



Reanimation exakt

2., erweiterte Auflage

Bonusmaterial Hot Topic 3
Version 1.0 · Online veröffentlicht am: XX.12.2016 · DOI XXX

ACHTUNG: Dieses Bonusmaterial ist integraler Bestandteil des Büchleins „Reanimation exakt“ (Naseweis-Verlag, 2. Auflage, 2016). Für die Nutzung dieses Bonusmaterials gelten alle Rahmenbedingungen wie für „Reanimation exakt“, insbes. Urheberrecht, Produkthaftung, Therapieentscheidungen, Handelsnamen/Warenbezeichnungen. Details siehe „Wichtige Hinweise“ in „Reanimation exakt“ auf der Seite VI.

[Download von www.Naseweis-Verlag.de](http://www.Naseweis-Verlag.de)

Bonusmaterial zu Reanimation exakt, 2. Auflage © Naseweis Verlag, 2016

Das Buch ist erhältlich unter
www.naseweis-verlag.de
(ISBN-13 978-3-939763-12-3)



Traumatischer Herz-Kreislauf-Stillstand

Autor: L. Berneburg · Redaktionelle und inhaltliche Bearbeitung: R. Böhmer, B. Wolcke, Th. Schneider

Vorwort zum Abschnitt „Traumatischer Herz-Kreislauf-Stillstand“

von Dr. med. Thomas H. Schneider

Die Reanimatologie unterliegt wie alle Gebiete der Medizin der stetigen Veränderung, die jeden von uns vor Herausforderungen stellt. Dem „Senior“ im Herausgeberteam ist noch lebhaft in Erinnerung, welche Überwindung es anfangs den in der Welt des „ABC“ sozialisierten Anästhesisten kostete, einzugestehen, dass Thoraxkompressionen die höchste und Defibrillation bei VF die zweithöchste Priorität bei der CPR genießen. Der noch in den 1980ern und 90ern hochgehaltene Primat der Atemwegssicherung und Oxygenierung rutscht auf Platz drei. Und das ist gut so!

In den aktuellen Leitlinien verlangt uns der schwer verletzte Patient nun einiges ab. Auf den Punkt gebracht lautet das Motto bei Patienten mit traumatisch verursachtem Herz-Kreislaufstillstand: „Wer A sagt (die Indikation zur Reanimation stellt), muss auch B sagen (die notwendigen Maßnahmen vorbehaltlos durchführen).“ Und dieses „B“ beinhaltet Maßnahmen von – für die meisten präklinisch tätigen Notärzte in Deutschland – ungewohnter Invasivität.

Der nachfolgende Beitrag mag bei Ihnen, liebe Leserin und lieber Leser, auf Vorbehalte und Bedenken stoßen. Natürlich sind hochinvasive Maßnahmen in der Notfallmedizin selten, können aber im Einzelfall lebensrettend und vor allem ohne Alternative sein. Uns ist bewusst, dass es hierzu ernstzunehmende Vorbehalte gibt, z.B. die dramatische Wirkung einer Notthorakotomie auf Augenzeugen und mögliche Konsequenzen im Falle der Erfolglosigkeit (Nachspiel) trotz korrekter Vorgehensweise.

Gerade deshalb möchten wir Sie einladen, sich vertiefend mit diesem Thema auseinanderzusetzen, das jeder Notärztin und jedem Notarzt in der Realität begegnen kann. Aus unserer Sicht ist es unerlässlich, sich dafür vorher einen Plan zurecht zu legen und Entscheidungskriterien parat zu haben. Dazu gehört nicht nur, ggf. eigene Grenzen zu berücksichtigen, sondern auch sich den Erfordernissen entsprechend weiterzubilden. Die Reanimatologie entwickelt sich weiter – und wir mit ihr.

Traumatischer Herz-Kreislauf-Stillstand (tHKS)

Kardiopulmonale Reanimationen bei Patienten mit akutem Trauma (tCPR), durch Trauma bedingt oder mit Trauma assoziiert, sind wesentlich seltener als Reanimationen bei Herz-Kreislauf-Stillstand aus innerer Ursache (knapp 3 % aller Reanimationen im deutschen Reanimationsregister) [L1]. Häufig sind dabei jüngere Menschen betroffen. Die Überlebenschancen sind niedriger als bei CPR aus innerer Ursache, **wohingegen das neurologische Outcome sogar deutlich besser ist**. Die Überlebensraten haben sich allerdings seit Ende des vergangenen Jahrhunderts (0–2 %) [L2] deutlich verbessert (6 %, 17 %) [ERC 2010]. **Heutzutage liegt die Überlebensrate für die Untergruppe „penetrierendes Trauma“ bei 3,3–3,7 %**, könnte aber vermutlich bei konsequenter Therapie noch höher sein (s. u.). Einzelne Daten aus dem militärischen Bereich (Traumaregister der britischen Armee) zeigten unter den diesbezüglichen speziellen Bedingungen (direkte patrouillenbegleitende fokussierte medizinische Hilfe) Überlebensraten von bis zu 24 % (18 von 78 Pat.) [L3].

Ein Trauma als Ursache eines HKS stellt somit keinen Grund zur Unterlassung eines Reanimationsversuchs dar. Einzelfallberichte zeigen, dass auch bei tCPR nach schwersten Verletzungen ein Überleben ohne größere Einschränkungen möglich ist [L4]. Die meisten traumatischen Herz-Kreislauf-Stillstände (tHKS) treten in der Frühphase der Notfallversorgung ein, so dass sich meist schon im Rettungsdienst oder im Schockraum die Fragen nach Beginn, Fortsetzung oder Abbruch einer tCPR sowie nach der Indikation und Durchführung invasiver lebensrettender Maßnahmen stellen – also zu einem Zeitpunkt, an dem die Diagnostik noch lückenhaft ist und die medizinischen Ressourcen begrenzt sind. In den Fällen einer präklinisch begonnenen tCPR ist nach Daten des deutschen Reanimationsregisters (1998–2010) bei etwa 90 % der Patienten der tHKS bereits bei Eintreffen des Rettungsdienstes eingetreten, nur etwa 10 % der Patienten werden erst im Beisein des Rettungsdienstes reanimationspflichtig [L1].

Von den Patienten mit präklinischer tCPR kann fast ein Drittel primär erfolgreich reanimiert werden (ROSC) [L1].

Ein Viertel der Patienten mit präklinischer tCPR erreicht das Krankenhaus mit einem funktionierenden Kreislauf (ROSC). 7 % der Patienten nach tCPR werden aus dem Krankenhaus entlassen, 2 % mit einem guten neurologischen Ergebnis. Somit kann derzeit statistisch ca. einer von 50 meist jungen Patienten nach präklinischer tCPR in einem guten neu-

rologischen Zustand überleben [L1]. Dabei haben Patienten deutlich höhere Überlebenschancen, die bei Eintreffen des Rettungsdienstes noch Lebenszeichen aufweisen. So wurden in einer Untersuchung aus Berlin alle dortigen Trauma-bedingten Todesfälle des Jahres 2010 untersucht: in 23 % der Fälle wurde eine tCPR versucht, 74 % der Patienten sind jedoch gar nicht erst in eine Klinik eingeliefert worden [L5].

tCPR – Empfehlung für die Praxis

In verschiedenen Kurskonzepten kann die Traumaversorgung nach aktuellen Leitlinien je nach Zielgruppe (präklinisch/innerklinisch) erlernt werden (z. B. PHTLS, ATLS, ETC). Die in Deutschland aktuell empfohlene Notfallversorgung des Traumapatienten wird – in weitgehender Übereinstimmung mit internationalen Leitlinien – ausführlich in der S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung dargestellt (federführende Fachgesellschaft: DGU, AWMF-Register-Nr. 012/019, 2011 – gültig bis 30.6.2016; derzeit wird die S3-Leitlinie überarbeitet – Fertigstellung für 31.8.2016 angekündigt, bei Redaktionsschluss dieses Artikels am 5.9.2016 noch nicht vorliegend). Nachfolgend geben wir einige aktuelle Hinweise, speziell zum Vorgehen bei tCPR, ohne dabei auf die gesamte Schwerverletzten-Behandlung eingehen zu können.

