

Unfallchirurgie 2026 · 129:634–640
<https://doi.org/10.1007/s00113-026-01734-7>
 Eingegangen: 5. November 2025
 Angenommen: 24. Juni 2026
 Online publiziert: 23. Juli 2026
 © The Author(s) 2026

Redaktion

Tobias Helfen, München
 Carl Neuerburg, Düsseldorf
 Hans Polzer, München



Periarrest-Notfall-Thorakotomien beim Trauma: eine 5-jährige Fallserie

Greta Ahrens · Michael Hoffmann · Nils Proksch

Abteilung für Unfallchirurgie, Orthopädie & Sportorthopädie, Asklepios Klinik St. Georg, Hamburg, Deutschland

Zusammenfassung

Einleitung: Notfall-Thorakotomien unter Reanimationsbedingungen beim Polytrauma sind mit einer hohen Mortalität assoziiert. Ziel dieser Studie ist die Analyse dieses Patient:innenkollektivs im Hinblick auf die Mortalität und das funktionelle Outcome.

Methoden: In die retrospektive Studie wurden *Patient:innen* eingeschlossen, bei denen zwischen 2019 und 2023 eine Notfall-Thorakotomie im Rahmen der Polytrauma-Versorgung durchgeführt wurde. Die Mortalität wurde definiert als das Überleben bis zur Krankenhausentlassung. Das funktionelle Outcome wurde mittels Glasgow Outcome Scale (GOS) ermittelt.

Ergebnisse: Insgesamt konnten 29 *Patient:innen* in die Studie eingeschlossen werden. 69 % der Patient:innen erlitten ein stumpfes Trauma, 31 % ein penetrierendes Trauma. Von diesen 29 Patient:innen überlebten 5 (17 %). Die durchschnittliche Zeit nach Eintreffen in der Notaufnahme bis zur Durchführung der Notfall-Thorakotomie betrug 19 min ± 16,9, und die durchschnittlich prähospitalen Rettungszeit betrug 62 min ± 53,1. Der durchschnittliche ISS lag bei 68,16 ± 16,97, wobei die Überlebenden einen signifikant niedrigeren ISS von 32,6 ± 16,62 aufwiesen ($p < 0,001$). 24 % der Patient:innen hatten eine monotraumatische Verletzung, hier zeigte sich ein Überleben von 43 %. Der Glasgow Outcome Scale Score betrug 5 der Überlebenden betrug 5. Mit dem Überleben verbundene Faktoren waren: kurze Zeit vor Ort, Stichverletzung, Bewusstsein nach Trauma.

Schlussfolgerung: Die Notfall-Thorakotomie in Extremsituationen ist eine Behandlungsoption für Patient:innen mit einem stumpfen und penetrierenden Trauma, die ein Überleben mit einem guten funktionellen Outcome sichern kann. Weitere Studien sind notwendig, um das kritische Kollektiv weiter zu differenzieren und einen Behandlungsalgorithmus abzuleiten.

Schlüsselwörter

Notfall-Operation · Traumatischer Herz-Kreislauf-Stillstand · Penetrierendes Trauma · Stumpfes Trauma · Reanimation

Hinführung zum Thema

Aufgrund steigender Traumafälle in Deutschland, insb. auch im Hinblick auf penetrierende Gewaltverbrechen, gewinnt die Notwendigkeit der Notfall-Thorakotomie an Bedeutung.

In diesem Beitrag erfolgt die retrospektive Auswertung der durchgeführten Notfall-Thorakotomien in einem überregiona-

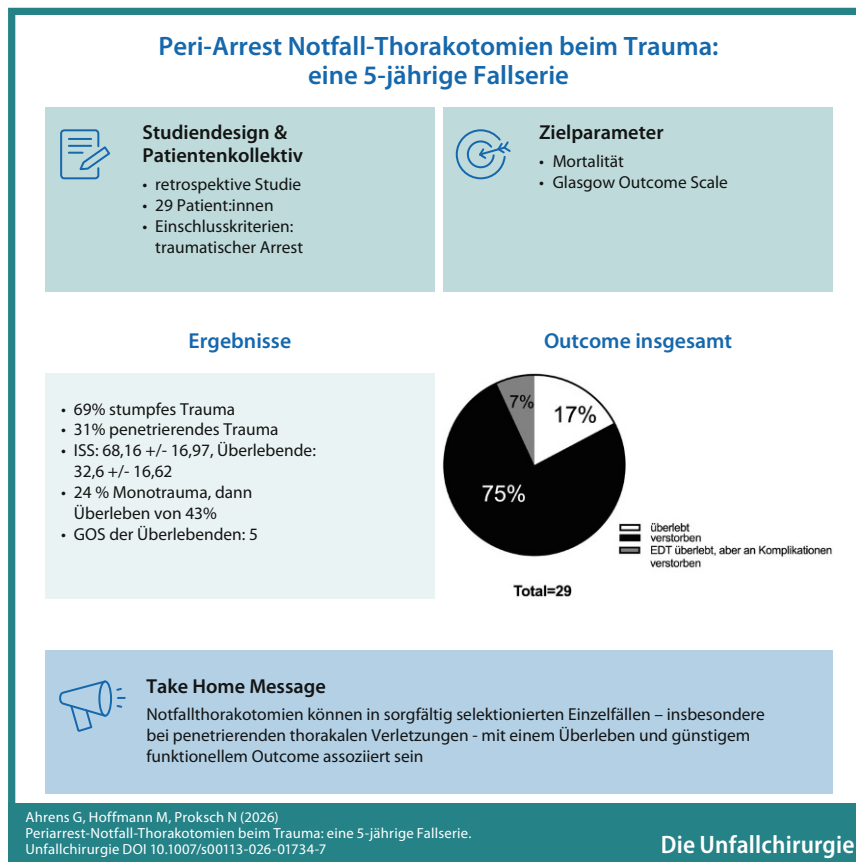
len Traumazentrum über 5 Jahre. In der vorliegenden Arbeit wird unter Notfall-Thorakotomie die im Schockraum durchgeführte „emergency department thoracotomy“ (ED-T) verstanden.

