Thoraxtrauma

Inzidenz

In Westeuropa sind 95% der Thoraxtraumen stumpfe Verletzungen. Im Gegensatz hierzu sind in den USA und Südafrika penetrierende Verletzungen 100fach häufiger. Dementsprechend stammen alle relevanten Studien über penetrierende Verletzungen aus diesem Raum [5, 7, 12, 14, 18].

Stumpfe Herzverletzung

Myokardkontusion

Die Diagnostik beinhaltet ein 12-Kanal-EKG. Es werden Arrhythmien und Ischämiezeichen beobachtet.

Alle Enzymbestimmungen sind bei den meist polytraumatisierten Patienten nicht sicher aussagefähig, am ehesten eignet sich der Enzymverlauf. Bestimmt werden der Quotient aus CK-MB und Gesamt-CK, der nicht größer als 0,1 sein sollte, sowie die Troponinspiegel, aussagekräftiger ist der Verlauf des Isoenzym Troponin I.

Eine zentrale Rolle kommt der Ultraschalldiagnostik zu, die idealerweise als transösophageale Untersuchung erfolgt, da hier keine Störungen durch Emphysem oder Pneumothorax zu erwarten sind. Kontusionierte Myokardareale werden als minderbeweglich erkannt, auch Verletzungen der Herzklappen- und Papillarmuskeln können identifiziert werden.

Die Therapie der Kontusion entspricht zunächst der Basistherapie des Myokardinfarkts mit Ruhe, Analgesie und Sauerstoffgabe.

Herzruptur

Herzrupturen, die überlebt werden, betreffen das Niederdrucksystem, also die Vorhöfe und den rechten Ventrikel [16]. Wenn

das Krankenhaus lebend erreicht wird, beträgt die Überlebensrate in erfahrenen Zentren 30% [8]. Die Versorgung erfolgt aufgrund der dringenden Notfallindikation meist ohne Herz-Lungen-Maschine mit direkter Naht.

Koronararterien-, Herzklappen-, Septumverletzungen

Sie können meist mit aufgeschobener Dringlichkeit mit Herz-Lungen-Maschine versorgt werden. Die Therapie der Verletzung einer Koronararterie entspricht in den häufigsten Fällen der Behandlung eines Myokardinfarkts.

Perforierende Herzverletzungen, Notfallversorgung

Die klare Überlegenheit eines sofortigen Transports in die Klinik, und sei es durch medizinische Laien, gegenüber jeglicher Form der professionellen Unfallhilfe konnte in mehreren Studien aus den USA und Südafrika gezeigt werden [3, 4, 12]. Auf das hiesige Rettungssystem übertragen bedeutet dies, dass der Notarzt sich auf das Legen eines Zugangs und die Intubation beschränken sollte und der unverzügliche Transport in die Klinik im Vordergrund steht, da nur die möglichst baldige chirurgische Therapie Aussicht auf Rettung des Patienten bietet (■ Abb. 1).

Die Diagnostik beinhaltet und erschöpft sich beim kreislaufinstabilen Patienten in der Sonographie. Beim kreislaufstabilen Patienten schließt sich eine CT an (mit Kontrastmittel).

Die Therapie besteht in der Thorakotomie, bevorzugt als mediane Sternotomie, zur Kontrolle der Blutung und Entlastung der Perikardtamponade. Sie bietet außerdem die Möglichkeit der direkten Herzdruckmassage.

Bei der perforierenden Herzverletzung stellt die Perikardtamponade einen temporären Schutzmechanismus gegen Verbluten dar. In einer Serie von Thoraxverletzten, die im Schockraum thorakotomiert wurden, konnten immerhin 67% der Patienten, die eine Tamponade aufwiesen, aus dem Krankenhaus entlassen werden, während nur 5,6% mit hypovolämischem Schock überlebten [13]. Aus diesem Grund sollte eine überbrückende Entlastung nur bei vital bedrohlicher Tamponadesymptomatik erfolgen. Hierzu bietet sich die inferiore Perikardiotomie an, Punktionen sind meist ungenügend.

Verletzungen der großen Gefäße

Verletzungen der großen Gefäße entstehen meist durch stumpfe Traumen, entweder durch die direkte Kompression mit Verschiebung des Herzens (Lenkradprall) oder durch Dezelerationsverletzungen (Sturz) [9].

Nur gedeckte Verletzungen werden überlebt. Diese sind bei Überlebenden zu 90% an der Aorta descendens distal der linken A. subclavia lokalisiert. Im Sektionsgut findet sich dagegen eine deutlich gleichmäßigere Verteilung über den gesamten Aortenbogen [11, 15]. Verletzungen der Aorta ascendens werden meist nicht überlebt, da die Blutversorgung des Gehirns nicht mehr gewährleistet ist.