Grundsätzlich ist bei einem HKS mit gleichzeitig vorliegenden Verletzungszeichen oder nach einem möglichen Unfallereignis zu überlegen, ob es sich um einen HKS handelt, der durch die akuten Verletzungen ausgelöst wurde, oder um einen HKS aus anderer Ursache, bei dem zwar Verletzungen zu sehen sind, die aber für den HKS keine oder nur eine sekundäre Rolle spielen. Dies ist für die Therapiestrategie von wesentlicher Bedeutung. Jede Notfallsituation kann irreführend sein! Es kommt immer wieder vor, dass schwere Verletzungen oder internistische Ursachen (z. B. Hypoglykämie), die den Unfall ausgelöst haben, übersehen werden. Fast immer kann man solche Fehler durch eine rasche und strukturierte

- Notfalleinweisung (Unfallmechanismus/vorangegangene Ereignisse) sowie
- Ganzkörperuntersuchung nach kompletten Entkleiden des Notfallpatienten zum nächstmöglichen geeigneten Zeitpunkt (Punkt E im ABCDE-Schema)

vermeiden [L6]. **Ca. 2,5 % der internistisch verursachten,**

präklinischen Herz-Kreislauf-Stillstände ereignen sich in Fahrzeugen. Ein Unterscheidungsmerkmal zur traumatisch bedingten Reanimation könnte das Vorhandensein eines defibrillierbaren Herzrhythmus sein (VF/pVT), welcher eher auf eine internistische Ursache hindeutet.

Unterlassen von Reanimationsmaßnahmen bei tHKS

Eine Reanimation soll bei Verletzungen unterbleiben, die nicht mit dem Leben vereinbar sind. Hierzu zählt insbesondere die vollständige Durchtrennung des Halses oder des Rumpfes. Bei genauem Hinsehen empfiehlt das ERC 2015 in diesen Situationen, nur zu „erwägen“, auf Reanimationsbemühungen zu verzichten – „erwägen“ ist unserer Ansicht nach aber zu schwach: in diesen offensichtlichen Situationen wäre eine CPR eindeutig falsch. In den ERC-Leitlinien 2015 werden neuerdings auch penetrierende Herzverletzungen und sichtbarer Verlust von Hirngewebe als „nicht mit dem Leben vereinbare Verletzungen“ aufgeführt. Diese pauschal formulierte Zuordnung ist aus unserer Sicht nicht haltbar, insbesondere weil das penetrierende Herztrauma mit Herzbeutelamponade an

anderer Stelle ausdrücklich als potenziell reversible Ursache mit Therapieoption angesprochen wird (s. weiter unten). Auch eine kategorische Klassifikation jeglichen traumatischen Hirndefekts als „mit dem Leben unvereinbar“ erscheint uns zumindest problematisch: natürlich muss bei einem sichtbaren Hirngewebedefekt eine Kraft eingewirkt haben, die voraussichtlich dramatische Schäden gesetzt hat, sodass die Chance auf ein intaktes Überleben extrem niedrig sein dürfte, insbesondere wenn gleichzeitig ein HKS vorliegt. Andererseits gibt es erstaunliche Einzelfallberichte zu überlebten Gehirnverletzungen. Wenn ein begleitender HKS auf einer anderen schnell reversiblen Ursache beruht, könnte ein Überleben ohne relevante Folgeschäden im Einzelfall möglich sein.

Bei Patienten mit tHKS ohne Lebenszeichen in den letzten 15 Minuten, soll ebenfalls darüber nachgedacht werden, nicht mehr zu reanimieren. Ferner sollen ggf. bei einem Massenanfall von Verletzten ohne ausreichende Ressourcen Reanimationsmaßnahmen zugunsten lebensrettender Maßnahmen bei anderen lebensbedrohlich Verletzten zurückgestellt werden. In allen anderen Fällen – auch bei äußerlich schwersten Verletzungen und Zeichen eines HKS – sollte zumindest der Versuch einer Reanimation unverzüglich begonnen werden [S3-Leitlinie Polytrauma: E 149 (GoR A)].

tCPR: Therapiestrategien

Im Rahmen einer aktuellen Studie wurde gezeigt, dass ca. **15% der Todesfälle nach tCPR durch eine adäquate Notfalltherapie vermeidbar** wären [L6]: Eine rechtsmedizinische und interdisziplinäre Aufarbeitung von 264 Fällen beschrieb 5% „definitiv vermeidbare“ und 10% „potenziell vermeidbare“ Todesfälle nach Trauma, wobei alle vermeidbaren Todesfälle durch den bodengebundenen Rettungsdienst versorgt wurden. Hingegen gab es keine vermeidbaren Todesfälle im Luftrettungsdienst. Dies könnte ursächlich mit der höheren Routine des Luftrettungsdienstes bei der Polytraumaversorgung zusammenhängen. Die in diesem Kontext identifizierten vermeidbaren Todesfälle betreffen vorrangig bestimmte potenziell reversible Ursachen eines tHKS:

- **Hypovolämie:** unterlassene/insuffiziente Blutungskontrolle
- **Hypoxie:** fehlerhaftes Atemwegsmanagement (unerkannte Atemwegsverlegung, ösophageale Fehlintonation, unzureichende Atemwegssicherung durch extraglottische Atemwegshilfe)
- **Spannungspneumothorax:** unterlassene/insuffiziente Dekompression

- **Herzbeutelamponade:** unterlassene/insuffiziente Dekompression

Gerade diese potenziell reversiblen Ursachen, die häufig einen Herz-Kreislauf-Stillstand nach einem Trauma verursachen, sollten unter laufender CPR möglichst rasch diagnostiziert und effektiv behandelt werden [S3-Leitlinie Polytrauma: E 150 (GoR A)]. **Das sofortige Beheben von reversiblen Ursachen hat in der speziellen Situation tHKS eine höhere Priorität als Thoraxkompressionen, da Thoraxkompressionen bei Hypovolämie, Spannungspneumothorax oder Perikardtamponade minder bis gar nicht wirksam sind.** Wenn die möglichen traumaspezifischen Ursachen des HKS beseitigt wurden und es weiterhin zu keiner Verbesserung kommt, soll eine tCPR beendet werden [S3-Leitlinie Polytrauma: E 152 (GoR A)] bzw. **die Beendigung der tCPR erwogen werden. Auch eine sonografisch nachgewiesene Akinesie des Herzmuskels kann dafür sprechen, eine tCPR zu beenden.**

Jedenfalls darf der Zeitbedarf kein Argument dafür sein, indizierte lebensrettende Maßnahmen präklinisch zu unterlassen

(früher: „golden hour of trauma“; heute: „golden period of trauma“). Zur Zeit wird viel Wert darauf gelegt, schwerverletzte Patienten so schnell wie möglich einer klinischen Therapie zukommen zu lassen. Sowohl für Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma als auch für Schwerverletzte wird eine **maximale Einsatzzeit von 60 Minuten bis zur Krankenhausaufnahme** gefordert [L7]. Gründe für diese Empfehlung sind

- die potenziell letale Verzögerung einer operativen Blutstillung bei präklinisch nicht zu stillenden intraabdominellen / intrathorakalen Blutungen,
- die Zunahme der lebensbedrohlichen Hypothermie,
- die Verzögerung anderer wichtiger Maßnahmen in der Klinik (z.B. neurochirurgische Entlastungsoperation, Bluttransfusion, Stabilisierung der Blutgerinnung, Antibiotika) und
- die Möglichkeit, in der Klinik (im Gegensatz zum Rettungsdienst) verschiedene lebensrettende Maßnahmen parallel durchführen zu können.

Hierzu betont das ERC in seinen aktuellen Leitlinien das bekannte Prinzip „Scoop and run“. Daher sind im präklinischen Kontext Maßnahmen mit einem gewissen Zeitaufwand umstritten (z.B. Anlage einer Thoraxdrainage) [L8]. Eine aktuelle multivariate Analyse an 20000 Patienten des Traumaregisters der DGU zeigte jedoch keinen negativen Einfluss auf das Überleben, wenn die präklinische Einsatzzeit durch sinnvolle (!), d.h. lebensrettende präklinische Therapiemaßnahmen verlängert wurde [L9]. Auch Kulla und Kollegen konnten zeigen, dass die vorgezogene präklinische Versorgung mit Endotrachealtubus und Thoraxdrainage die Gesamtversorgungszeit (prähospital + Schockraum) nicht verlängerte [L10].

