effektivität der notwendigen Therapie, z. B. durch Fehllage oder falschen Zusammenbau des Systems, und Verletzungen oder Infektionen durch die Thoraxdrainagenanlage unterschieden werden. Die häufigste Komplikation sind Fehllagen: Extrapleurale, subkutane Lagen werden in ca. 2,5 % [4] aller präklinischen Thoraxdrainagen beschrieben. In ca. 1 % [4] der Fälle kommt es zu intraperitonealen Lagen und mit ca. 25 % [13, 24] sehr häufig werden Fehllagen im Interlobärspace

Infobox 3 Korrekte Indikationsstellung, komplikationsbehaftete technische Durchführung

Kurz vor Schichtwechsel fällt bei einem 77-jährigen Patienten, der wegen eines gedeckt perforierten Bauchortenaneurysmas auf der Intensivstation behandelt wird, eine therapierefraktäre Hypotonie und ein Hautemphysem rechtsthorakal auf. Der Stationsarzt vermutet einen Spannungspneumothorax und entschließt sich zu einer Thoraxdekompression, ohne eine Röntgenaufnahme abzuwarten. Er punktiert mit einer 14-G-Venenerweilkanüle im 1. ICR medioklavikular rechts. Aus der Nadel entleert sich viel Blut. Ebenfalls sprudeln große Mengen Blut aus dem Endotrachealtubus. Die kardiopulmonale Situation bleibt desolat. Der hinzugekommene Kollege führt nun rasch jeweils eine Minithorakotomie und Thoraxdrainageninsertion in Bülau-Position beiseits durch. Rechts entleeren sich Luft und Blut, links blutig tingierte Ergussflüssigkeit. Kreislauf- und Beatmungsparameter bessern sich deutlich. In der Bronchoskopie lässt sich ein Rinnsal von Blut aus dem rechten Lungenoberlappenbronchus darstellen. Nach lokaler Instillation von Tranexamsäure über das Bronchoskop sistiert die Blutung. Der Patient verstirbt einige Tage später nach abdominalen Nachblutungen.

Diskussion: In diesem Fall wurde der Verdacht auf einen Spannungspneumothorax frühzeitig aufgrund klinischer Symptome gestellt und folgerichtig die Indikation zur sofortigen Thoraxdekompression gestellt, deren technische Durchführung jedoch komplikationsbehaftet war: Bei der Nadelpunktion können die penetrierten Strukturen nicht mit dem Finger palpirt werden und es besteht somit Unsicherheit über die Lage der Nadelspitze. Zudem wurde an aberranter Lokalisation punktiert. Der Fall illustriert eine korrekte Indikationsstellung, jedoch auch die Probleme und Komplikationen der thorakalen Nadelpunktion.

beobachtet. Während letztere oft ohne relevante klinische Auswirkungen bleiben und allenfalls eine leichte Reposition der Drainage erfordern, sind subkutane und abdominelle Fehllagen problematisch, da der Therapieerfolg ausbleibt und abdominelle Platzierungen mit einem hohen Risiko von Organverletzungen assoziiert sind. Die korrekte Wahl des Operationsorts (nicht kaudal der Mamilen!), eine Identifikation der dissezierten Gewebeschichten, die Austastung der Pleurahöhle und die Führung und Kon-