Sicheres Zeichen in der obligaten Übersichtsaufnahme des Thorax ist die Verbreiterung des Mediastinums in 85% der Fälle, alle weiteren Zeichen sind unsicher [6]. Klinisch fällt die Blutdruckdifferenz zwischen oberer und unterer Körperhälfte auf (Pseudocoarctatio aortae). Weitere diagnostische Schritte sind die Computertomographie mit Kontrastmittel und die transösophageale Ultraschalluntersuchung. Die Kombination dieser Verfah-

Abb. 1 ◀ **Perforierende Herzverletzung mit noch in situ befindlichem metallischem Fremdkörper auf Klappenebene nach Explosion eines selbst gebauten Sprengsatzes. Vom Rettungsteam nicht erkannt, Einlieferung in die Klinik wach und ansprechbar, wegen begleitender Handverletzung, Patient hat überlebt**

Abb. 2 ◀ **Direkte Naht einer Aortenruptur loco typico in Abklemmtechnik**

Abb. 3 ▲ **Perthes-Syndrom, Blutungen im gesamten Einzugsbereich der oberen Hohlvene**

ren macht die früher übliche Angiographie meistens überflüssig [19].

Die Therapie besteht in der chirurgischen Versorgung, die von den meisten Autoren auch bei stabilem Patienten als Notfall Eingriff durchgeführt wird. Bis zur Operation wird eine permissive Hypotonie angestrebt. Prinzipiell kann die Versorgung (direkte Naht oder Gefäßprothese) unter Abklemmen der Aorta im Bypass (■ Abb. 2) oder mit der Herz-Lungen-Maschine erfolgen. Da das Risiko einer Paraplegie bei Abklemmzeiten über 30 min stark ansteigt, geht der Trend eindeutig zu einer Versorgung mit der Herz-Lungen-Maschine, zumal hier in tiefer Hypothermie ggf. auch Verletzungen des Aortenbogens, wie z. B. Dissektionen versorgt werden können. Eine Alternative stellt in letzter Zeit die Versorgung mit einem über die A. femoralis eingebrachten intraluminalen Stent dar.

Thoraxwandinstabilität

Das anerkannte Prinzip der Behandlung besteht in der inneren Schienung durch Überdruckbeatmung [1]. Indikationen zur

operativen Stabilisierung ergeben sich nur bei starker, nicht behebbarer Impression sowie Thorakotomie aus anderem Grund.

Die Osteosynthesen sind aufgrund der Atembewegung und der meist vorhandenen Kontaminationen (Luftwege) besonders infektgefährdet.

Perthes-Syndrom

Durch längere starke Kompression des Thorax kommt es zum Einstrom und konsekutiv zu Blutungen, die besonders augenscheinlich im Einzugsbereich der oberen Hohlvene mit Verfärbung des Gesichts und konjunktivalen Blutungen sind (■ Abb. 3). Wichtig ist der Ausschluss zerebraler und intraokularer Blutungen durch CT und Augenhintergrundspiegelung.

Pneumothorax und Hämatothorax

Der an sich meist nicht lebensbedrohliche Pneumothorax wird unter Überdruckbeatmung schnell zum vital bedrohlichen Spannungspneumothorax. Ursache des

Hämatothorax sind meist Blutungen aus Interkostalgefäßen. Wegen der oft eröffneten Luftwege besteht die Gefahr eines Pleuraempyems.

Die Therapie sowohl des Pneumo- als auch des Hämatothorax besteht in der Anlage einer Thoraxsugdrainage, bevorzugt über eine Minithorakotomie in Bühlau-Position.

Bei persistierendem Pneumothorax bzw. Haut- und/oder Mediastinalemphysem muss zunächst die Drainagenlage überprüft werden. Immer muss eine Verletzung großer Luftwege durch Bronchoskopie ausgeschlossen werden. Bestehen nach 3 Tagen Sog immer noch keine vollständige Ausdehnung sowie ein Luftleck, ist eine Thorakoskopie ggf. mit Pleurodese indiziert. Verlegte Bronchien (Blut/Schleim) können dazu führen, dass bei korrekter Drainagenlage keine Ausdehnung erreicht wird. Auch hier ist die Bronchoskopie mit Absaugen Mittel der Wahl. Drainagefehlern können mit einem nicht ganz eingeführten Trokar in ihrer Lage korrigiert werden. Obliterationen der Drainagen können durch Absaugen mit Magensonde oder mittels eines eingeführten Fogarty-Kathe-

