Z Herz- Thorax- Gefäßchir 2019 · 33:363–368
<https://doi.org/10.1007/s00398-019-00331-8>
Eingegangen: 5. Juli 2019
Überarbeitet: 6. August 2019
Angenommen: 7. August 2019
Online publiziert: 9. September 2019
© Der/die Autor(en) 2019

Erik Popp^{1,2} · Angelika Kühn¹ · Oliver Lutz² · Christine Leowardi³ · Bastian Schmack⁴

¹ Klinik für Anästhesiologie, Sektion Notfallmedizin, Universitätsklinikum Heidelberg, Heidelberg, Deutschland

² DRF Luftrettung, Filderstadt, Deutschland

³ Klinik für Allgemein-, Viszeral- und Transplantationschirurgie, Universitätsklinikum Heidelberg, Heidelberg, Deutschland

⁴ Klinik für Herzchirurgie, Universitätsklinikum Heidelberg, Heidelberg, Deutschland

Clamshell-Thorakotomie nach singulärem Messerstich in die „cardiac box“

Die aktuellen Leitlinien zur kardiopulmonalen Reanimation (CPR) beinhalten seit 2015 einen Algorithmus zur Versorgung von Patienten mit traumatischem Kreislaufstillstand (HKS). Besonderer Fokus liegt auf der Versorgung reversibler Stillstandsursachen, wie beispielsweise der Ausräumung einer Perikardtamponade oder der proximalen Aortenkompression zur Blutungskontrolle (■ **Abb. 1**). Die Clamshell-Thorakotomie im HKS beschreibt eine invasive Ultima-Ratio-Notfallprozedur, die mit verhältnismäßig einfachen Mitteln einen sehr schnellen Zugang zum Thorax ermöglicht, um so potenzielle Ursachen eines HKS zu bekämpfen [1].

Hintergrund

Nach bilateralem Vorgehen über den 4. oder 5. Interkostalraum (ICR), und damit ausgeschlossenem Spannungspneumothorax, kann im Rahmen der Clamshell-Thorakotomie durch Verbinden der Inzisionen und Durchtrennen des kaudalen Sternums eine muschelförmige Öffnung des Thorax erzeugt werden. Kennzeichnend für diese extrem seltene Notfallmaßnahme ist, dass sie eine exzellente intrathorakale Übersicht innerhalb kürzester Zeit erzeugen kann.

Vor dem Hintergrund bestehender Empfehlungen internationaler Leitlinien auf der einen Seite [2], aber der geringen Anzahl publizierter Fälle in Deutschland [3, 4] auf der anderen

Seite, erfolgt die Einsatzbeschreibung einer erfolgreich durchgeführten präklinischen Clamshell-Thorakotomie nach penetrierendem Trauma.

Falldarstellung

Alarmierung des Rettungsdienstes

Um 07:48 Uhr geht bei der Rettungsleitstelle ein Notruf ein. Der Anrufer beschreibt einen blutüberströmten Angehörigen im Bad der eigenen Wohnung. Ein ca. 30 cm langes Küchenmesser liegt neben ihm. Während des Notrufs lässt sich nicht sicher klären, ob der Patient noch einen Kreislauf hat, sodass mit der Anleitung zur Laienreanimation gestartet wird. Die Alarmierung der Rettungsmittel Notarzteinsetzfahrzeug (NEF) und Rettungswagen (RTW) erfolgte parallel durch einen weiteren Mitarbeiter der Leitstelle (Alarm 07:49 Uhr). Die Rettungsmittel trafen nach kurzer Anfahrt nahezu zeitgleich ein (Status 4: 07:56 Uhr), kurz darauf auch die Polizei.

Auffindesituation und erste Maßnahmen

Der Einsatzort ist das 1. Obergeschoss eines Mehrfamilienhauses ohne Fahrstuhl. Vor Ort präsentiert sich dem Team aus 2 Rettungsassistenten (RTW), einem Hospitanten (RTW), einem Notfallsanitäter (NEF) und einer Notärztin (Fachärztin für Anästhesie) eine leblose männliche