trolle der Drainage mit dem Finger können den meisten Fehlplatzierungen vorbeugen. Verdacht auf eine Fehllage sollte aufkommen, wenn weder eine atemsynchrone Bewegung von Flüssigkeit im Schlauchsystem noch Luftblasen im Wasserschloss oder ein „Beschlagen“ der Schlauchinnenwand beobachtet werden können. Verletzungen aller denkbaren benachbarten Organe, wie Lunge, Herz [17], Gefäße [25], Ösophagus, Milz oder Leber im Zuge der Anlage einer Thoraxdrainage mit teils fatalen Konsequenzen sind beschrieben. Ein besonders hohes Verletzungsrisiko besteht bei der Insertion mittels Trokar, die daher obsolet ist [16, 21, 23]. Bei einer vorsichtigen Vorgehensweise in stumpfer Präpariertechnik ist von einem geringen Verletzungsrisiko auszugehen. Auch bei intraperitonealer statt intrapleuraler Drainageneinlage besteht ein hohes Risiko der Läsion intraabdomineller Organe, sodass – wie bereits betont – nicht kaudal der Mamillen operiert werden sollte. Die Gefahr von Verletzungen kostaler Gefäße oder Nerven wird durch eine Präparation am Rippenoberrand minimiert. Bei der Nadeldekompression oder Thorakotomie in Monaldi-Position sollte nicht zu weit medial und nicht zu weit kranial vorgegangen werden, um Verletzungen der A. thoracica interna respektive der subklavikulären Gefäße vorzubeugen. Im Falle einer Nadelpunktion ohne tatsächlich zugrunde liegendem Pneumothorax können leicht Lungenparenchym, Gefäße und Bronchien verletzt werden, da die Pleuraperforation nicht sicher kontrolliert werden und sich bei der ersten Luftaspiration die Nadel bereits intrapulmonal befinden kann (■ Infobox 3). Hieraus kann ein iatrogenen Pneumothorax oder Hämatothorax, der dann wiederum drainiert werden muss, resultieren [30]. Zur Prävention von Infektionen sollten auch bei notfallmäßigen invasiven Maßnahmen die Grundregeln des aseptischen Vorgehens respektiert werden.

Fazit für die Praxis

- Die notfallmäßige Thoraxdekompression kann lebensrettend sein. Sie muss von jedem Notarzt und In-

tensivmediziner beherrscht und bei gegebener Indikation unverzüglich durchgeführt werden.

- Präklinisch wird die Indikation streng gestellt: Dekomprimiert wird bei Spannungspneumothorax, Pneumothorax mit Überdruckbeatmung, massivem Hämatothorax und traumaassoziierter kardiopulmonaler Reanimation.
- Präklinisch stehen zur Thoraxdekompression die Nadelpunktion oder die Minithorakotomie mit oder ohne Einlage einer Thoraxdrainage zur Verfügung.
- Die Nadelpunktion ist mit einer niedrigen Erfolgsrate verbunden und stellt nur ein überbrückendes Verfahren dar.
- Vorgehen kranial der Mamille, stumpfe Präparation und Austastung des Pleuraraums reduzieren Komplikationsraten bei der Minithorakotomie.

Korrespondenzadresse

Dr. med. H. Drinhaus

Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin, Universitätsklinikum Köln (AöR)
Kerpener Str. 62, 50937 Köln, Deutschland
hendrik.drinhaus@uk-koeln.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. H. Drinhaus, T. Annecke und J. Hinkelbein geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine von den Autoren durchgeführten Studien an Menschen oder Tieren.

Literatur

1. Buschmann C, Kleber C (2014) Spannungspneumothorax als internistischer Notfall: Reanimation bei infektexazerbiert COPD. Notarzt 30(19):16–20
2. Buschmann CT, Tsokos M, Kurz SD, Kleber C (2015) Spannungspneumomediastinum und -pneumothorax nach Trachealperforation während Reanimation. Anaesthesist 64(7):520–526
3. Cantwell K, Burgess S, Patrick I et al (2014) Improvement in the prehospital recognition of tension pneumothorax: the effect of a change to paramedic guidelines and education. Injury 45(1):71–76
4. Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie (2011) AWMF-Leitlinie 012-019: S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung. <http://www.dgu.de>

- awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/012-019I_S3_Polytrauma_Schwerverletzten-Behandlung_2015-01.pdf. Zugegriffen: 04. Aug 2016
5. Dev SP, Nascimiento B Jr, Simone C, Chien V (2007) Videos in clinical medicine. Chest-tube insertion. *N Engl J Med* 357(15):e15
 6. Dominguez KM, Ekeh AP, Tchorz KM et al (2013) Is routine tube thoracostomy necessary after prehospital needle decompression for tension pneumothorax? *Am J Surg* 205(3):329–332
 7. Eifinger F, Lenze M, Briskin K, Welzing L, Roth B, Koebke J (2009) The anterior to midaxillary line between the 4th or 5th intercostal space (Buelau position) is safe for the use of thoracostomy tubes in preterm and term infants. *Paediatr Anaesth* 19(6):612–617
 8. Elsayed H, Roberts R, Emadi M, Whittle I, Shackcloth M (2010) Chest drain insertion is not a harmless procedure – are we doing it safely? *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 11(6):745–748
 9. Flentje M, Krüger M, Ruschulte H (2015) Pneumoperikard durch Thoraxkompression. Übersehene Reanimationsverletzung. *Anaesthesist* 64:943–947
 10. Genzwürker HV, Volz A, Isselhorst C et al (2005) Polytrauma mit Spannungspneumothorax bei liegender Thoraxdrainage. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 40(12):756–761
 11. Givens ML, Ayotte K, Manifold C (2004) Needle thoracostomy: implications of computed tomography chest wall thickness. *Acad Emerg Med* 11(2):211–213
 12. Gries A, Zink W, Bernhard M, Messelken M, Schleichriemen T (2006) Realistic assessment of the physician-staffed emergency services in Germany. *Anaesthesist* 55(10):1080–1086
 13. Huber-Wagner S, Körner M, Ehrh A et al (2007) Emergency chest tube placement in trauma care – which approach is preferable? *Resuscitation* 72(2):226–233
 14. Huber-Wagner S, Lefering R, Qvick M et al (2007) Outcome in 757 severely injured patients with traumatic cardiorespiratory arrest. *Resuscitation* 75(2):276–285
 15. Hyacinthe AC, Broux C, Francony G, Genty C et al (2012) Diagnostic accuracy of ultrasonography in the acute assessment of common thoracic lesions after trauma. *Chest* 141(5):1177–1183
 16. John M, Razi S, Sainathan S, Stavropoulos C (2014) Is the trocar technique for tube thoracostomy safe in the current era? *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 19(1):125–128
 17. Kerger H, Blaettner T, Froehlich C et al (2007) Perforation of the left atrium by a chest tube in a patient with cardiomegaly: management of a rare, but life-threatening complication. *Resuscitation* 74(1):178–182
 18. Kleber C, Giesecke MT, Lindner T, Haas NP, Buschmann CT (2014) Requirement for a structured algorithm in cardiac arrest following major trauma: epidemiology, management errors, and preventability of traumatic deaths in Berlin. *Resuscitation* 85(3):405–410
 19. Kleber C, Giesecke MT, Tsokos M, Haas NP, Buschmann CT (2013) Trauma-related preventable deaths in Berlin 2010: need to change prehospital management strategies and trauma management education. *World J Surg* 37(5):1154–1161
 20. Klopp M, Hoffmann H, Dienemann H (2015) Die Thoraxdrainage. *Dtsch Med Wochenschr* 140(5):339–342
 21. Kwiatt M, Tarbox A, Seamon MJ et al (2014) Thoracostomy tubes: a comprehensive review of complications and related topics. *Int J Crit Illn Inj Sci* 4(2):143–155
 22. Leigh-Smith S, Harris T (2005) Tension pneumothorax—time for a re-think? *Emerg Med J* 22(1):8–16
 23. Mao M, Hughes R, Papadimos TJ, Stawicki SP (2015) Complications of chest tubes: a focused clinical synopsis. *Curr Opin Pulm Med* 21(4):376–386
 24. Maybauer MO, Geisser W, Wolff H, Maybauer DM (2012) Incidence and outcome of tube thoracostomy positioning in trauma patients. *Prehosp Emerg Care* 16(2):237–241
 25. Schley M, Rössler M, Konrad CJ, Schüpfer G (2009) Verletzung der V. subclavia mit einer Thoraxdrainage. *Anaesthesist* 58(4):387–390
 26. Schmidbauer W, Hauer T, Lechner R (2015) Taktische Medizin – Notfallmedizin im militärischen Einsatz. *Notarzt* 31(6):316–327
 27. Schmidt U, Stalp M, Gerich T, Blauth M, Maull KI, Tschern H (1998) Chest tube decompression of blunt chest injuries by physicians in the field: effectiveness and complications. *J Trauma* 44(1):98–101
 28. Sefrin P, Muhler MK (2014) Kurs Invasive Notfalltechniken – Auswertung des „agbn-Kurses“. *Notarzt* 30:253–257
 29. Truhlar A, Deakin CD, Soar J, et al, Cardiac arrest in special circumstances section Collaborators (2015) European resuscitation council guidelines for resuscitation 2015: section 4. cardiac arrest in special circumstances. *Resuscitation* 95:148–201
 30. Wernick B, Hon HH, Mubang RN et al (2015) Complications of needle thoracostomy: a comprehensive clinical review. *Int J Crit Illn Inj Sci* 5(3):160–169

Hier steht eine Anzeige.