Einführung

Die Notfall-Thorakotomie (ED-T) stellt bei polytraumatisierten Patient:innen in extre-



QR-Code scannen & Beitrag online lesen



mis nach stumpfem oder penetrierendem Trauma eine Behandlungsoption zur Überlebenssicherung dar [1].

Der Mangel an Klarheit in der medizinischen Literatur, die Notwendigkeit einer schnellen Intervention bei diesen Patient:innen und die Tatsache, dass es sich bei der Entscheidung um Leben und Tod handelt, lösen Kontroversen aus [2]. Relevanz hat dieses Thema, da die zweithäufigste Todesursache bei polytraumatisierten Patient:innen eine Exsanguination mit 12,5–26,6 % nach einer Verletzung des Zentralnervensystems mit 21,6–71,5 % ist [3].

Im letzten Jahrzehnt wurde zudem eine Zunahme penetrierender Traumata beobachtet [4]. Bei penetrierenden Traumata ist die Mortalität bei Schusswunden mit 47 % deutlich höher als bei Stichwunden mit 24 % [5, 6].

In der Literatur angegebene dezidierte Indikationen für eine Notfall-Thorakotomie bei Patient:innen im Periarrest-Setting sind Folgende: Bei penetrieren-

dem thorakalem Trauma und einer Wiederbelebungsdauer < 15 min bzw. < 10 min bei stumpfem thorakalem Trauma sollte eine Thorakotomie durchgeführt werden [7]. Bei Vorliegen von Lebenszeichen (Pupillenreaktion, Ventilation, Herzaktivität, Blutdruck) besteht ebenfalls die Empfehlung zur ED-T [8, 9]. Weitere Indikationen zur ED-T bestehen bei einer Fördermenge > 1500 ml aus einer Thoraxdrainage bzw. > 200 ml/h über 2–4 h nach Anlage der Thoraxdrainage, einer Perikardtamponade oder einer vermuteten kardialen Verletzung [10].

Die Indikationen zur ED-T umfassten [11]:

1. offene kardiale Reanimation bei traumatischem Kreislaufstillstand,
2. Versorgung penetrierender oder stumpfer thorakaler Verletzungen mit vermuteter intrathorakaler Blutungsquelle,
3. proximale Aortenklammung zur temporären Blutungskontrolle bei vermuteter intraabdomineller, pelviner

oder schwerer Extremitätenblutung im Sinne einer distalen Blutungskontrolle.

Die Notfallthorakotomie ist insbesondere zur proximalen Aortenklammung bei exsanguinierenden Blutungen unterhalb des Zwerchfells indiziert und ermöglicht zugleich die direkte Versorgung thorakaler Verletzungen.

Der optimale Zeitpunkt für eine Thorakotomie bis zu 30 min nach Trauma wurde bereits 1999 beschrieben [12].

In der Literatur werden differierende Überlebensraten nach einer Notfall-Thorakotomie im Trauma-Setting beschrieben: Während die durchschnittliche Überlebensrate bei ca. 10 % liegt [1], werden bei penetrierenden Verletzungen Überlebensraten bis zu 30 % rapportiert [7]. Höhere Überlebenschancen werden bei Patient:innen mit isoliert penetrierenden Herzverletzungen berichtet, es wurden jedoch auch Fälle von stumpfen Traumata mit Überleben beschrieben [1, 13–15].

Ziele dieser Studie sind die Untersuchung des eigenen Patient:innenkollektivs im Hinblick auf Mortalität und funktionelles Outcome nach einer Notfall-Thorakotomie und die Ableitung eines möglichen Behandlungsalgorithmus und Identifikation von Patient:innen mit einem überdurchschnittlich hohen Überleben.

Patient:innen und Methoden

In die retrospektive Studie wurden Patient:innen eingeschlossen, bei denen zwischen 2019 und 2023 eine Notfall-Thorakotomie im Rahmen der Polytrauma-Schockraum-Versorgung in der zentralen Notaufnahme durchgeführt wurde. Eingeschlossen wurden sowohl Patient:innen mit stumpfem als auch penetrierendem Trauma. Die Behandlung der Patient:innen erfolgte gemäß aktuellem ATLS-Schockraumalgorithmus mit einer/m unfallchirurgischen Teamleader:in. Die Datenerhebung erfolgte auf Grundlage des vorliegenden Aktenmaterials.