Person in einem kleinen Badezimmer (ca. 07:59 Uhr). Es findet eine Laienreanimation statt. Die Situation wird als aufgeregt, aber verhältnismäßig übersichtlich und ohne Gefahr für das Einsatzteam wahrgenommen. Nach Verbringen des ca. 55- bis 60-jährigen Patienten in den Flur, um die Zugänglichkeit zu verbessern, erfolgt die Übernahme der Thoraxkompression. Die Ableitung des Initialrhythmus ergibt eine pulslose elektrische Aktivität (PEA). Bei adipösem Habitus und fehlenden sichtbaren Venen erfolgen die primäre Anlage einer intraosären Kanüle an der Tibia und die Gabe von Adrenalin. Die Atemwegssicherung gelingt trotz primär verwendetem Videolaryngoskop in 2 Versuchen nicht, sodass ein Larynxtrachealtubus (LTS-D, Gr. 5, VBM Medizintechnik GmbH, Sulz a. N., Deutschland) platziert wird. Eine positive Kapnographie und fehlende Leckage lassen die Atemwegssicherung als ausreichend erscheinen.

Minithorakotomie

Aufgrund der offensichtlichen Verletzung des linken Hemithorax und des abgeschwächten linksseitigen Atemgeräuschs wird eine linksseitige Minithorakotomie in Höhe des 5. ICR durchgeführt. Es entleeren sich etwas Luft und reichlich Blut; das Atemgeräusch ist jetzt seitengleich. In der Folge kann ein spontaner Kreislauf (1. „return of spontaneous cir-

Abb. 1 ◀ Korrigierte Version des Algorithmus zur Versorgung eines traumatisch bedingten Kreislaufstillstands aus der Leitlinie des European Resuscitation Council. Zur Entlastung einer Perikardtamponade, chirurgischen Blutungskontrolle oder proximaler Aortenkompression soll eine Notfallthorakotomie in Erwägung gezogen werden. CPR kardiopulmonale Reanimation, ALS Advanced Cardiac Life Support. (Truhlär et al. [6])

culation“ [ROSC] ca. 08:15 Uhr) erzeugt werden.

Organisation des Zubringens von Blutprodukten

Parallel zum Geschehen vor Ort versucht die Leitstelle, das Zubringen von Blutprodukten zu organisieren. Hierzu wird Kontakt mit der Uniklinik Heidelberg (UKHD) und mit dem Rettungs- und Intensivtransporthubschrauber (RTH/ITH) Christoph 53 aufgenommen. Der RTH/ITH befindet sich gerade in der Ertüchtigung für den präklinischen Einsatz von Blutprodukten, hat aber noch keine an Bord. Das sog. Medical Intervention Car der Klinik für Anästhesiologie des UKHD ist zu diesem Zeitpunkt noch nicht in Dienst gestellt und kann daher nicht

genutzt werden, um Blut und weitere personelle Unterstützung zu liefern. Daher wird der Christoph 53 alarmiert (08:13 Uhr). Dieser landet mit Notfallsanitätern („helicopter emergency medical service“, HEMS) und Notarzt (Facharzt für Anästhesie) um 08:28 Uhr fußläufig in der Nähe der Wohnung. Zwischenzeitlich hat das Team an der Einsatzstelle den Kreislauf des Patienten wieder verloren (08:25 Uhr) und muss ihn erneut reanimieren.

Clamshell-Thorakotomie

Voraussetzungen

Für den Arzt des Hubschraubers ergibt die Kurzübergabe somit eine erneute Reanimationssituation bei Messerstichverletzung in den Thorax. Die genaue „downtime“ lässt sich vor Ort nicht

sicher beziffern. Die Auffindesituation, die Dauer der Laienreanimation und die fragliche Effektivität der Thoraxkompression bei der zugrunde liegenden Verletzung erzeugen Zweifel, ob die in den Leitlinien geforderte maximale Zeit ohne Vitalzeichen von 15 min überschritten wurden [2]. Vor dem Hintergrund, dass zu diesem Zeitpunkt alternativ nur das Beenden aller Maßnahmen infrage kommt, wird beschlossen, die Thoraxkompressionen einzustellen, die Klebe-Patches zu entfernen und die Verletzung durch einmaliges Abwischen des Brustkorbs darzustellen. Es zeigt sich eine singuläre, ca. 3 cm messende linksthorakale Stichwunde etwa in Höhe des 4. ICR.

Die Teamentscheidung zur Clamshell-Thorakotomie wird gemäß der „4E-Regel“ getroffen.