Wie bereits erwähnt, muss gegebenenfalls auch ein interistisches Geschehen in Betracht gezogen werden. Dieses kann dem Trauma vorangegangen oder damit einhergegangen sein (z.B. Hypoglykämie, Intoxikation, Myocardinfarkt/Lungenembolie, Hypothermie). Somit müssen auch im Rahmen einer tCPR grundsätzlich alle potenziell reversiblen Ursachen (4 x H + HITS) bedacht werden.

Spannungspneumothorax

Gemäß S3-Leitlinie Polytrauma ist die umgehende Pleuraentlastung bei klinisch vermutetem Spannungspneumothorax indiziert [S3-Leitlinie Polytrauma: E35 (GoR A)]. Die Verdachtsdiagnose wird anhand folgender Symptome gestellt [S3-Leitlinie Polytrauma: E34 (GoR B)]

Häufig vorkommende reversible Ursachen beim Trauma: Therapieansätze

- **Hypovolämie** → effektive Blutstillung (Anwendung von Druck auf Blutungsquelle, externe Stabilisierung instabiler Beckenverletzungen mit Beckenschlinge), **Tourniquets, Applikation von topischen Hämostatika, Blutprodukte, Tranexamsäure (kritischer Kommentar s. unten)** Flüssigkeitstherapie (nachteilig gegenüber Blutprodukten [L11], zumindest, wenn rasch verfügbar), permissive Hypotonie, ggf. Vasopressortherapie (kein gesicherter Nutzen, evtl. schädlich [L11]), schnellstmöglicher Transport zur operativen Blutstillung (Notlaparotomie, Notthorakotomie) mit Voranmeldung.
- **Hypoxie** → adäquates Atemwegsmanagement, hierzu sei auf die aktuellen Empfehlungen der DGAI zum präklinischen Atemwegsmanagement und zur Notfallnarkose verwiesen [19].
- **Spannungspneumothorax** → Eine schnelle und sichere Diagnose ist schwierig und kann durch äußere Bedingungen wie z.B. Lärm am Einsatzort zusätzlich erschwert bis unmöglich sein. **Sofern ein Spannungspneumothorax im Falle eines tHKS nicht sicher auszuschließen ist, soll eine beidseitige Pleuraentlastung durch eine Minithorakostomie durchgeführt werden.** Ein beidseitig auskultierbares Atemgeräusch schließt einen größeren Pneumothorax weitgehend aus [S3-Leitlinie Polytrauma: E32 (GoR A)].
- **Herzbeutelamponade** → Die effektive Therapie der Herzbeutelamponade (Notthorakotomie, ggf. überbrückend Perikardpunktion) ist sehr invasiv und mit einem hohen Risiko behaftet, wobei der Nutzen für den Patienten wahrscheinlich höher ist.

Die Ausbildung und Erfahrung in den invasiven lebensrettenden Maßnahmen ist jedoch derzeit oft unzureichend. Nachfolgend gehen wir daher näher auf die invasiven Techniken zur Behandlung des Spannungspneumothorax und der Herzbeutelamponade ein.

- einseitig fehlendes Atemgeräusch, nach Ausschluss einseitiger Intubation
- schwere respiratorische Störung (z.B. Atemnot, Tachypnoe, S_pO_2 -Abfall, Zyanose, Trachealverschiebung zur Gegenseite)

- obere Einflusstauung in Kombination mit arterieller Hypotension
- subkutanes Hautemphysem

Noch vor einer radiologischen Diagnostik muss bei schwerwiegender Hypotonie und bei tHKS eine Entlastung durchgeführt werden, die prinzipiell durch Nadeldekompression oder Thorakostomie erfolgen kann.

Nadeldekompression

Bei V.a. Spannungspneumothorax wurde oft primär die Nadeldekompression empfohlen. Wenn möglich, erfolgt die Punktion unter sterilen Kautelen. Der Pleuraraum wird in Expiration an der Punktionsstelle nach Monaldi (2. oder 3. ICR, strikt in der Medioclavicularlinie → ca. 3 Querfinger Abstand vom Sternumrand, Schonung der A. thoracica interna) mit Hilfe einer ca. 8 cm [L8] langen, großlumigen Spezial- oder Venenverweilkanüle (z.B. 1,7–2,6 mm Durchmesser) mit aufgesetzter Spritze punktiert, bis Luft aspiriert wird. Die Punktion gelingt oft bei einer Stichtiefe von 1,5–4,5 cm (selten tiefer, wegen Verletzungsgefahr dann Thoraxdrainage empfohlen). Nach Abnehmen der Spritze und Herausziehen des Stahlmandrins entweicht hörbar Luft. Bei Verschlechterung des Patientenzustands im Verlauf kann eine erneute Punktion notwendig sein, sofern keine Thoraxdrainage gelegt wurde. Die Punktion mit der gewöhnlichen 2,2-mm-Venenverweilkanüle (orange/14G) ist häufig ineffektiv. Die Kanülenlänge von 50 mm reicht nicht bei allen Patienten aus, des Weiteren kommt es häufig zu Verlegung oder zum Abknicken der Kunststoffkanüle, so dass keine Luft entweichen kann (bei Verschlechterung des Patientenzustands im Verlauf ggf. erneute Punktion notwendig, sofern keine Thoraxdrainage gelegt wurde). Daher wird die Nadeldekompression anschließend durch Eröffnung des Pleuraspaltes mit oder ohne Einlage einer Thoraxdrainage – vorzugsweise mittels chirurgischer Minithorakotomie – komplettiert [S3-Leitlinie Polytrauma: E 37 (GoR B)].

Thorakostomie

Eine effektive und schnelle Maßnahme zur Entlastung eines Spannungspneumothorax stellt die Thorakostomie dar.

Hierbei wird – wenn möglich unter sterilen Kautelen – der Pleuraraum in der Position nach Bülow bei tHKS grundsätzlich beidseits eröffnet, ohne dass eine Drainage eingelegt wird. Die Platzierung der Drainage erfolgt erst nach Wiederkehr des Kreislaufs, um Zeit zu sparen und kann bis in die Klinik aufgeschoben werden. Insbesondere sind ein möglicher unnötiger Zeitverlust und eventuelle zusätzliche Komplikationsmöglichkeiten zu bedenken (z.B. Verlegung, parenchymatöse Lage).

Im 4. oder 5. ICR zwischen vorderer und mittlerer Axillarlinie sollte die Durchtrittsstelle liegen, um andere Organe und dorso-lateral liegende Nerven nicht zu verletzen (in der Literatur wird häufig ein „safe triangle“ beschrieben, das vom lateralen Rand des M. pectoralis major, dem anterioren Rand des M. latissimus dorsi und der Höhe der (männlichen) Mamille als Untergrenze definiert wird [L12]); bei Hochschwangeren ist ggf. der 3. ICR adäquat. Der Oberkörper ist idealerweise 45° hochgelagert. Der Arm wird abduziert und außenrotiert, z.B. Hand hinter dem Kopf – dies ist natürlich der aktuellen Notfallsituation anzupassen. Auf der darunterliegenden Rippe wird ein ca. 4–6 cm langer Hautschnitt entlang der Rippe gemacht. Nun wird stumpf mit dem Finger oder einer stumpfen Klemme/geschlossenen Schere auf der Oberseite der Rippe durch die Interkostalmuskulatur präpariert, um Gefäße und Nerven auf der Unterseite der darüber liegenden Rippe zu schützen. Beim Durchtritt durch die Pleura parietalis entweicht hörbar Luft.

Bei Bedarf können diese Thorakostomien zur Clamshell-Thorakotomie erweitert werden (s. unten).

Thoraxdrainage

Die Einlage einer Thoraxdrainage wird erst nach erfolgreicher Reanimation empfohlen. Gemäß der S3-Leitlinie zur Schwerverletztenversorgung muss sie nicht zwingend präklinisch erfolgen [S3-Leitlinie Polytrauma: E 38 (GoR B)]. Insbesondere sollte dadurch kein zusätzlicher Zeitverlust entstehen. Auch müssen zusätzliche Komplikationsmöglichkeiten (Verlegung des Drainagetubus, intraparenchymatöse Lage) bedacht werden. In die bereits durchgeführten Thorakostomien (s.o.) wird ohne Trokar eine großlumige Drainage eingelegt. Die Spitze sollte beim Pneumothorax im Bereich der Lungenspitze zu liegen kommen, beim Hämatothorax im dorsobasalen Bereich des Thorax.