Definitionen, Parameter und Zielgrößen

Als Notfall-Thorakotomien wurden eingeschlossen: Sternotomie, Clamshell-Thorakotomie, Hemithorakotomie. Indikationen

Tab. 1 Charakterisierung der Gesamtstichprobe				
	ED-T (n = 29)	Überlebende	Verstorbene	p
Alter (Jahre)	44,48 (19–83)	30 (19–52)	47,5 (26–83)	0,0859
Geschlechterverteilung (M:F)	25:4	5:0	20:4	–
Männlich (%)	86,2 %	100 %	83,3 %	–
CPR präklinisch	18	2	16	–
Penetrierend	9	3	6	–
Stichverletzung	5	3	2	–
Schussverletzung	2	0	2	–
Pfählungsverletzung	2	0	2	–
Stumpf	20	2	18	–
Sturz	10	1	9	–
Verkehrsunfall	10	1	9	–
Unfallzeit				
Winter (Oktober–März)	15	1	14	–
Sommer (April–September)	14	4	10	–
Tag (8:00–20:00 Uhr)	17	1	16	–
Nacht (20:00–8:00 Uhr)	12	4	8	–
Vitalparameter				
RR (mm Hg)	116,1 ± 42,68	114,5 ± 41,72	116,4 ± 45,09	0,976
GCS	7,68 ± 5,13	11 ± 4,24	7,35 ± 5,18	0,5349
SpO ₂ (%)	86,77 ± 9,7	94 ± 2,82	85,45 ± 9,98	0,3679
BGA				
Laktat (mmol/l)	12,46 ± 7,6	8,24 ± 8,69	13,57 ± 7,18	0,4132
BE (mmol/l)	–17,13 ± 4,01	–1,78 ± 21,71	–20,79 ± 8,84	0,134
Hb (g/dl)	9,52 ± 3,27	10,76 ± 2,6	9,21 ± 3,4	0,4656
Zeiten (min)				
Einsatzort	12,59 ± 9,36	7,3 ± 1,5	13 ± 9,36	0,4995
„On scene“	59,12 ± 53,09	46,33 ± 28,01	63 ± 57,16	0,9391
ZNA-Thorakotomie	19,17 ± 16,91	34,25 ± 29,43	14,93 ± 9,24	0,1024
ISS	68,16 ± 16,97 (Max = 75)	32,6 ± 16,62	75 ± 0	< 0,001
Zugangsweg				
Anterolateral	3	0	3	–
Clamshell	4	0	4	–
Sternotomie	22	5	17	–
Davon komb. Laparotomie	14	2	12	–

ED-T „emergency department thoracotomy“, CPR „cardiopulmonary resuscitation“

für eine ED-T waren Patient:innen im Periarrest-Setting mit penetrierenden oder stumpfen thorakalen Verletzungen. Ein „Periarrest“ wurde hierbei definiert als bereits unter CPR befindlich oder drohende Reanimationspflichtigkeit (Nonresponder auf „fluid resuscitation“) bei Katecholaminbedürftigkeit und Notwendigkeit

von Transfusionen und Fehlen sicherer Todeszeichen. Ein „Periarrest-Setting“ wurde definiert als (1) bestehender traumatischer Herz-Kreislauf-Stillstand mit laufender kardiopulmonaler Reanimation oder (2) imminenter Kreislaufkollaps mit systolischem Blutdruck < 60 mm Hg trotz adäquater Volumentherapie und Ka-

techolaminpflichtigkeit bei Verdacht auf thorakale Blutungsquelle und Fehlen sicherer Todeszeichen. In der vorliegenden Arbeit wird unter Notfall-Thorakotomie die im Schockraum durchgeführte „emergency department thoracotomy“ (ED-T) verstanden. Frühthorakotomien im OP, die im weiteren klinischen Verlauf innerhalb der ersten Stunden durchgeführt wurden, waren nicht Bestandteil dieser Analyse.

Zielgrößen dieser Studie sind Mortalität und funktionelles Outcome bei Überleben. Die Mortalität wurde definiert als Überleben bis zur Krankenhausentlassung. Das funktionelle Outcome wurde mittels Glasgow Outcome Scale (GOS) erhoben. Die GOS ist eine 5-stufige Skala (1 = Tod; 5 = gute Erholung ohne relevante neurologische Defizite).

Die Bewertung erfolgte retrospektiv anhand der Entlassungsdokumentation durch zwei voneinander unabhängige, klinisch erfahrene Untersucher:innen. Erfasst wurde der neurologische Status zum Zeitpunkt der Krankenhausentlassung.

Untersucht wurden weiterhin demographische Daten (Alter, Geschlecht, Unfallzeit), Injury Severity Score (ISS), Unfallhergang, Zugangswege, Rettungszeiten/präklinische Therapie und Laborparameter. Der Injury Severity Score (ISS) wurde gemäß etablierter Methodik berechnet. Der maximale ISS beträgt 75 Punkte; dieser Wert wurde vergeben, wenn mindestens eine AIS-6-Verletzung vorlag oder die Kombination der drei schwersten Verletzungen rechnerisch zu einem ISS = 75 geführt hätte.

Statistische Analyse

Für den Vergleich kontinuierlicher Variablen zwischen mehr als zwei unabhängigen Gruppen wurde aufgrund der kleinen Stichprobengröße und der fehlenden Normalverteilung der Daten der Kruskal-Wallis-Test als nichtparametrisches Verfahren verwendet. Dieses Verfahren ermöglicht eine robuste Analyse von Gruppenunterschieden auf Rangbasis ohne die Annahme normalverteilter Daten. Bei Nachweis eines signifikanten Gesamteffekts erfolgten Post-hoc-Analysen mittels Dunn's Multiple Comparison Test unter Anpassung für multiples Testen, um paarweise Unterschiede zwischen den Gruppen zu identifizieren.