- „expertise“ (Erfahrung),
- „equipment“ (Ausrüstung),
- „environment“ (Umgebung),
- „elapsed time“ (Zeitverzögerung).

Expertise. Drei der anwesenden Personen (HEMS, Notärztin und Hubschraubernotearzt) haben einen Kurs zur Clamshell-Thorakotomie besucht bzw. unterrichten dort.

» Die Teamentscheidung zur Clamshell-Thorakotomie wird gemäß der „4E-Regel“ getroffen

Equipment. Benötigt werden ein Skalpell, eine stabile Schere, Nahtmaterial und Klemmen. Dieses Material wird vom RTH/ITH mitgeführt.

Environment. Idealerweise sollte die Clamshell-Thorakotomie im OP stattfinden. Dorthin gelangen diese Patienten aber praktisch niemals innerhalb der geforderten Zeit. Die Zugänglichkeit zum Patienten war zwar nicht ideal, aber prinzipiell von allen Seiten gegeben. Ein Transport aus der Wohnung in den RTW im HKS ohne Reanimationsmaßnahmen wäre eine Option, die ca. weitere 10 min ohne Perfusion („no flow“) bedeutet hätte.

Elapsed time. Der Verlust der Vitalzeichen sollte nicht länger als 10 min, maximal 15 min beim penetrierenden Trauma zurückliegen.

Durchführung

Das Vorhaben wird im Team kommuniziert, und die Türen werden geschlossen. Personen, die noch keine Thorakotomie gesehen haben und den Raum verlassen möchten, werden dazu aufgefordert. Zum Eigenschutz werden 2 Paar Handschuhe angelegt; Sterilität oder Asepsis wird nicht angestrebt.

» Die eigentliche Thorakotomie benötigt ca. 90 s

Die eigentliche Thorakotomie benötigt ca. 90 s. Sie beginnt mit der rechtsseitigen

Z Herz- Thorax- Gefäßchir 2019 · 33:363–368 <https://doi.org/10.1007/s00398-019-00331-8>
© Der/die Autor(en) 2019

E. Popp · A. Kühn · O. Lutz · C. Leowardi · B. Schmack

Clamshell-Thorakotomie nach singulärem Messerstich in die „cardiac box“

Zusammenfassung

Fallberichte zur präklinischen Durchführung einer Clamshell-Thorakotomie in Deutschland sind bisher rar, wenngleich diese Notfallprozedur in internationalen Leitlinien zur Behandlung des traumatischen Kreislaufstillstands enthalten ist. Im vorliegenden Beitrag wird die Versorgung eines erwachsenen Patienten nach einem Messerstich in den als „cardiac box“ bezeichneten Bereich des Thorax dargestellt. Konventionelle Maßnahmen der kardiopulmonalen Reanimation wie Atemwegssicherung, Beatmung und Thoraxkompression führten nicht zur Wiederherstellung des Kreislaufs („return of spontaneous circulation“, ROSC). Nachdem auch nach Ausschluss eines Spannungspneumothorax mithilfe einer Minithorakotomie kein dauerhafter ROSC erzeugt werden konnte, wurde entsprechend

der Leitlinienempfehlung eine Thorakotomie erwogen und vor Ort durchgeführt. Nach dem Ausräumen einer Perikardtamponade und anschließendem ROSC wurde eine stark blutende Myokardverletzung übernäht und der Patient in den Schockraum des Universitätsklinikum Heidelberg gebracht. Dort erfolgten eine Notfalltransfusion und konsekutiv die definitive Versorgung der Verletzung im kardiochirurgischen OP. Der Patient verstarb am Folgetag an den Folgen eines hypoxischen Hirnödems im Beisein seiner Angehörigen.

Schlüsselwörter

Notfallmedizin · Herzstillstand · Kardiopulmonale Reanimation · Leitlinien · Algorithmen

Clamshell thoracotomy after single stab with a knife in the cardiac box

Abstract

Case reports on performing a preclinical clamshell thoracotomy in Germany are rare, although this emergency procedure is included in international guidelines for the treatment of traumatic cardiac arrest. This article is a case report of an adult patient who was stabbed with a knife in the area of the thorax known as the cardiac box. Conventional measures of cardiopulmonary resuscitation, such as securing the airway, ventilation and chest compression did not lead to a return of spontaneous circulation (ROSC). Even after the exclusion of a tension pneumothorax by mini-thoracotomy, no permanent ROSC could be established; therefore, a thoracotomy was considered and performed on site in accordance with the

guideline recommendations. After evacuation of a pericardial tamponade and subsequent ROSC, a severely bleeding myocardial injury was sutured and the patient was taken to the trauma room of Heidelberg University Hospital. There, an emergency transfusion and subsequently the definitive repair of the injury was performed in the cardiosurgical operating room. The patient died the following day in the company of his relatives from the sequelae of hypoxic cerebral edema.