Herzbeutelamponade (Perikardtamponade)

Eine Herzbeutelamponade stellt in etwa 10 % der Fälle die Ursache eines tHKS dar. Vor allem spitze, penetrierende Traumata, i. d. R. Stichwunden im Bereich der sog. „Cardiac Box“ (Mediastinum mit Herz und Herzbeutel, große Gefäße, Ösophagus, intrathorakale Trachea mit Hauptbronchien) oder seltener Schusswunden im Brust- und Bauchbereich sind in diesem Zusammenhang zu nennen. Hierbei kommt es zu Verletzungen mit Einblutung in den Herzbeutel. So kann die Pumpfunktion des Herzens schon ab einem Volumen von 100 ml relevant beeinträchtigt werden [L6]. Symptome neben Hypotension sind obere Einflusstauung (kann bei Hypovolämie fehlen), abgeschwächte Herztöne, Reibegeräusch und Niedervoltage im EKG. Eine Herzbeutelamponade ist derzeit präklinisch i. d. R. nur aufgrund der Anamnese bzw. des Verletzungsmusters als Möglichkeit zu vermuten, insbes. wenn kein ROSC nach effektiver Therapie anderer potenziell reversibler Ursachen eintritt. Nur wenn ein geeignetes Gerät und ein geübter Untersucher zur Verfügung stehen, besteht präklinisch die Möglichkeit, eine Herzbeutelamponade mit Sonografie sicher zu diagnostizieren; bei der Erstversorgung im Schockraum gehört dies zum Standard. Die Perikardtamponade zählt zu den unmittelbar lebensbedrohlichen Verletzungen und erfordert eine rasche Dekompression, überbrückend mittels Perikardpunktion oder besser – wenn zeitnah möglich – mittels offener Perikardiotomie. **Wenn eine Thorakotomie nicht möglich ist, sollte eine ultraschallgesteuerte Perikardpunktion erwogen werden.** Während der Stellenwert zur Diagnose (und Lokalisation) einer Perikardtamponade auch bei tHKS nachvollziehbar ist, stehen die Autoren von „Reanimation exakt“ einer sonografisch gesteuerten Perikardpunktion unter Reanimationsbedingungen skeptisch gegenüber, sofern nicht optimale Rahmenbedingungen und entsprechende Expertise gegeben sind (ggf. könnte für damit vertraute Notfallmediziner alternativ über eine EKG-kontrollierte Punktion nachgedacht werden). **Nur bei Fehlen eines Ultraschallgerätes soll laut Leitlinien ohne Sonografie punktiert werden.** Zur Perikardpunktion eignet sich oft am besten und sichersten ein links-parasternaler Zugang senkrecht zur Haut durch den Interkostalraum, der über der Herzspitze liegt (meist 5. ICR, idealerweise mit Sonografie bestimmt) [L13]. Oft wird aber auch noch der klassische subxiphoidale Zugang empfohlen: Unter Aspiration mit einer 20- bis 30-ml-Spritze wird eine großlumige und ausreichend lange Kanüle im Winkel zwischen Xiphoid und linkem Rippenbogen bis in den Herz-

beutel vorgeschoben und der Bluterguss entlastet, sofern er noch nicht geronnen ist (üblicherweise machen schon kleine Gerinnsel die Aspiration unmöglich). Punktion in ca. 30- bis 45°-Winkel zur Unterlage/Haut in Richtung auf die linke Schulter, d.h. ca. 30° zur Sagittalebene. Der Pat. sollte vor der Punktion möglichst mit 45° erhöhtem Oberkörper gelagert werden. **Die Entlastung der Tamponade auf diese Weise stellt aber, selbst wenn sie gelingt, lediglich eine überbrückende Maßnahme dar (rasches Nachbluten in den Herzbeutel) und kann die effektive Behandlung gefährlich verzögern!** Außerdem wird eine zusätzliche Verletzung von Leber, Magen, Herzmuskel oder Herzkranzgefäßen in Kauf genommen. Daher wird bei tCPR unter bestimmten Voraussetzungen (s.u.) eine notfallmäßige Eröffnung des Brustraumes (Notfallthorakotomie) empfohlen, um eine rasche, gezielte und effektive Entlastung einer Herzbeutelamponade vornehmen zu können. Die Notfallthorakotomie ermöglicht darüber hinaus die vorläufige Versorgung einer zugrunde liegenden Herzverletzung. Andere lebensbedrohliche intrathorakale Verletzungen sind unter tCPR i. d. R. nicht durch eine Notfallthorakotomie zu beherrschen, sofern der Eingriff nicht in einem vollständig einsatzbereiten OP-Saal einer Herz-Thorax-Chirurgie (inkl. Herz-Lungen-Bypass) stattfindet. Im Rahmen der oben bereits erwähnten Berliner Studie hätten 4 von 26 potenziell vermeidbaren Todesfällen (15 %) von einer präklinischen Notfallthorakotomie profitiert. Nach Ansicht der Autoren wäre diese Maßnahme „mit großer Wahrscheinlichkeit lebensrettend“ gewesen [L6].

Durchführung einer Notfallthorakotomie

Es existieren sechs unterschiedliche Zugangswege bei der Notfallthorakotomie. Für die tCPR-Situation erscheint die **bilaterale anteriore Thorakotomie (Clamshell-Thorakotomie)** als günstigste Variante. Sie ist einfach durchzuführen und ermöglicht einen Zugang zu allen relevanten intrathorakalen Strukturen [L14].

In einer Pilotstudie wurden chirurgisch Geübte, Nicht-Chirurgen und Studenten am nicht-blutenden Leichenmodell miteinander verglichen, ob es einen Unterschied zwischen Dauer und Komplikationsrate zwischen den Gruppen gibt. Nach theoretischer Unterrichtung und praktischen Übungen lag die mittlere Zeit bei 2 Minuten und 47 Sekunden, die Komplikationsrate lag anfangs bei 36 % und verringerte sich

in weiteren Versuchen auf 7 % [L15]. Die Autoren weisen jedoch explizit auf die kleine Gruppengröße hin, die eine abschließende Schlussfolgerung verbietet. Trotzdem gibt diese Studie erste Hinweise darauf, dass eine strukturierte Schulung dieser Maßnahme möglich ist. Offen bleibt die Frage, inwieweit chirurgisch Unerfahrene mit einem real blutenden Patienten zurecht kommen (spätestens nach Wiederaufnahme der CPR oder nach ROSC wird es zu deutlichen Blutungen [z. B. aus der A. thoracica interna] kommen. Andererseits wäre es sowieso eine Ultima-Ratio-Situation.

Die Indikation zur Notfallthorakotomie **im Schockraum** besteht gemäß S3-Leitlinie Polytrauma [S3-Leitlinie Polytrauma: E 154 (GoR B)] bei penetrierenden Verletzungen, wenn der tHKS erst kurze Zeit besteht und initial Lebenszeichen nachweisbar waren. **Diese Indikation wird in den ERC-Leitlinien 2015 erweitert auf stumpfe Thoraxtraumata mit tCPR kürzer als 10 Minuten und penetrierendes Rumpft trauma mit tCPR kürzer als 15 Minuten**, wobei bei stumpfem Trauma wahrscheinlich nur wenige ausgewählte Patienten von einer Notthorakotomie profitieren und die erforderlichen Maßnahmen komplexer als die Perikardfensterung bei Herzbeutel-tamponade sind (z.B. Aortenklammung, Blutstillung aus Lungenblutung) [L16]. Die Entscheidung für oder gegen eine Notfallthorakotomie muss bei Einsetzen eines tHKS schnell getroffen werden. In der Realität führt oft eine abwartende Zurückhaltung zu einer Verschleppung der Entscheidung, bis die Prognose des Patienten definitiv aussichtslos geworden ist.

In retrospektiven Analysen über Jahrzehnte wurden nach Notfallthorakotomien bei Traumapatienten Überlebensraten von ca. 7 – 8 % gefunden (höher bei penetrierendem Trauma, niedriger bei stumpfem Trauma, häufig gutes neurologisches Ergebnis bei den Überlebenden), obwohl den betreffenden Patienten ohne Notfallthorakotomie z.T. keine Überlebenschance eingeräumt worden war [L21, L22].