Trauma Berufskrankh 2005 · 7[Suppl 1]:S202–S206
DOI 10.1007/s10039-003-0817-x
© Springer-Verlag 2004

J. Heineck · T. H. Jacobi · H. D. Saeger · H. Zwipp

Thoraxtrauma

Zusammenfassung

In Westeuropa dominieren stumpfe Verletzungen des Thorax, penetrierende Verletzungen sind Raritäten. Entsprechend wenig Routine besteht in der Versorgung Letzterer, sie orientiert sich an den Erfahrungen aus den USA und Südafrika. Während penetrierende Verletzungen häufig operativ versorgt werden müssen, können die meisten stumpfen Traumen konservativ bzw. mit Thoraxdrainage und maschineller Beatmung suffizient behandelt werden. Bei insgesamt niedriger Frequenz ist es umso wichtiger, die Fälle zu erkennen, bei denen eine Thorakotomie erforderlich ist. Neben der akuten Versorgung spielt insbe-

sondere die konsequente Therapie des sich häufig entwickelnden ARDS eine wichtige Rolle. Therapiepfiler sind die Lungen schonende maschinelle Beatmung, die nicht standardisiert, sondern individuell angepasst erfolgen muss, die Flüssigkeitsrestriktion sowie die Lagerungstherapie. Trotz vieler Versuche spielen adjuvante medikamentöse Therapien und die Lungenersatzverfahren nur eine untergeordnete Rolle.

Schlüsselwörter

Stumpfe/penetrierende Thoraxverletzung · Thoraxdrainage · Maschinelle Beatmung · Thorakotomie · ARDS

Trauma to the thorax

Abstract

In western Europe blunt injuries of the thorax are the more dominant, and penetrating injuries of this region are rare. One consequence of this is that no standard methods of treatment for penetrating injuries have grown up in western Europe, and their treatment is based on experience recorded in the United States of America and in South Africa. While penetrating injuries frequently require surgical treatment, most blunt traumas can be adequately treated by conservative methods, often in the form of thoracic drainage and mechanical ventilation. The overall low frequency of cases in which a thoracotomy is necessary means it is even more important that these cases are recognised. In addition to the acute care, the reg-

ular treatment of ARDS, which often develops in such cases, has an especially important role. The cornerstones of treatment are mechanical ventilation, which must be gentle on the lungs and tailored to each patient individually rather than being set up in a routine manner, restriction of fluids, and positioning. Despite many trials, adjuvant medicamentous therapies and lung substitution procedures have only a minor role in these patients.

Keywords

Blunt/penetrating injury to the thorax · Thoracic drainage · Mechanical ventilation · Thoracotomy · ARDS

ters beseitigt werden. Diese Manöver sind jedoch mit einem erhöhten Infektionsrisiko verbunden. Im Zweifelsfall sollte besser eine neue Drainage gelegt werden.

Pleuraempyem

Das frische, nicht septierte (Sonographie, CT) Empyem wird mittels Saug-Spül-Drainage behandelt. Bei vorhandenen Septen können eine thorakoskopische Spülung und Drainage oder die Thorakotomie eingesetzt werden. Ältere Empyeme mit starker Schwartenbildung erfordern die Thorakotomie mit Dekortikation.

Verletzungen des Trachealbronchialsystems

Sie fallen klinisch durch einen trotz Drainage persistierenden Pneumothorax bei großem Luftleck, niedrigen Beatmungsdruck und mediastinales Emphysem auf (■ Abb. 4).

Die primäre Diagnostik ist die Bronchoskopie, ggf. verbunden mit CT.

Die Therapie besteht in der operativen Freilegung und meist direkten Naht, im oberen Bereich über einen Kocher-Kragenschnitt, der zur Sternotomie erweitert werden kann, im unteren Bereich über eine rechts- oder linksseitige posterolaterale Thorakotomie.

Lungenkontusion und endobronchiale Blutung

Die Therapie der reinen Lungenkontusion erfolgt konservativ ggf. mit Drainage eines begleitenden Hämato- oder Pneumothorax.

Bei einer starken endobronchialen Blutung (■ Abb. 5) kann die Oxygenierung des Patienten unmöglich sein. Mittel der Wahl ist hier die selektive Bronchusblockade mit einem neben dem Tubus eingeführten und bronchoskopisch platzierten Fogarty-Katheter, der für 24 h belassen wird. Nur selten wird eine Lungenresektion erforderlich.