Keywords

Emergency medicine · Cardiac arrest · Cardiopulmonary resuscitation · Guidelines · Algorithms

gen Thorakotomie und verbindet diese mit dem Sternum. Die bestehende linksseitige Minithorakotomie wird ebenso zum Sternum erweitert. Hierzu werden Kutis und Subkutis mit dem Skalpell durchtrennt, die Interkostalmuskulatur und das Sternum werden mit der Schere (Leatherman Multitool Raptor, Leatherman Europe GmbH, Ratingen, Deutschland) geschnitten. Es entweicht

keine Luft. Zur Eröffnung und zum Offenhalten der Thorakotomie greift ein Helfer (HEMS) vom Kopf aus den Rippenbogen (Abb. 2).

Zunächst imponiert eine Verletzung der linken Lunge. Das Perikard erscheint unauffällig. Erst nach der Perikardiotomie über einen umgekehrten T-Schnitt und Luxieren des Herzens findet sich ein großes dorsal gelegenes, frisches Häma-

Abb. 2 ▲ Erstes Einsatzbild nach Clamshell-Thorakotomie. Zu sehen ist das Offenhalten des Thorax aus der Position oberhalb des Patientenkopfes. Ein zweiter Helfer komprimiert die Aorta gegen die Wirbelsäule (proximale Aortenkompression)

Abb. 3 ▲ Herzkompression. Durchführung der offenen Herzdruckmassage mithilfe der bimanuellen Kompression des Herzens und der proximalen Aortenkompression durch zweiten Helfer

Abb. 4 ◀ Blick auf die Thorakotomie zum Zeitpunkt der Versorgung der Aa. mammae. Zu sehen sind die bereits geklemmte rechte A. mammae und die noch blutende linke A. mammae. Für die Versorgung werden 20 s benötigt (Zeitstempel der Fotodokumentation)

tom, das eine Perikardtamponade verursacht. Diese wird ausgeräumt, und es kommt eine ca. 2–3 cm große apikale Stichwunde im linken Ventrikel zur Darstellung. Das Herz zeigt zu diesem Zeitpunkt keine Kontraktivität und beginnt auch nach Repositionierung nicht wieder zu schlagen.

Ein weiterer Helfer (Notärztin) führt eine proximale Aortenkompression durch (Abb. 2). Auch eine interne Herzmassage führt bei schlechter kardialer Füllung nicht zur Eigenaktivität.

Da zu diesem Zeitpunkt lediglich ein intraossärer Zugang besteht und keine Venen sichtbar sind, fällt die Entscheidung, unter Fortsetzung der intrathorakalen Herzdruckmassage (beispielhaft Abb. 3), zur ultraschallgestützten (GE Healthcare, Vscan) Anlage eines großlumigen Venenkatheters (12 F, 3 Lumen) in die Leiste. Dies gelingt im ersten Versuch, und es werden 1000 ml 6%ige Tetraspan-Lösung (Fa. B. Braun, Melsungen, Deutschland) mit manuellem Druck infundiert. Das Herz füllt sich

und beginnt nach einigen Sekunden zu schlagen (2. ROSC 08:44 Uhr). Die Notärztin in der Position der Aortenkompression kann nun die Aorta gut tasten. Die Kapnographie dokumentiert den ROSC. Mit dem Einsetzen des Kreislaufs beginnen die beiden Aa. mammae interna und die singuläre myokardiale Stichwunde zu bluten. Beide Arterien können unmittelbar geklemmt werden (Abb. 4).