Fallserien **erfolgreicher präklinischer Notfallthorakotomien** wurden insbesondere von einer Arbeitsgruppe aus London publiziert. Dazu ist jedoch anzumerken, dass diese von besonders qualifizierten Teams durchgeführt worden waren, die als RTH-Besatzungen schwerpunktmäßig Traumapatienten versorgen. In einem Zeitraum von 15 Jahren konnten 13 Patienten (18 %) nach präklinischer Notfallthorakotomie im Rahmen eines tHKS aus dem Krankenhaus entlassen werden. Darunter waren nur zwei Patienten mit einem schlechten neurologischen Outcome [L17]. Einer präklinischen Anwendung der Notthorakotomie stehen aber nicht nur medizinische und logistische Probleme entgegen, sondern es müssen z.B. auch die traumatisierenden Ein-

drücke für u.U. verständnislose Augenzeugen und nachträgliche Rechtfertigungen, insbes. bei Misserfolg oder gar fehlerhafter Indikationsstellung, fehlerhafter Durchführung oder Komplikationen bedacht werden. **Dennoch wurde mit den aktuellen Leitlinien – fachlich konsequent – der vielleicht provokant wirkende Auftrag in den Raum gestellt, künftig an den prinzipiellen Voraussetzungen für eine Notfallthorakotomie im Rettungsdienst zu arbeiten (Ausbildung, Ausrüstung), um für einige Patienten diese einzige Rettungsoption bereit zu halten.** Diese Patienten haben nichts mehr zu verlieren. Falls es bei den richtigen Patienten unter den richtigen Voraussetzungen gemacht wird, besteht eine respektable Aussicht auf Erfolg. Gleichzeitig ist eine zusätzliche Schädigung des Patienten quoad vitam nicht relevant. Wenn die Ursache des tHKS nur durch eine Notthorakotomie zu beseitigen ist und man sich dagegen entscheidet, sind andere CPR-Maßnahmen sinnlos. Man sollte sich ferner klar machen, dass in der Notfallmedizin nicht selten Verfahren zur Anwendung kommen, deren Nutzen, Risiko und ggf. finanzieller Aufwand in einem weitaus ungünstigeren Verhältnis stehen. Die Anwendung in der Praxis fällt wegen gefühlter geringerer Invasivität leichter (z.B. bei medikamentösen Maßnahmen wie Fibrinolyse), obwohl dabei ebenfalls hohe Kompetenz und eine korrekte Indikationsstellung zu fordern sind.

Bei Indikationsstellung und Durchführung der Notthorakotomie muss der verantwortliche Arzt auch Risiken für alle Teammitglieder/Anwesenden berücksichtigen (Gefahr durch Schnitt-/Stichverletzungen durch Skalpell, Schere und spitze Rippenfragmente, Bildung infektiöser Blut-Aerosole, Blutspritzer in Schleimhäute der Augen und Atemwege – höhere Durchseuchung mit HIV und Hepatitis bei Opfern von Stich- und Schussverletzungen!). Daher müssen entsprechende Maßnahmen zur Risikominimierung getroffen werden (z.B. keine Thoraxkompressionen bei chirurgischen Schnitten; bei jeder Traumaversorgung ist das Tragen von Schutzausrüstung wie Schutzbrille und Mundschutz Pflicht).

In den aktuellen Leitlinien des ERC werden **vier Voraussetzungen** genannt, die alle erfüllt sein müssen, um eine Notfallthorakotomie erfolgreich durchführen zu können („4-E-Regel“, die wir im Deutschen mit einer „4-A-Regel“ übersetzt haben):

- **Abgelaufene Zeit** (engl. elapsed time): Innerhalb von 10 Minuten nach Kreislaufstillstand soll eine Notfallthorakotomie begonnen werden, wenn sie Erfolg versprechend sein soll.
- **Außenbedingungen** (engl. environment): Ideal wäre ein Operationssaal als Umgebung. Bei erschwertem Zugang zum Patienten und bei schlechter Erreichbarkeit eines

Krankenhauses sollte eine Notfallthorakotomie nicht erwogen werden.

- **Ausrüstung** (engl. equipment): Unbedingt notwendig ist eine adäquate Ausrüstung zur Durchführung der Notthorakotomie und zur Versorgung weiterer Verletzungen, die durch die Thorakotomie zum Vorschein kommen. Allerdings ist das erforderliche Minimal-Instrumentarium recht überschaubar [L18] und i. d. R. in NEF und RTH verfügbar, wobei ein zu diesem Zweck fertig gepacktes, steriles Set „Thoraxdrainage/Notthorakotomie“ die Maßnahme in der Praxis sehr erleichtern würde.

- **Ausbildung** (engl. expertise): Eine Notfallthorakotomie soll nur durchgeführt werden, wenn das Team von einer „medizinischen Fachperson“ angeleitet wird, die „sehr gut ausgebildet und kompetent ist“.

Kommentar der Autoren von Reanimation exakt:

Unseres Erachtens zielt die Voraussetzung „Ausbildung“ nicht auf eine spezialisierte thoraxchirurgische Ausbildung und Erfahrung ab. Diese wäre zur Notthorakotomie vielleicht wünschenswert, kann aber keineswegs zwingend von jedem Notarzt, ja noch nicht einmal von jedem Chirurgen im Schockraum, gefordert werden. Realistischer Minimalstandard dürfte eine vollständige, aber fokussierte chirurgische Unterweisung in der Technik der Notthorakotomie sein (mit praktischen Übungen an geeigneten Modellen und regelmäßigen Auffrischkursen). Essenziell dabei ist auch ein Plan, was nach Eröffnung des Brustkorbs zu tun ist! Vielmehr ist aber aus unserer Sicht auch eine **ausreichende notfallmedizinische Souveränität erforderlich, um dieser Herausforderung im Ernstfall gewachsen zu sein!** Ob diese Souveränität dann gegeben ist, dürfte auch von der individuellen Persönlichkeit des Notfallmediziners und der aktuellen Situation anhängen (z.B. anwesendes Team, Umgebungs-

bedingungen, Patient). **Der Aufgabe gewachsen zu sein, bedeutet aus unserer Sicht**, dass der verantwortliche Arzt jetzt und hier in der Lage ist,

- die Situation schnell in allen wichtigen Punkten zu erfassen, korrekt zu beurteilen und die notwendigen Entscheidungen zu treffen (Indikationen, Kontraindikationen),
- die invasive Intervention – wenn nicht kontraindiziert – rasch und zielstrebig, aber ruhig und konzentriert sowie korrekt und sicherheitsbewusst für alle Beteiligten auszuführen,
- dabei aber auch den Überblick zu behalten, das Team auf das „einschneidende Vorgehen“ vorzubereiten und währenddessen stringent zu führen (klare strukturierte Anweisungen zur Assistenz bei den Maßnahmen, horizontale Teamarbeit) sowie
- im Nachhinein, insbes. bei Erfolglosigkeit, die Maßnahme vor allen Beteiligten und Betroffenen zu vertreten und zu erklären (z.B. Rettungsteam, Augenzeugen auch von Einsatzkräften der Feuerwehr oder Polizei, Angehörige, Staatsanwaltschaft, Rechtsmedizin).

Auch im Falle des Erfolges stellt die weitere Versorgung des Patienten unmittelbar nach der Notthorakotomie hohe fachliche, physische und emotionale Anforderungen an das gesamte Rettungsteam.

Die Daten hinsichtlich erfolgreicher Notfallthorakotomien beziehen sich im Wesentlichen auf das penetrierende Thoraxtrauma. Bezüglich des stumpfen Thoraxtraumas ist zu bedenken, dass das Ziel selten die Entlastung einer Perikardtamponade ist, sondern vielmehr die Abklemmung der Aorta, was die präklinischen Möglichkeiten überschreitet (kontraindiziert). Auch unter klinischen Bedingungen im Schockraum sollte sie nur durchgeführt werden, wenn der Patient am Unfallort Lebenszeichen hatte [S3-Leitlinie Polytrauma: E 91 (GoR B)].