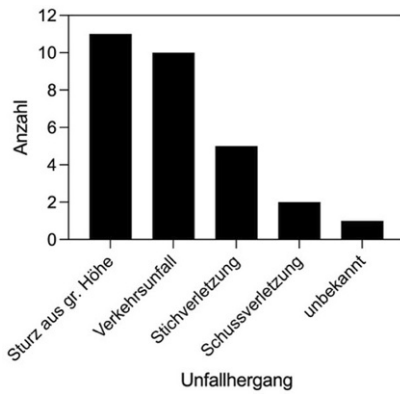


Abb. 1 ▲ Verteilung des Verletzungsmechanismus

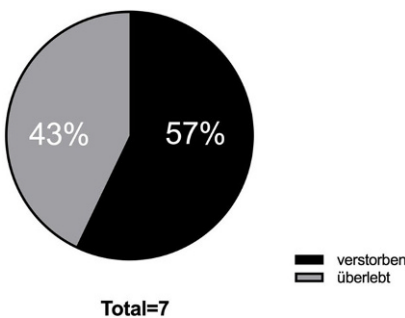


Abb. 3 ▲ Vergleichende Darstellung des Outcomes von Patient:innen mit penetrierenden Verletzungen nach der ED-T (n = 7)

Die statistischen Analysen wurden mit GraphPad Prism Version 10 (GraphPad Software, San Diego, CA, USA) durchgeführt.

Ein p -Wert $< 0,05$ wurde als statistisch signifikant definiert.

Ergebnisse

Im Beobachtungszeitraum von fünf Jahren (2019–2023) wurden 29 Thorakotomien in der Notaufnahme durchgeführt (■ Tab. 1).

Eingeschlossen in diese Studie wurden 4 Patientinnen und 25 Patienten mit einem Durchschnittsalter von 44 Jahren.

Der Verletzungsmechanismus war in 31 % eine penetrierende Verletzung. Häufigste Verletzungsursache stellt ein Sturz aus großer Höhe dar, gefolgt von Verkehrsunfällen, gefolgt von Stich- und Schusswunden (■ Abb. 1).

Im präklinischen Bereich befanden sich 18 Patient:innen unter Herz-Lungen-Wiederbelebung, bei 8 Patient:innen wurde das Vorliegen von Vitalfunktionen dokumentiert, diese mussten jedoch intubiert werden, und 3 Patient:innen waren wach.

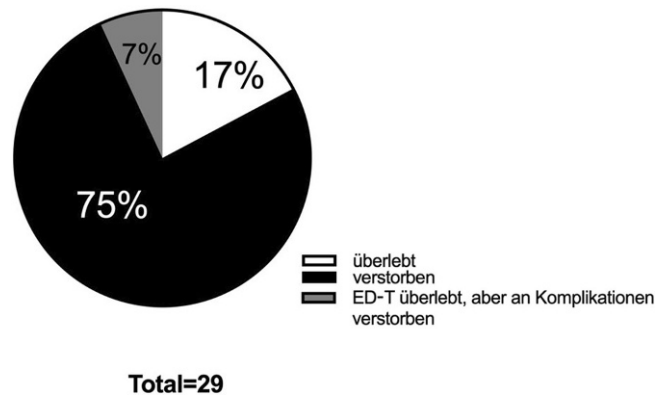


Abb. 2 ◀ Outcome der Gesamtstichprobe (n = 29) von Patient:innen, die eine ED-T erhielten

Die mittlere Zeit bis zum Eintreffen am Einsatzort betrug 11 min. Die Behandlungszeit vor Ort, inklusive Transport, betrug 62 min.

Bei Eintreffen am Einsatzort betrug der mittlere Bewusstseinszustand (Glasgow Coma Scale [GCS]) = 8. 62 % der Patient:innen waren bereits präklinisch reanimationspflichtig. Wenn die Patient:innen noch Vitalfunktionen aufwiesen, betrug der mittlere systolische Druck 115 mm Hg und der SpO_2 88 %.

Im präklinischen Setting erhielten 37,9 % eine Thoraxdrainage, und bei 10,3 % wurde eine Nadelentlastungspunktion durchgeführt. 72,4 % erhielten im Rahmen des Schockraummanagements eine Thoraxdrainage.

Die durchschnittliche Dauer von Eintreffen in der Notaufnahme bis zur Notfall-Thorakotomie betrug 19 min. Bei 79 % wurde eine mediane Sternotomie durchgeführt, gefolgt von Clamshell- (13 %) und anterolateralen Thorakotomien (7 %). Bei 38 % wurde eine kombinierte Sternotomie und Laparotomie durchgeführt.

Es gab keine signifikanten Unterschiede im Hinblick auf Laktat, BE und den Hb-Wert zwischen dem Kollektiv der Überlebenden und dem der Verstorbenen.

Der mittlere ISS betrug 68,16, 95 %-KI: 61,93–74,39. Der ISS der Überlebenden zeigte sich signifikant niedriger bei einem ISS von $32,6 \pm 16,62$ ($p < 0,001$), wohingegen der ISS der Verstorbenen einen ISS von 75 postulierte, da diese Verletzungen aufwiesen, die nicht mit dem Überleben vereinbar waren.

Die Mortalität der ED-T in dieser Stichprobe belief sich auf 75 %; 17 % überlebten die ED-T bis zur Krankenhausentlassung. Zwei Patient:innen überlebten die

Erstbehandlung, starben jedoch zwei Monate später an septischen Komplikationen (■ Abb. 2).

Die Überlebenden der initialen Thorakotomie verbrachten im Durchschnitt $31 \pm 20,34$ Tage in der stationären Behandlung und davon $22,6 \pm 19,37$ Tage auf der Intensivstation.