Der Versuch, die kardiale Stichwunde mit dem Finger zu okkludieren, gelingt nicht suffizient, sodass diese Verletzung mit insgesamt 3 Einzelknopfnähten genäht werden muss (Abb. 5). Alternative Techniken der „damage control surgery“, wie ein Blasenkatheter oder ein Hauttacker (Abb. 6), standen nicht zu Verfügung. Aus der Lungenverletzung entweicht praktisch kein Blut und nur wenig Luft, sodass diese nicht unmittelbar versorgt werden muss.

Bodengebundener Transport des Patienten

Telefonisch, als Arzt-Arzt-Gespräch, wird der Schockraum der Chirurgischen Klinik des UKHD über die durchgeführte Thorakotomie informiert. Es wird vereinbart, den innerklinischen Übergabepunkt (Schockraum oder OP) festzulegen und dem präklinischen Team telefonisch mitzuteilen. Um 09:00 Uhr beginnt der Transport aus der Wohnung im 1. OG. Während der kompletten bodengebundenen Transportzeit von 23 min bis zum Eintreffen in den Schockraum wird die Aortenkompression aufrechterhalten. Die weiteren Volumen- und Katecholamingaben erfolgen nach Aortenpuls und Kapnographiebefund gesteuert. Es wird 1 g Tranexamsäure verabreicht.

Versorgung im Schockraum und Outcome

Im Schockraum verbleibt der Patient auf der Trage des Rettungsdienstes und wird dort mit vorbereitetem, gewärmtem Fremdblut (2 Erythrozytenkonzentrate, EK) notfalltransfundiert (Level 1® H-1200, Smiths Medical Deutschland GmbH, Grasbrunn, Deutschland). Der Larynxtracheotomie wird gegen einen Endotra-

Abb. 5 ▲ Myokardnaht. Versorgung der Myokardverletzung mithilfe von Einzelknopfnähten durch den Notarzt. Die Notärztin des Notarzteinsatzfahrzeugs assistiert. Als Lichtquelle kommt eine im Rettungsdienst übliche LED-Taschenlampe zum Einsatz

chealtubus gewechselt. Gleichzeitig wird das zu diesem Zeitpunkt wieder nicht mehr kontrahierende Herz von einem Herzchirurgen untersucht und die Wunde nochmals übernäht. Unmittelbar nach Transfusion beginnt das Herz wieder suffizient auszuwerfen. Die endgültige Versorgung mit Patch-armierten tiefgreifenden Nähten (3-0 Prolene) erfolgt, nach direktem Transport aus dem Schockraum, in einem kardiochirurgischen OP. Es werden insgesamt 10 EK, 8 Konserven „fresh frozen plasma“ (FFP), 3 Konserven Thrombozytenkonzentrat (THK) und 8g Fibrinogen verabreicht. Zudem erfolgt die Versorgung der Lungenverletzung mithilfe einer Übernaht. Intraoperativ gelingt es, die Herzwunde suffizient zu versorgen und den Brustkorb des Patienten nach Einlage von Thoraxdrainagen endgültig zu verschließen (Operationsende 12:30 Uhr). Das anschließend durchgeführte CT zeigt jedoch ein generalisiertes Hirnödem mit aufgehobener Mark-Rinden-Differenzierung und beginnenden Zeichen der Einklemmung. Der Patient verstirbt am folgenden Tag im Beisein seiner Angehörigen. Einer Organspende wurde nicht zugestimmt.

Abb. 6 ▲ Blasenkatheter. Beispielhafte Darstellung der Versorgung einer myokardialen Stichwunde durch Anwendung eines geblockten Blasenkatheters. (Bildquelle: Seminar INTECH Advanced Heidelberg)

Diskussion

Die aktuellen Leitlinien zur CPR legen es im Traumatic-cardiac-arrest(TCA)-Algorithmus nach der Abklärung der 4E-Regel nahe, die sofortige Thorakotomie zu erwägen. Ziele sind die Entlastung einer Perikardtamponade, eine proximale Aortenkompression und die direkte Versorgung von lebensbedrohlichen Blutungen. Thoraxkompressionen haben bei der Versorgung von Verletzungen, wie der hier berichteten, eine nachrangige Priorität. Tatsächlich hindern diese das Team daran, notwendige Maßnahmen zur Ursachenbekämpfung durchzuführen. In dem beschriebenen Fall konnte nach erfolgter Entlastung durch Minithorakotomie ein erster ROSC erreicht werden, der jedoch, in der Retrospektive nicht überraschend, wieder verloren ging. Die Entfernung zur nächsten geeigneten Klinik war, wie durch den späteren Transport gezeigt wurde, kaum unter 25 min zu bewältigen. Ein „load-and-go“ wäre auch mit mechanischer Reanimationshilfe (der RTH/ITH war damit ausgestattet, das NEF nicht) aufgrund der Kombination aus obstruktivem und hypovolämischem HKS nicht erfolgversprechend. Beim Load-and-go im HKS ist fraglich, ob es im vorliegenden Fall