Vorgehen zur Notfallthorakotomie unter tCPR

(verkürzt und modifiziert nach Wise et al. [L18])

1. Lagerung des Patienten in Rückenlage. Die übrigen Maßnahmen der CPR (BLS und ALS) müssen durch andere Personen sichergestellt werden, um die Notfallthorakotomie nicht zu verzögern.

Anmerkung der Autoren von „Reanimation exakt“:

Der Patient sollte – wenn irgend möglich – sicher intubiert sein, ggf. kann eine zeitweise Einlungenventilation

der rechten Lunge (durch Verschieben des Tubus bis ca. 30 cm) die Versorgung des Herzens nach Eröffnung des Brustkorbs erleichtern.

2. Eine kurze Hautdesinfektion wird empfohlen, ist aber aus Zeitgründen nicht unbedingt notwendig.
3. Im 5. Interkostalraum (ICR) werden mit Hilfe eines Skalpells (nur Hautschnitt) und einer stumpfen Klemme

(Spreizen der Interkostalmuskulatur und der parietalen Pleura) in der mittleren Axillarlinie auf beiden Seiten Thorakostomien (ca. 4 cm, parallel zum Rippenverlauf) vorgenommen. Bei Wiederkehr eines Spontankreislaufs nach Durchführung dieser Maßnahmen wird hier abgebrochen (ein Spannungspneumothorax wurde wahrscheinlich erfolgreich entlastet).

4. Aus Sicherheitsgründen werden die Thoraxkompressionen für die weiteren Schritte beendet. Beide Thorakostomien werden durch einen tiefen Hautschnitt mit einem Skalpell entlang des fünften Interkostalraums miteinander verbunden.
5. Zwei Finger werden in eine der Thorakostomieöffnungen eingeführt, um intrathorakale Organe beim nachfolgenden Manöver durchgehend von der Schere fern zu halten. Mit einer kräftigen Schere (im äußersten Notfall: Kleiderschere) wird die Thoraxwand dem Hautschnitt über dem 5. ICR folgend allschichtig von lateral bis zum Sternum eröffnet, danach in gleicher Weise auf der anderen Seite.
6. Das Sternum oder das Xyphoid wird ebenfalls mit der kräftigen Schere durchtrennt. Falls dies nicht möglich ist, so wird das Sternum mit Hilfe einer Gigli-Säge durchtrennt.
7. Falls ein Rippenspreizer fehlt, kann der obere Thorax von einem Helfer mit den Händen (von kranial fassend) aufgeklappt und offengehalten werden. Sollte die Exploration ungenügend sein, so kann die Thorakotomie nach lateral erweitert werden.
8. Das Perikard wird mit einer Klemme oder einer Pinzette angehoben und mit der Schere längs auf der Vorderseite auf großer Länge von basal nach kranial eröffnet (ohne das Epikard oder Koronargefäße zu verletzen). Diese Schnittführung verhindert eine Verletzung der Phrenicusnerven, die an den lateralen Wänden des Perikards entlang laufen. Die Eröffnung des Perikards ist ein wesentlicher und obligater Schritt der Notthorakotomie, da ohne dessen Eröffnung eine Perikardtampnade weder visuell noch taktil ausgeschlossen werden kann.
9. Das Hämatom kann nun ausgeräumt und das Herz systematisch nach Blutungen untersucht werden. (Bei allen Maßnahmen sollte daran gedacht werden, dass ein übermäßiges Anheben des Herzens zu massiven Störungen des Blutflusses führt.)
10. a) Wenn das Herz spontan wieder kräftig schlägt (ROSC), sollten Herzverletzungen versorgt werden: Kleine Verletzungen (< 1 cm) können mit Hilfe einer Kompresse oder mit einem Finger verschlossen werden. Größe-

re Defekte können durch einen Blasenkatheter verschlossen werden. Hierbei sollte der Ballon nur wenig aufgeblasen werden, da so das Ventrikelvolumen verringert wird. Der Katheter selbst muss abgeklemmt sein, da es sonst „im Schuss“ aus dem Lumen heraus blutet. Der Katheter kann aber auch als Möglichkeit für eine schnelle Infusion genutzt werden. Eine Naht sollte erst nach Versagen dieser Maßnahmen in Erwägung gezogen werden, da hierbei Herzkranzgefäße verschlossen werden können.

- b) Wenn das Herz langsam und mit einem deutlich verminderten Auswurf wieder schlägt, sollten Verletzungen so schnell wie möglich verschlossen werden. Eine offene Herzmassage und inotrop wirksame Medikamente können den Kreislauf verbessern.
 - c) Bei anhaltender Asystolie sollten die Verletzungen so schnell wie möglich verschlossen werden. Nun sollte wie bei b: vorgegangen werden, wobei ein einfaches Anstupfen des Herzens zum Start von Kontraktionen führen kann.
11. Eine intrathorakale Defibrillation ist zu bevorzugen, bei fehlender Möglichkeit soll der Thorax geschlossen und extrathorakal defibrilliert werden.
 12. Man sollte bei erfolgreichen Maßnahmen darauf vorbereitet sein, dass der Patient erwacht und eine Narkose benötigt!
 13. Nach ROSC kann es typischerweise aus der A. thoracica interna oder Interkostalgefäßen bluten. Diese können durch Klemmen beherrscht werden.
 14. Nach ROSC ist die rasche Herz-Thorax-chirurgische Weiterversorgung anzustreben.

Muss der Patient nach Notthorakotomie weiter reanimiert werden, so wird von Wise et al. die offene Technik mit zwei Händen empfohlen. Die flachen Hände werden auf Vorder- und Rückseite des Herzens gelegt. Nun wird das Herz von der Herzspitze beginnend mit einer Frequenz von 80-mal pro Minute aufwärts komprimiert. Bei der Einhandtechnik, wofür die Hände aber groß genug sein müssen, wird das Herz in die Handfläche gelegt, sodass die Finger an der Herzhinterwand liegen und der Daumen auf der Herzvorderwand. Bei beiden Techniken muss darauf geachtet werden, dass das Herz nicht übermäßig angehoben wird, damit der venöse Rückfluss nicht verringert wird. Zur Verbesserung der zerebralen und koronaren Durchblutung kann die thorakale Aorta mit einem Finger eines anderen Helfers komprimiert oder gegen die Wirbelsäule gedrückt werden.

Die Notthorakotomie eröffnet über die o.g. Therapie der Herz-

beutelamponade hinaus zusätzliche Optionen zur Blutstillung (z. B. Aortenklemmung beim verblutenden Patienten mit Abdominaltrauma, Stillen von Lungenblutungen). Allerdings

stellen sie höhere Anforderungen an Ausbildung und Ausrüstung und können i. d. R. nur von thoraxchirurgisch geübten Ärzten rasch und effektiv durchgeführt werden.

Weiterführung oder Abbruch einer tCPR

Lt. ERC sollte erwogen werden, eine tCPR durchzuführen, wenn innerhalb der vergangenen 15 min keine Lebenszeichen vorhanden waren oder mit dem Leben nicht vereinbare Verletzungen vorliegen (Details s. oben). Die nachfolgende Tabelle kann als Entscheidungshilfe dienen, ob eine laufende tCPR weitergeführt oder abgebrochen werden sollte.

Günstige Prognosefaktoren	Ungünstige Prognosefaktoren
Vor Einsetzen des HKS Lebenszeichen, insbes. messbarer Blutdruck, durch medizinisches Personal festgestellt	Reanimationsdauer > 20 min ohne ROSC
Positive Pupillenreaktion	Effektiver Behandlungsversuch aller potenziell reversiblen Ursachen durchgeführt ohne dass ROSC eintritt , insbes. 1. Hypoxie 2. Spannungspneumothorax 3. Hypovolämie 4. Ggf. Herzbeutelamponade bei penetrierenden Verletzungen der „Cardiac Box“ [S3-Leitlinie Polytrauma: E 152 (GoR A)]
Geordneter EKG-Rhythmus	
Kurze Zeit der tCPR	
Erhaltene Atemfunktion	
Kurze präklinische Einsatzzeiten	
Junges Alter	Hohes Alter
VT, VF	PEA, Asystolie; keine sonografisch feststellbare Herztätigkeit

Damage-Control-Resuscitation

Die drei Säulen der Damage-Control-Resuscitation sind permissive Hypotonie, Gerinnungstherapie und Damage-Control-Surgery (= initiale operative Stabilisierung/Versorgung relevanter Verletzungen unter Vermeidung weiterer Operationstraumata).