Patient:innen mit einem Monotrauma zeigten die höchste Überlebensrate (43 %) (■ Abb. 3). Die in diese Studie eingeschlossenen penetrierenden Verletzungen waren ausschließlich Monoverletzungen. Zwei Patient:innen erlitten eine Schusswunde und fünf eine Stichwunde. Die Mortalität in diesem Kollektiv betrug 57 %.

Diese Patient:innen zeigten bei Entlassung eine Glasgow Outcome Scale (GOS) von 5.

Diskussion

Die Daten der vorliegenden Studie zeigen ein Überleben von 43 % nach Notfall-Thorakotomie im Schockraum-Setting bei Patient:innen mit einem penetrierenden Trauma.

Die Überlebensrate einer ED-T beträgt durchschnittlich 8,5 % [11]. Patient:innen mit penetrierenden Verletzungen weisen hierbei jedoch eine erhöhte Überlebensrate von 10,3 % gegenüber stumpfen Traumata (5,2 %) auf [11]. Eine Metaanalyse von ED-T aus Europa konnte allerdings deutlich höhere Überlebenschancen darstellen. Diese Studie zeigte ein Überleben von 12,9 % bei stumpfen und 41,6 % bei penetrierenden Verletzungen [16].

In der Literatur wird beschrieben, dass etwa 5 % der Thoraxtraumata penetrierend sind [17].

Der Anteil von 12 % penetrierender Verletzungen in unserem jährlichen Gesamtpolytraumakollektiv zeigt sich vergleichend überdurchschnittlich.

Daten aus dem deutschen TraumaRegister DGU® konnten im Zeitraum von 2002–2007 insgesamt 72 Notfall-Thorakotomien in ganz Deutschland verzeichnen [18]. In dem hier genannten Zeitraum von ebenfalls 5 Jahren erfolgten allein in unserer Klinik 29 Notfall-Thorakotomien. Dies könnte zudem für die hier gezeigte erhöhte Überlebenschance sprechen.

Die beobachteten Ergebnisse sind mit den in der Literatur berichteten Outcomedaten konsistent. Ein Erklärungsansatz für die erhöhte Rate an Überlebenden ist zum einen die in unserer Klinik strikte Einhaltung des Behandlungsalgorithmus nach ATLS und das repetitive Training der Mitarbeitenden durch die hohe Anzahl an Patient:innen u. a. auch mit penetrierenden Verletzungen.

Bereits beschrieben ist, dass Notfall-Thorakotomien einen Überlebensvorteil bieten und zudem mit einem guten GOS verbunden sein können [19]. Die Daten dieser Studie konnten diese Aussage bestätigen, in dem die Überlebenden mit einem guten funktionellen Outcome entlassen werden konnten (GOS 5/5).

Notfall-Thorakotomien bei Patient:innen mit traumatischem Herz-Kreislauf-Stillstand werden in kritischen Situationen bei unmittelbar drohendem Versterben durchgeführt. Hier bestätigen auch weitere Studien die o. g. Indikationen zur ED-T [9, 10, 20, 21]. Hier wird bei der Durchführung einer ED-T: 1. zur offenen Reanimation und proximalen Blutungskontrolle und 2. zur Adressierung einer thorakalen Verletzung unterschieden [22].

Bei Patient:innen, deren Herzstillstand auf eine Blutung, Tamponade oder einen Spannungspneumothorax zurückzuführen ist, ist eine geschlossene Herz-Lungen-Wiederbelebung im Allgemeinen unwirksam [2]. Weitere Studien konnten zudem zeigen, dass die offene Herzdruckmassage im Vergleich zur geschlossenen Herzdruckmassage einen höheren koronaren Durchblutungsdruck und einen erhöhten systemischen Blutfluss erzeugt [23]. Mit der ED-T ist also nicht nur die Wiederbelebung effektiver, sondern es kann auch die Ursache angegangen werden.

Nach Indikationsstellung zur Notfall-Thorakotomie kommt der Definition des chirurgischen Zugangsweges eine entscheidende Bedeutung zu. In unserem Zentrum wurde überwiegend die mediane Sternotomie als Zugangsweg gewählt. Diese bietet eine gute Übersicht über anteriore kardiale Verletzungen und entspricht einem im herzchirurgischen Ausbildungskontext etablierten Zugang.

Limitationen bestehen jedoch insbesondere im eingeschränkten Zugang zur Aorta descendens, wodurch eine schnelle Aortenklammung technisch erschwert sein kann. Zudem ist eine bilaterale Exploration weniger unmittelbar möglich als bei der anterolateralen Thorakotomie.

Die Wahl des Zugangs erscheint somit wesentlich zentrumsabhängig und von vorhandener Expertise bestimmt; eine generelle Empfehlung lässt sich aus den vorliegenden Daten nicht ableiten.

Den häufigsten Zugangsweg im vorliegenden Patientenkollektiv stellt die Sternotomie dar (76 %), gefolgt von der Clamshell-Thorakotomie (14 %), und nachrangig von der anterolateralen Thorakotomie (10 %). Im Gegensatz dazu verwendete das Traumazentrum von Singapur überwiegend den anterolateralen Zugang [24].