Indikation zur Thorakotomie beim stumpfen Trauma

Die Indikation zur Thorakotomie ist bei verletzten großen Luftwegen oder bei gro-

Abb. 4 ▲ Trachealruptur bei liegendem Tubus

Abb. 5 ◀ Starke endobronchiale Blutung mit erheblicher Störung der Oxygenierung

Abb. 6 ◀ ARDS mit deutlichen beidseitigen Infiltraten

ßem initialem oder konsekutivem Blutverlust gegeben. Hood [10] gab die Grenzen wie folgt an:

- initial mehr als 1000 ml (selten richtungsweisend),
- mehr als 500 ml/h in der 1. Stunde,
- mehr als 200 ml/h in den ersten 4 h oder
- mehr als 100 ml/h in den ersten 8 h.

Diese Werte dienen der Orientierung.

ARDS

Das adulte respiratorische Lungenversagen (■ **Abb. 6**) wird nach einer europäisch-amerikanischen Konsensuskonferenz [2] definiert durch:

1. akutes Auftreten
2. bilaterale Infiltrate im konventionellen Röntgenbild

3. Ausschluss einer kardialen Genese in der Regel durch Messung des pulmonalarteriellen Verschlussdrucks
4. Oxygenierungsstörung mit einem Horowitz-Quotienten <200 mmHg

Die Therapie stützt sich im Wesentlichen auf 3 Säulen:

- maschinelle Beatmung,
- Flüssigkeitsrestriktion und
- Lagerungstherapie.

Die modernen Beatmungsregimes sind bemüht, Schäden durch zu hohen Beatmungsdruck und hohe Sauerstoffkonzentration zu vermeiden. Dies wird durch eine druckkontrollierte Beatmung mit dezerlierendem Fluss und einem Druck von maximal <35 mmHg, niedrigen Tidalvolumina bei erhöhter Atemfrequenz und einer bis hin zur Inversed-Ratio-Beatmung verlängerten Einatemungszeit erreicht. Der FIO_2 sollte so unter 60% zu halten sein.

Ein weiterer wichtiger Bestandteil ist das Offenhalten einmal entfalteter Alveolen durch einen erhöhten PEEP, dessen Optimum individuell ermittelt werden muss, aber kleiner als 15 mmHg sein sollte. Bei diesen Beatmungsformen, die ganz auf Schonung der Lunge setzen, muss und wird eine (permissive) Hyperkapnie bis $\text{p}_a\text{CO}_2=120$ mmHg in Kauf genommen.

Die Flüssigkeitsrestriktion sollte sich am Wedge-Druck orientieren, der im niedrigen Normbereich liegen sollte.

Von Suarez-Sipman u. Lachmann [17] wurde ein Open lung genanntes Konzept vorgeschlagen, wobei durch initiales starkes Blähen der Lunge mit bis zu 80 mmHg alle Alveolen entfaltet werden sollten. Dieses Manöver kann ggf. wiederholt werden. Es beinhaltet eine starke Barotraumagefahr und wird von uns nicht angewendet.

Zur Lagerung stehen die kontinuierliche Drehung im Rotationsbett sowie die intermittierende Bauchlagerung zur Verfügung. Die Vorteile des Rotationsbetts

Tabelle 1

Therapie des Thoraxtraumas

Verletzung	Anzahl (n)	Anteil [%]	Therapie
Brustwandverletzung	80	43	Konservativ
Lungenkontusion	57	30	Konservativ
Zwerchfellverletzung	15	8	Rekonstruktion: abdominell 11, thorakal 4
Lungenparenchymverletzung	12	7	Übernähung 7, Resektion 3, Drainage 2
Gefäßverletzung	9	5	Operativ 2, konservativ 4, verstorben 3
Herzverletzung	8	4	Operativ 3, konservativ 2, verstorben 3
Tracheobronchialverletzung	5	3	Direkte Naht 4, Resektion 1

liegen im geringen Arbeitsaufwand sowie der guten Schienung noch unversorgter Extremitäten und Wirbelsäulenverletzungen, die Vorteile der Wechsellagerung in der maximalen Entlastung der dorsalen Lungenabschnitte. Im eigenen Vorgehen wird die manuelle Wechsellagerung nur bei Versagen der Therapie im Rotationsbett angewandt.

Eigene Ergebnisse

Von Oktober 1993 bis Dezember 1999 wurden in unserer Klinik 160 Patienten mit schwerem Thoraxtrauma (AIS>2) behandelt. 144-mal war die Verletzung stumpf, 16-mal penetrierend. 94% der Patienten wurden vom Notarzt intubiert, 25% erhielten präklinisch eine Thoraxdrainage, 38% in der Klinik. In 29% der Fälle lag eine Kombination mit einer abdominellen Verletzung, in 24% mit einem SHT vor. 19% wurden thorakotomiert. Die weiteren Therapiemaßnahmen sind in **■ Tabelle 1** zusammengefasst.