Permissive Hypotonie: Bei unkontrollierbaren Blutungen

sollte die Flüssigkeitszufuhr darauf begrenzt werden, dass ein ausreichender Blutdruck zur Versorgung der Organe hergestellt wird. Es gilt ein systolischer Blutdruck von 80 – 90 mmHg als ausreichend. Hierbei ist der Radialispuls i. d. R. gerade tastbar. Um irreversible Organschäden zu vermeiden, sollte dieser Zustand nicht länger als eine Stunde anhalten.

Eine Kontraindikation gegen die permissive Hypotonie besteht bei Schädel-Hirn-Trauma, da hierbei ein ausreichender Perfusionsdruck erreicht werden muss.

Die **Gerinnungstherapie** erfolgt mit frühzeitiger Gabe von Blutprodukten und Gerinnungspräparaten. Im Verhältnis von 1:1:1 werden Erythrozytenkonzentrate, Blutplasma und Thrombozytenkonzentrate verabreicht. Auch die frühzeitige Gabe von Tranexamsäure (wenn möglich schon präklinisch) soll die Überlebenschancen verbessern. Die Anfangsdosis beträgt 1 g über 10 Minuten, über die folgenden acht Stunden wird ein weiteres Gramm gegeben.

Kommentar der Autoren von Reanimation exakt:

Insbes. aufgrund der sog. CRASH-2-Studie (2010) wird die Gabe von Tranexamsäure (Cyklokapron®) als Antifibrinolytikum bei Massivblutungen nach Trauma in verschiedenen Leitlinien empfohlen. In der CRASH-2-Studie konnte die Mortalität durch die Gabe von Tranexamsäure von 16 auf 14,5% signifikant reduziert werden. Zur großzügigen Indikationsstellung bei Massivblutungen aller Art gibt es aber auch kritische Stimmen, insbes. mit folgenden Argumenten (nach [L20]):

- Die Gerinnungssituation bei einer Massivblutung nach Trauma (sekundäre Hyperfibrinolyse) unterscheidet sich von derjenigen bei einer Massivblutung aufgrund einer Einströmung fibrinolytischer Substanzen (primäre Hyperfibrinolyse, z.B. bei Verletzungen/OP an Prostata, Uterus, Lunge und Pankreas – hier ist eine effektive Behandlung durch Antifibrinolytika nachgewiesenermaßen eindeutig möglich).
- Trotz der [moderat] reduzierten Mortalität in der CRASH-

2-Studie war der Transfusionsbedarf bei den mit Tranexamsäure behandelten Patienten nicht vermindert – dies lässt zumindest Zweifel am Kausalzusammenhang zwischen Tranexamsäure und Mortalität aufkommen.

- Vor einigen Jahren wurde häufig das Antifibrinolytikum Aprotinin zur Reduktion des Blutverlustes bei großen Operationen eingesetzt. Dieses wurde 2008 vom Markt genommen, als eine Studie erhebliche Risiken aufzeigte. Nun wird Tranexamsäure relativ stark propagiert, wobei die Studienlage zu Tranexamsäure nicht in jeder Hinsicht klarer ist, als die zu Aprotinin.
- Die Fachinformation von Cyklokapron® [Stand: 6/2016] gibt folgende Gegenanzeige an: „Hyperfibrinolytische Zustände infolge einer Verbrauchskoagulopathie, außer Fälle, bei denen eine vorherrschende Aktivierung des fibrinolytischen Systems mit akuten schweren Blutungen vorliegt.“ Es wird weiter erläutert: „Patienten mit disseminierter intravasaler Koagulopathie (DIC) sollten üblicherweise nicht mit Tranexamsäure behandelt werden [...]. Wenn Tranexamsäure dennoch angewendet wird, dann nur bei solchen Patienten, bei denen eine Aktivierung des fibrinolytischen Systems überwiegt und akute schwere Blutungen vorliegen. [...] Bei disseminierter intravasaler Koagulopathie sollte die Gabe von Tranexamsäure nur dann erwogen werden, wenn geeignete hämatologische Laborkapazitäten und Kenntnisse vorliegen.“

Diese Aussagen sprechen für eine sorgfältige Indikationsstellung, ggf. abgesichert durch eine zusätzliche Gerinnungsdiagnostik.

Checkliste: Thorakostomie (bei Spontankreislauf)

Vorbereitungen

- Material (Aufträge des NA an RS/RA/NotSan, optimal: fertiges Set): Hautdesinfektion, sterile Handschuhe, Lochtuch, Kompressen; ggf. Lokalanästhetikum (z. B. Mepivacain 1 %); Skalpell, Präparierschere, Klemme, Nahtmaterial, Pflaster
- Arm abduzieren und fixieren/festhalten lassen
- Lokalisation der Inzisionsstelle (nach Bülow): 4.–5. ICR, zwischen VAL und MAL, immer oberhalb der Mamillenebene (beim Mann); Schwangere: 3. ICR
- Wenn möglich (parallel): großzügige Hautdesinfektion, ggf. Lokalanästhesie (falls Pat. bei Bewusstsein), Lochtuch, sterile Handschuhe

Durchführung des Eingriffs

- Ausreichend lange Hautinzision (4–6 cm) direkt auf die Rippe zu, die unterhalb des zu eröffnenden ICR liegt (oder eine Rippe tiefer).
Kulissentechnik: Präparation stumpf auf die Rippe zu und über den Oberrand der Rippe hinweg (mit geschlossener Schere/Klemme eingehen; mit geöffneter herausziehen).
- Durchbohren der Pleura parietalis mit dem Finger
- Die erfolgreiche Entlastung eines Spannungspneumothorax zeigt sich nach Überwinden der Pleura parietalis durch entweichende Luft, ein wieder auskultierbares Atemgeräusch und eine Verbesserung der Vitalparameter (z. B. Anstieg der

S_pO_2 , Abnahme des Atemwegspitzendrucks). Beim Hämatothorax entleert sich Blut. Schnellstmöglicher Transport in die Klinik (parallel Schocktherapie).

- Minithorakotomie steril mit Kompresse abdecken (an einer Seite nicht abkleben → Ventil) oder evtl. spezielles Ventilpflaster.

Einlegen einer Thoraxdrainage

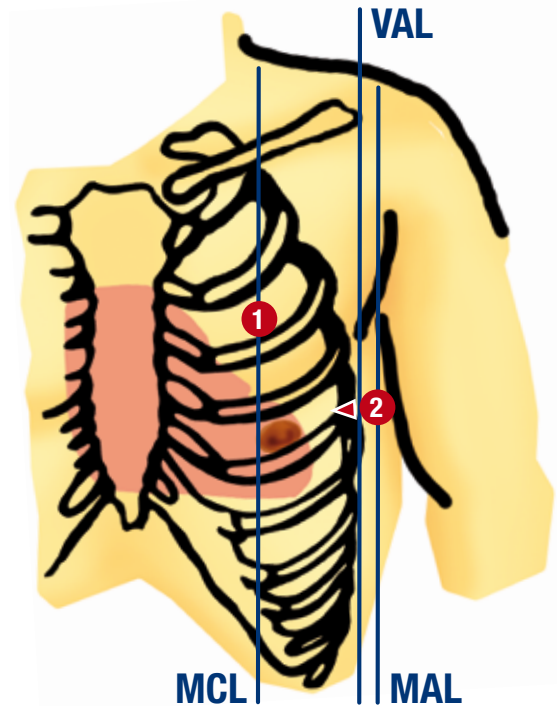
- Erst sekundär, wenn andere akut lebensrettende Maßnahmen erledigt.
- Drainage mit dem Finger führen. Das Einführen mittels Trokar wird aufgrund von Fehllagen und Organverletzungen nicht mehr empfohlen [S3-Leitlinie Polytrauma: E 40 (GoR B)]. Ausreichend tief vorschieben, Drainageöffnungen müssen sicher intrathorakal liegen; Einführrichtung bei Pneumothorax nach ventrokranial, bei Hämatothorax nach dorsal. Fixieren der Drainage (Tabaksbeutelnaht, Kompressen, Pflaster).
- Unbedingt engmaschige Kontrolle der Vitalparameter (inkl. regelm. Auskultation) → frühes Erkennen von Komplikationen (auch nach Intervention).