Die Wahl des chirurgischen Zugangs bei der Notfall-Thorakotomie wird in der Literatur weiterhin kontrovers diskutiert und ist maßgeblich von der klinischen Situation sowie der zentrumsabhängigen Expertise abhängig. Simms et al. beschreiben die anterolaterale Thorakotomie als Standardzugang im Schockraum, da sie einen raschen Zugang zum Herzen, Perikard und zur Aorta descendens ermöglicht und insbesondere die Durchführung einer proximalen Aortenklammung erleichtert [25]. In Situationen mit unklarer Verletzungsausdehnung oder vermuteter bilateraler thorakaler Pathologie wird die Erweiterung zur sogenannten Clamshell-Thorakotomie empfohlen, da sie eine exzellente bilaterale Exposition des Thorax, einschließlich beider Lungen, des Herzens und der mediastinalen Strukturen, erlaubt. Demgegenüber bietet die mediane Sternotomie Vorteile hinsichtlich der Übersicht bei anterioren kardialen Verletzungen, ist jedoch im Notfallsetting technisch aufwendiger und mit Einschränkungen beim Zugang zur thorakalen Aorta verbunden [26]. Vor diesem

Hintergrund erscheint die Wahl des Zugangs individualisiert unter Berücksichtigung der vermuteten Verletzungsmuster und der vorhandenen operativen Expertise sinnvoll.

Sofern bei Patient:innen mit penetrierendem extrathorakalem Trauma lediglich das Ziel eines thorakalen aortalen „cross clamping“ oder einer Perikarderöffnung und offenen Herzdruckmassage verfolgt wird, bleibt die linksseitige anterolaterale Thorakotomie Zugang der Wahl [27].

In unserem Operationsteam wurde die Sternotomie aufgrund einer besseren Visualisierung des Ausmaßes der anterioren thorakalen Verletzungen und der Redundanz der chirurgischen Ausbildung durchgeführt. Die Sternotomie ist der Zugangsweg, der unserer Meinung nach am besten in einer kontrollierten Umgebung im Rahmen elektiver Operationen und unter Aufsicht von Herzchirurg:innen praktiziert werden kann.

Generell ist das Thema der chirurgischen Ausbildung bei diesen Notfall-Eingriffen ein häufig diskutiertes Thema. Studien beschreiben bereits die Notwendigkeit der interdisziplinären Zusammenarbeit und das Training von „Trauma-Chirurg:innen“ im Elektiv-Setting [28].

Welches chirurgische Vorgehen bei der ED-T zum Einsatz kommt, wird durch die vermutete Verletzungspathologie determiniert: Für die offene Reanimation am Herzen kommt die minimalinvasive Thorakotomie – eine anterolaterale Thorakotomie – zum Einsatz. Zur Untersuchung von Herzverletzungen bevorzugen wir die Sternotomie.

Studiendaten zeigen, dass ein Zeitraum > 10 min bis zur ED-T mit einer erhöhten Mortalität verbunden ist [29]. Aus der Aktenlage waren lediglich die Zeit zwischen Ankunft in der Notaufnahme und Zeit der Thorakotomie zu erheben. Die Empfehlung der Literatur beruht jedoch auf der Zeit ab einem traumatischen Herzstillstand. In dieser Fallserie befanden sich 62 % der Patient:innen präklinisch unter Reanimation. Die durchschnittliche Zeit ab dem Herzstillstand ist somit nicht auszuwerten. Der in den Studien aufgezeigte Zusammenhang zwischen verbessertem Outcome nach der Thorakotomie und präklinischer Rettungszeit muss kritisch diskutiert und in weiteren Studien untermauert werden.

Die Indikationsstellung zur Notfall-Thorakotomie ist differenziert zu stellen. Die Studiengruppe um Seamon et al. versuchte, Richtlinien festzulegen. Sie gibt an, dass eine ED-T bei pulslosen Patient:innen mit Lebenszeichen durchgeführt werden sollte. Als Lebenszeichen gelten: Pupillenreaktion, Ventilation, elektrische Herzaktivität oder ein messbarer Blutdruck. Wenn keine Lebenszeichen vorhanden sind, müssen andere Faktoren berücksichtigt werden (z. B. CPR-Zeit, No-Flow-Zeit). Bei Patient:innen ohne Lebenszeichen nach einem stumpfen Trauma empfiehlt die Studiengruppe, keine Thorakotomie durchzuführen [8]. Doch ein Blick auf die vorgelegten Daten zeigt, dass entgegen der Literatur eine Thorakotomie auch bei längerer Reanimation oder stumpfem Trauma sinnvoll sein kann. Darüber hinaus liegt unsere Rate an Überlebenden nach einer Notfall-Thorakotomie über dem Durchschnitt der Überlebenden (17 % vs. 7,8 %) [30]. Auch in dieser Fallserie konnte die größte Überlebenschance bei Patient:innen mit thorakalen penetrierenden Monoverletzungen beobachtet werden (Überlebensrate: 43 % vs. 16,8 % [1]/20 % [22]).

Limitationen: Die vorliegende Arbeit unterliegt mehreren Limitationen.

Es handelt sich um eine retrospektive Einzentrumanalyse mit begrenzter Fallzahl. Selektionsmechanismen in der Indikationsstellung können nicht ausgeschlossen werden. Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass es sich um ein strukturell und personell erfahrenes Traumazentrum handelt, wodurch die Ergebnisse möglicherweise nicht ohne Weiteres auf andere Versorgungsstrukturen übertragbar sind.

Insbesondere für stumpfe Traumamechanismen lässt sich aus der geringen Zahl überlebender Patient:innen keine generalisierbare Empfehlung ableiten.