überhaupt noch einmal möglich gewesen wäre, einen ROSC zu erzeugen. Schlussendlich verstarb der Patient an einer zerebralen Ischämie. Die kritische Auseinandersetzung mit den Einschlusskriterien bleibt daher essenziell.

» Die bezugte Downtime < 10 min nach TCA ist einer der Erfolgsfaktoren der Clamshell-Thorakotomie

Die größte Aussicht auf Erfolg hat eine Clamshell-Thorakotomie bei der Stichverletzung ins Herz mit Perikardtamponade und bezugter Downtime von weniger als 10 min [5]. Bei diesem Einsatz waren nicht alle prognostisch positiven Faktoren gegeben. Besonders problematisch waren die folgenden Aspekte:

- unklare Downtime in Verbindung mit der Reanimation vor der Entscheidung zur Durchführung,
- nichtvollständige Blutstillung bei gleichzeitigem Fehlen von Fremdblut,
- relativ weiter Weg in die geeignete Klinik.

Die unklare Downtime erschwert die Entscheidungsfindung. Die vorliegende Datenlage erlaubt keine sichere Handlungsanweisung. Das Risiko eines negativen Ausgangs wurden daher ebenso wie persönliche Risiken für die Helfer (Verletzungs- und Infektionsrisiko) abgewogen und in Kauf genommen.

Die nichtvollständige Blutstillung ist v.a. vor dem Hintergrund des fehlenden Fremdbluts bedeutsam, da die Blutungsmenge nach Herznaht in der Klinik mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit nicht mehr weiter zu einem Hämoglobinabfall geführt hätte. Präklinisch musste jedoch weiter mit Kristalloiden gearbeitet werden. Wie effektiv die Transfusion war, hat die Phase im Schockraum klar demonstriert. Unmittelbar nach Druckinfusion von 2 EK konnte eine Stabilisierung erzeugt werden, die dann unter weiterer Transfusion persistierte.

Das Ausmaß der Bedeutung der einzelnen Faktoren lässt sich aufgrund der Abhängigkeit untereinander kaum quan-

tifizieren. Klar erscheint jedoch in diesem Fall, dass die Maßnahme Clamshell-Thorakotomie präklinisch durchführbar und geeignet war, das ursächliche Problem zeitnah zu lösen. Zwischen der Landung des RTH/ITH und dem ROSC nach Clamshell-Thorakotomie waren 16 min vergangen. Begünstigend war, dass mehrere Personen in die Prozedur eingewiesen waren, der Arzt vom RTH/ITH durch die Information der Leitstelle mental vorbereitet war und die Anlage des entscheidenden Volumenwegs schnell gelang. Das im Anschluss an den Einsatz durchgeführte Debriefing des Rettungsdienstteams ergab ein hohes Maß an Übereinstimmung in Bezug auf die Notwendigkeit dieser seltenen invasiven Notfallprozedur.

Fazit für die Praxis

- Die Durchführung der Clamshell-Thorakotomie darf als entscheidend dafür angesehen werden, dass der Patient trotz Perikardtamponade und ausgeprägter Hypovolämie die Klinik mit einem Minimalkreislauf erreichte und einer zunächst erfolgreichen operativen Behandlung zugeführt werden konnte. Die unklare Downtime dürfte wesentlich verantwortlich dafür sein, dass letztlich trotz aller Bemühungen ein hypoxisches Hirnödem zum Tod führte. Deutlich wird daran das Dilemma, bei einem nichtunmittelbar beobachteten Kollaps die Downtime als Ein- bzw. Ausschlusskriterium zu ermitteln.
- Abzuleiten ist die Bedeutung des entsprechenden Trainings im Team. Nur die Zusammenarbeit geschulter Kräfte, die technisch und mental auf derartige Situationen vorbereitet sind, ermöglicht die erfolgreiche Durchführung.
- Die frühzeitige, präklinische Verfügbarkeit von Blutprodukten wäre hilfreich gewesen.
- Um letztlich ein positives Ergebnis für den Patienten zu ermöglichen, muss auch die aufnehmende Herz-/Thoraxchirurgie mit der Prozedur vertraut sein, bei entsprechender Alarmierung ein standardisiertes