Die Letalität betrug beim stumpfen Trauma (ISS=37) 23%, beim penetrierenden (ISS=23) 13%.

Schlussfolgerung

1. Das Thoraxtrauma beeinflusst wesentlich die Prognose des polytraumatisierten Patienten.
2. Wichtigste Entscheidungspunkte für das Outcome sind die Versorgung am Unfallort, die Indikationsstellung zur Thorakotomie oder zum konservativen Vorgehen in der Klinik und ein aggressives Management auf der Intensivstation.

sives Management auf der Intensivstation.

Korrespondierender Autor

Dr. J. Heineck

Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie, TU Dresden, Fetscherstraße 74, 01307 Dresden
E-Mail: uwc@rcs.urz.tu-dresden.de

Interessenkonflikt: Der korrespondierende Autor versichert, dass keine Verbindungen mit einer Firma, deren Produkt in dem Artikel genannt ist, oder einer Firma, die ein Konkurrenzprodukt vertreibt, bestehen.

Literatur

1. Avery E, Mörch E, Benson D (1956) Critically crushed chest: a new method of treatment with continuous mechanical hyperventilation to produce internal pneumatic stabilisation. *J Thorac Surg* 32: 291–309
2. Bernard GR, Artigas A, Brigham KL et al. (1994) The American European Consensus Conference on ARDS. Definitions, mechanisms, relevant outcomes and clinical trial coordination. *Am J Respir Crit Care Med* 149: 818–824
3. Bickel WH, Wall MJ, Pepe PE et al. (1994) Immediate versus delayed fluid resuscitation in patients with penetrating torso injuries. *N Engl J Med* 331: 1105–1109
4. Demetriades D, Chan L, Cornwell E et al. (1996) Paramedic vs private transportation of trauma patients: effect on outcome. *Arch Surg* 131: 133–138
5. Demetriades D, Murray J, Sinz B et al. (1988) Epidemiology of major trauma and trauma deaths in Los Angeles County. *J Am Coll Surg* 187: 373–383
6. Fabian TC, Richardson JD, Croce MA et al. (1997) Prospective study of blunt aortic injury: multicenter trial of the American Association for the Surgery of Trauma. *J Trauma* 42: 374–383
7. Feliciano DV, Bitondo CG, Mattox KL et al. (1984) Civilian trauma in the 1980 s. A 1-year experience with 456 vascular and cardiac injuries. *Ann Surg* 199: 717–724
8. Fulton JO, Nel L, DeGroot KM et al. (1998) Blunt cardiac rupture. *S Afr J Surg* 36: 132–135

9. Gotzen L, Flory PJ, Otte D (1980) Biomechanics of aortic rupture at classical location in traffic accidents. *Thorac Cardiovasc Surg* 28: 64–68
10. Hood RM (1989) Postinjury and postoperative care of thoracic trauma. In: Hood RM, Boyd AT, Culliford AT (eds) *Thoracic trauma*. Saunders, Philadelphia, p 238
11. Hunt JP, Baker CC, Lentz WL et al. (1996) Thoracic aorta injuries: management and outcome of 144 patients. *J Trauma* 40: 547–556
12. Lerer LB, Knottenbelt JD (1994) Preventable mortality following sharp penetrating chest trauma. *J Trauma* 37: 9–12
13. Lewis G, Knottenbelt JD (1991) Should emergency room thoracotomy be reserved to patients with cardiac tamponade? *Injury* 22: 5–6
14. Moos L von, Wagner HE, Schüpbach P (1988) Penetrierende Herzverletzungen. *Chirurg* 59: 101–105
15. Parmley LF, Mattingly TW, Manion WC et al. (1958) Nonpenetrating traumatic injury to the aorta. *Circulation* 17: 1086–1101
16. Pevic WC, Udekwa AO, Peitzman AB (1989) Blunt rupture to the myocardium. *Ann Thorac Surg* 48: 139–142
17. Suarez-Sipman F, Lachmann B (1999) Clinical perspectives of the open lung concept. *Minerva Anestesiol* 65: 310–312
18. Sunder-Plassmann L, Brandl R, Heberer G (1986) Penetrierendes und perforierendes Thoraxtrauma. *Chirurg* 57: 668–673
19. Zipfel B, Bauer M, Schaffarczyk R et al. (1999) Operative repair of traumatic aortic rupture with extracorporeal circulation-management and outcome. *Thorac Cardiovasc Surg [Suppl I]* 43: 260–261