Fazit für die Praxis

- Die im Schockraum durchgeführte Notfall-Thorakotomie (ED-T) kann in sorgfältig selektierten Einzelfällen – insbesondere bei penetrierenden thorakalen Verletzungen und initial vorhandenen Lebenszeichen – mit einem Überleben und günstigem funktionellem Outcome assoziiert sein.
- Aufgrund der begrenzten Fallzahl, des retrospektiven Studiendesigns sowie möglicher Selektions- und Zentrumeffekte las-

sen sich jedoch keine generalisierbaren Empfehlungen, insbesondere für stumpfe Traumata, ableiten.

- Die Indikationsstellung zur Notfall-Thorakotomie sollte streng individualisiert erfolgen und der Eingriff bleibt erfahrenen, strukturiert arbeitenden Traumazentren vorbehalten.

Korrespondenzadresse



Greta Ahrens

Abteilung für Unfallchirurgie, Orthopädie & Sportorthopädie, Asklepios Klinik St. Georg
Lohmühlenstraße 5, 20099 Hamburg, Deutschland
gr.ahrens@asklepios.com

Förderung. Diese Forschung erhielt keine spezifischen Zuschüsse von Förderstellen im öffentlichen, kommerziellen oder gemeinnützigen Sektor.

Verfügbarkeit von Daten und Materialien. Der im Rahmen der vorliegenden Studie analysierte Datensatz ist auf begründete Anfrage bei der korrespondierenden Autorin erhältlich.

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. G. Ahrens, M. Hoffmann und N. Proksch geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Die Studie wurde von der Ethikkommission Hamburg geprüft (Nr. 2025-101630-BF-off). Von allen beteiligten Patient/-innen liegt eine Einverständniserklärung vor.

Open Access. Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung - Nicht kommerziell - Keine Bearbeitung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die nicht-kommerzielle Nutzung, Vervielfältigung, 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. Die Lizenz gibt Ihnen nicht das Recht, bearbeitete oder sonst wie umgestaltete Fassungen dieses Werkes zu verbreiten oder öffentlich wiederzugeben. Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern

das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen. Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>.

Literatur

1. Rhee PM, Acosta J, Bridgeman A, Wang D, Jordan M, Rich N (2000) Survival after emergency department thoracotomy: review of published data from the past 25 years. *J. Am. Coll. Surg* 190(3):288–298. [https://doi.org/10.1016/s1072-7515\(99\)00233-1](https://doi.org/10.1016/s1072-7515(99)00233-1)
2. Mejia JC, Stewart RM, Cohn SM (2008) Emergency department thoracotomy. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 20(1):13–18. <https://doi.org/10.1053/j.semtcvs.2008.01.005>
3. Pfeifer R, Tarkin IS, Rocos B, Pape HC (2009) Patterns of mortality and causes of death in polytrauma patients—has anything changed? *Injury* 40(9):907–911. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2009.05.006>
4. Günther M et al (2021) Incidence, Demographics, and Outcomes of Penetrating Trauma in Sweden During the Past Decade. *Front Neurol* 12:730405. <https://doi.org/10.3389/fneur.2021.730405>
5. Sakran JV et al (2018) Nationwide trends in mortality following penetrating trauma: Are we up for the challenge? *J. Trauma Acute Care Surg* 85(1):160–166. <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000001907>
6. Schulz-Drost S et al (2020) Emergency department thoracotomy of severely injured patients: an analysis of the TraumaRegister DGU®. *Eur J Trauma Emerg Surg* 46(3):473–485. <https://doi.org/10.1007/s00068-019-01212-3>
7. Boddart G et al (2017) Resuscitation thoracotomy. *Surg Open Dig Adv* 154:S35–S41. <https://doi.org/10.1016/j.jvisurg.2017.07.003>
8. Seamon MJ et al (2015) An evidence-based approach to patient selection for emergency department thoracotomy: A practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma. *J. Trauma Acute Care Surg* 79(1):159–173. <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000000648>
9. Burlew CC et al (2012) Western Trauma Association Critical Decisions in Trauma. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery* 73(6):1359–1363. <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e318270d2df>
10. Narvestad JK, Meskinfarnard M, Søreide K (2016) Emergency resuscitative thoracotomy performed in European civilian trauma patients with blunt or penetrating injuries: a systematic review. *Eur J Trauma Emerg Surg* 42(6):677–685. <https://doi.org/10.1007/s00068-015-0559-z>
11. Nevins EJ et al (2019) A systematic review of 3251 emergency department thoracotomies: is it time for a national database? *Eur J Trauma Emerg Surg* 45(2):231–243. <https://doi.org/10.1007/s00068-018-0982-z>
12. Frezza EE, Mezgebe H (1999) Is 30 minutes the golden period to perform emergency room thoracotomy (ERT) in penetrating chest injuries? *J. Cardiovasc. Surg. (Torino)* 40(1):147–151
13. Working Group, Ad Hoc Subcommittee on Outcomes, American College of Surgeons-Committee on Trauma (2001) Practice management guidelines for emergency department thoracotomy. *J.*