Vorgehen auslösen und geschultes Personal im Schockraum bereitstellen. In der Aufarbeitung des Falls wurde daher eine „standard operating procedure“ (SOP) mit dem Anmeldestichwort „CODE Red Clamshell“ etabliert.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. Erik Popp
Klinik für Anästhesiologie, Sektion Notfallmedizin, Universitätsklinikum Heidelberg
Neuenheimer Feld 110, 69120 Heidelberg, Deutschland
erik.popp@uni-heidelberg.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. E. Popp, A. Kühn, O. Lutz, C. Leonard und B. Schmack geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autoren keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

Open Access. Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Literatur

1. Simms ER et al (2013) Bilateral anterior thoracotomy (clamshell incision) is the ideal emergency thoracotomy incision: An anatomic study. *World J Surg* 37(6):1277–1285
2. Truhlar A et al (2015) Kreislaufstillstand in besonderen Situationen. *Notfall Rettungsmed* 18(8):833–903
3. Dahmen J et al (2018) Erfolgreiche präklinische Notfallthorakotomie nach stumpfem Thoraxtrauma. *Unfallchirurg* 121(10):839–849
4. Rudolph M, Schneider NRE, Popp E (2017) Clamshell-Thorakotomie nach thorakalen Messerstichen. *Unfallchirurg* 120(4):344–349
5. Davies GE, Lockey DJ (2011) Thirteen survivors of prehospital thoracotomy for penetrating trauma: A prehospital physician-performed resuscitation procedure that can yield good results. *J Trauma Acute Care Surg* 70(5):E75–E78
6. Truhlar A et al (2017) Erratum zu: Kreislaufstillstand in besonderen Situationen. Kapitel 4 der Leitlinien zur Reanimation 2015 des European Resuscitation Council. *Notfall Rettungsmed* 20(6):540–542

Extrem resistente Keime verbreiten sich über Kliniken

Die entscheidenden Multiplikatoren bei der Verbreitung extrem resistenter Bakterien sind laut einer Studie die Krankenhäuser.

Krankenhäuser und die Verlegung von Patienten leisten den entscheidenden Beitrag zur Verbreitung von Erregern mit extrem hoher Antibiotikaresistenz. Zu diesem Ergebnis kam eine internationale Forschergruppe unter der Leitung des Universitätsklinikums Freiburg in einer Studie. Nur eine geringe Rolle spielen demnach Übertragungen in der Allgemeinbevölkerung, aus der Umwelt, der Landwirtschaft und über Lebensmittel. Die Anzahl an Todesfällen, die sich auf eine Infektion mit extrem resistenten Erregern zurückführen lassen, hat sich zwischen 2007 und 2015 in Europa mehr als versechsfacht.

Nahe Häuser – ähnliche Erreger

Die Verbreitungswege extrem resistenter Bakterien ließen sich anhand detaillierter genetischer Analysen nachvollziehen. In 455 Krankenhäusern in 36 europäischen Ländern wurden 6 Monate lang Proben gesammelt. Auf Grundlage dieser repräsentativen Erreger-Stichprobe sequenziierten die Forscher die gesamte genetische Information von fast 2.000 Bakterien der Spezies *Klebsiella pneumoniae*. Dabei nahmen die genetischen Unterschiede zwischen extrem resistenten Isolaten zu, je größer die Entfernung zwischen den Krankenhäusern war. Hingegen stammte die Mehrzahl der genetisch ähnlichsten Isolate von Patienten, die innerhalb des Beobachtungszeitraums im selben Krankenhaus behandelt wurden. Diese Beobachtungen sprechen dafür, dass sich extrem resistente Bakterien vor allem innerhalb einzelner Krankenhäuser sowie bei der Verlegung von Patienten zwischen geografisch nahe liegenden Krankenhäusern verbreiten, so die Studienautoren.

Quelle: Universitätsklinikum Freiburg
basierend auf:
www.nature.com/articles/s41564-019-0492-8