Gefahren/Komplikationen

- Fehlplatzierung (Drainageöffnung außerhalb der Pleurahöhle → keine wirksame Entlastung), Blutungen/Verletzungen (Gefäße, Interkostalnerven, Pleura visceralis und des Lungenparenchyms, bei Zwerchfellhochstand/-ruptur bzw. Enterothorax oder fehlerhafter Technik sind auch Läsionen von Zwerchfell, Herz, Leber, Magen und Milz möglich), Abknicken/Verstopfen (dünner) Drainagen → (erneuter) Spannungspneumothorax
- Infektionen (Pleuraempyem) im Verlauf.

Wichtige Hinweise/Tipps

- Im RD werden i.d.R. nur passive Drainagesysteme angelegt. Ein Ventil, ein Wasserschloss oder Sog (in der Klinik ca. 20 cm H_2O) zur Thoraxdrainage sind präklinisch beim kontrolliert beatmeten Pat. nicht notwendig (Beatmung der gesunden Seite möglich; ggf. reicht die kontrollierte Beatmung zur Entfaltung der kollabierten Lunge aus, Gefahr der unbemerkten Verlegung eines Ventils – s.u.), evtl. aus hygienischen Gründen sinnvoll, aber unter RD-Bedingungen



MCL = Medioclavicularlinie
VAL = vordere Axillarlinie
MAL = mittlere Axillarlinie

problematisch. Keine geschlossenen Sekretbeutel verwenden (unkontrollierte Druckerhöhung)! Es gibt handelsfertige Auffangbeutel mit integriertem Rückschlag- und Überdruckventil (z.B. Portex®).

- Bei Spontanatmung (aufgrund des negativen Drucks im Pleuraraum) sollte ein Rückschlagventil verwendet werden (z.B. Heimlich- oder Tiegelventil → kein Lufteinstrom in den Pleuraraum bei Inspiration)! Gleichzeitig sind diese aber häufig in ihrer Funktion eingeschränkt. Daher ist bei Verwendung eines Heimlich-Ventils folgendes zu beachten: Durchlässigkeit vor Anlage/im Verlauf unbedingt regelmäßig überprüfen, da das Ventil primär oder im Verlauf unbemerkt verlegt/funktionsunfähig sein kann, z.B. durch Blutkoagel → (erneuter) Spannungs-Pneumothorax!
- Abknicken von Drainagen sicher vermeiden! Schläuche nach unten ableiten, v. a. bei Verwendung von Auffangbeuteln (Sog durch Schwerkraft).
- Absaugeinheiten dürfen nicht zur Anlage eines Sogs verwendet werden!
- Bei offenen Brustkorbverletzungen können beim spontan atmenden Pat. (z.B. militärischer Kontext) Ventilklebebands verwendet werden (z.B. Chest Seal® – Verlegungsgefahr ähnlich wie beim Heimlich-Ventil, s.o.), beatmete Pat. erhalten i.d.R. eine Thoraxdrainage.

Literaturverzeichnis

- [L1] Gräsner JT, Wnent J, Seewald S, Meybohm P, Fischer M, Paffrath T, Wafaisade A, Bein B, Lefering R; German Resuscitation Registry Working Group, Trauma Registry of the German Society for Trauma Surgery (DGU): Cardiopulmonary resuscitation traumatic cardiac arrest – there are survivors. An analysis of two national emergency registries. *Crit Care*. 2011;15(6):276.
- [L2] Bouillon B, Walther T, Krämer M, Neugebauer E. Trauma and circulatory arrest. 224 preclinical resuscitations in Cologne in 1987–1990. *Anaesthesist*. 1994 Dec;43(12):786–90.
- [L3] Russell RJ, Hodgetts TJ, McLeod J, Starkey K, Mahoney P, Harrison K, et al. The role of trauma scoring in developing trauma clinical governance in the Defence Medical Services. *Phil Trans R Soc B* 2011; 366: 171–191
- [L4] Kulla M, Meiners S, Lampl L, Gässler H, Helm M: Prolongierte Reanimation nach schwerem stumpfem Trauma mit hervorragendem Ausgang. *Notfall Rettungsmed*. 2014 November;17(7):607–608.
- [L5] Kleber C, Giesecke MT, Lindner T, Haas NP, Buschmann CT. Requirement for a structured algorithm in cardiac arrest following major trauma: Epidemiology, management errors, and preventability of traumatic deaths in Berlin. *Resuscitation*. 2014 Mar;85(3):405–410.
- [L6] Buschmann CT, Tsokos M, Kleber C: Vermeidbare Todesfälle nach Trauma. *Notfall Rettungsmed*. 2015 Juni;18(4):316–324.
- [L7] http://www.agswm.de/sites/default/files/Eckpunktepapier_agswm_inm.pdf Zugegriffen: 23.10.2015
- [L8] NAEMT. Präklinisches Traumamanagement. 2. Aufl. München: Urban & Fischer Verlag; 2012: 301.
- [L9] Kleber C, Lefering R, Kleber AJ, Buschmann CT, Bail HJ, Schaser KD, Haas NP; DGU TraumaRegister Unfallchirurg. Rescue time and survival of severely injured patients in Germany. 2013 Apr;116(4):345–50.
- [L10] Kulla M, Helm M, Lefering R, Walcher F. Prehospital endotracheal intubation and chest tubing does not prolong the overall resuscitation time of severely injured patients: a retrospective, multicentre study of the Trauma Registry of the German Society of Trauma Surgery. *Emerg Med J*. 2012 Jun;29(6):497–501.
- [L11] Smith JE, Rickard A, Wise D: traumatic cardiac arrest. *Journal of the Royal Society of Medicine*; 2015; 108(1) 11–16.
- [L12] Laws D, Neville E, Duffy J, et al. BTS guidelines for the insertion of a chest drain. *Thorax* 2003;58 Suppl 2:ii53–9
- [L13] Harper RJ: Pericardiocentesis in: Roberts, Hedges: *Clinical Procedures in Emergency Medicine*. 4th Edition, Saunders, 2004
- [L14] Simms ER, Flaris AN, Franchino X, Thomas MS, Caillot JL, Voiglio EJ. Bilateral anterior thoracotomy (clamshell incision) is the ideal emergency thoracotomy incision: an anatomic study. *World J Surg*. 2013 Jun;37(6):1277–1285.
- [L15] Puchwein P, Sommerauer F, Clement HG, Matzi V, Tesch NP, Hallmann B, Harris T, Rigaud M. Clamshell thoracotomy and open heart massage-A potential life-saving procedure can be taught to emergency physicians: An educational cadaveric pilot study. *Injury*. 2015 Sep;46(9):1738–1742.
- [L16] Slessor D, Hunter S: To be blunt: are we wasting our time? Emergency department thoracotomy following blunt trauma: a systematic review and meta-analysis. *Ann Emerg Med*. 2015 Mar;65(3):297–307.
- [L17] Davies GE, Lockey DJ. Thirteen survivors of pre-hospital thoracotomy for penetrating trauma: a prehospital physician-performed resuscitation procedure that can yield good results. *J Trauma*. 2011 May;70(5):75–78.
- [L18] Wise D, Davies G, Coats T, Lockey D, Hyde J, Good A. Emergency thoracotomy: „how to do it“. *Emerg Med J*. 2005 Jan;22(1):22–24.
- [L19] DGAI / Timmermann A et al.: Handlungsempfehlung für das präklinische Atemwegsmanagement. *Anästhesiologie Intensivmedizin* 2012;53:294–308
- [L20] Striebel HW: Die Anästhesie. Bände I und II. 3. Auflage, Schattauer, Stuttgart, 2014 (ISBN 978-3-7945-2942-1): S. 647 und 683
- [L21] Working Group, Ad Hoc Subcommittee on Outcomes, American College of Surgeons–Committee on Trauma. Practice management guidelines for emergency department thoracotomy. *J Am Coll Surg*. 2001;193:303–309. (Zitiert nach AHA 2010, S845)
- [L22] Rhee PM, Acosta J, Bridgeman A et al: Survival after emergency department thoracotomy: review of published data from the past 25 years. *J Am Coll Surg*. 2000 Mar;190(3):288–98.