- Am. Coll. Surg 193(3):303–309. [https://doi.org/10.1016/s1072-7515\(01\)00999-1](https://doi.org/10.1016/s1072-7515(01)00999-1)
14. Cothren CC, Moore EE (2006) Emergency department thoracotomy for the critically injured patient: Objectives, indications, and outcomes. *World J. Emerg. Surg* 1:4. <https://doi.org/10.1186/1749-7922-1-4>
 15. Branney SW, Moore EE, Feldhaus KM, Wolfe RE (1998) Critical analysis of two decades of experience with postinjury emergency department thoracotomy in a regional trauma center. *J. Trauma* 45(1):85–87. <https://doi.org/10.1097/00005373-199807000-00019>
 16. Narvestad JK, Meskinfamfar M, Søreide K (2016) Emergency resuscitative thoracotomy performed in European civilian trauma patients with blunt or penetrating injuries: a systematic review. *Eur J Trauma Emerg Surg* 42:677–685. <https://doi.org/10.1007/s00068-015-0559-z>
 17. Günsen C, Franke A, Hentsch S, Kollig E, Schwab R (2017) Das Terroranschlagstrauma – eine eigene Entität des Polytraumas. *Chirurgie* 88(10):821–829. <https://doi.org/10.1007/s00104-017-0488-y>
 18. T. Lögters et al., “Abbruch der Schockraumdiagnostik und Notfalloperation beim Polytrauma-Inzidenz und klinische Relevanz Eine Auswertung des TraumaRegisters der DGU,” vol. 113, pp. 832–838, 2010. <https://doi.org/10.1007/s00113-010-1772-1>.
 19. Thorsen K et al (2020) Performance and outcome evaluation of emergency resuscitative thoracotomy in a Norwegian trauma centre: a population-based consecutive series with survival benefits. *Injury* 51(9):1956–1960. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2020.05.040>
 20. Dennis BM, Medvecz AJ, Gunter OL, Guillaumondegui OD (2016) Survey of trauma surgeon practice of emergency department thoracotomy. *Am J Surg* 212(3):440–445. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2015.10.031>
 21. Caputo G et al (2024) Thoracic Trauma: Current Approach in Emergency Medicine. *Clin Pract* 14(5):1869–1885. <https://doi.org/10.3390/clinpract14050148>
 22. ter Avest E et al (2022) Advanced interventions in the pre-hospital resuscitation of patients with non-compressible haemorrhage after penetrating injuries. *Crit Care* 26(1):184. <https://doi.org/10.1186/s13054-022-04052-7>
 23. Wang M, Lu X, Gong P, Zhong Y, Gong D, Song Y (2019) Open-chest cardiopulmonary resuscitation versus closed-chest cardiopulmonary resuscitation in patients with cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 27(1):116. <https://doi.org/10.1186/s13049-019-0690-7>
 24. Yoong IRW, Heng G, Mathur S, Lim WW, Goo TT (2018) Outcomes of emergency thoracotomy for trauma in a general hospital in Singapore. *Asian Cardiovasc Thorac Ann* 26(4):285–289. <https://doi.org/10.1177/0218492318772221>
 25. Simms ER, Flaris AN, Franchino X, Thomas MS, Caillot JL, Voiglio EJ (2013) Bilateral anterior thoracotomy (clamshell incision) is the ideal emergency thoracotomy incision: an anatomic study. *World J Surg* 37(6):1277–1285. <https://doi.org/10.1007/s00268-013-1961-5>
 26. Dept. of Defense (2004) Emergency war surgery, Third U.S. revision, [Second printing]. Aufl. Dept. of Defense, Washington, D.C.
 27. “WMM2023_67-5_Beltzer_Clamshell-Thorakotomie”.
 28. S. Engelhardt, D. Hoyt, R. Coimbra, D. Fortlage, and T. Holbrook, “The 15-Year Evolution of an Urban

Peri-arrest emergency thoracotomy after trauma: a 5-year case series

Background: Emergency thoracotomy under cardiopulmonary resuscitation (CPR) conditions in polytrauma patients remains a high-risk intervention with significant mortality. This study aims to evaluate outcomes following emergency thoracotomy in this critically injured patient population.

Methods: A retrospective analysis was conducted on patients who underwent emergency thoracotomy for polytrauma between 2019 and 2023. The primary outcome was survival to hospital discharge. Functional outcome was assessed using the Glasgow Outcome Scale (GOS).

Results: In this study 29 patients were included, 69% sustained blunt trauma and 31% penetrating injuries. Overall survival was 17% ($n = 5$). Mean time from emergency department arrival to thoracotomy was 19 ± 16.9 min and the prehospital time averaged 62 ± 53.1 min. The median Injury Severity Score (ISS) was 68.16 ± 16.97 . Survivors had significantly lower ISS scores (32.6 ± 16.62 ; $p < 0.001$). Among patients with isolated injuries (24%), the survival rate was 43%. All survivors achieved a favorable outcome (GOS = 5). Factors associated with survival included short prehospital time, stab wounds and preserved consciousness after trauma.

Conclusion: Emergency thoracotomy in the context of severe polytrauma can be lifesaving, particularly in select patients with penetrating injuries and preserved neurological status. Survivors can achieve excellent functional outcomes. Further research is needed to define selection criteria and develop standardized treatment algorithms.

Keywords

Emergency thoracotomy · Traumatic cardiac arrest · Resuscitation · Blunt trauma · Penetrating trauma

Trauma Center: What Does the Future Hold for the Trauma Surgeon?,” 2001.

29. Kidher E et al (2012) The effect of prehospital time related variables on mortality following severe thoracic trauma. *Injury* 43(9):1386–1392. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2011.04.014>
30. Aseni P et al (2021) Emergency Department Resuscitative Thoracotomy: Indications, surgical procedure and outcome. A narrative review. *Am J Surg* 221(5):1082–1092. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2020.09.038>

Hinweis des Verlags. Der Verlag bleibt in Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutsadressen neutral.