

Medizinische Fakultät
der Universität Duisburg-Essen

Aus der Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie

**Vermeidbare und potenziell-vermeidbare Todesfälle in der frühen
Phase der Schwerstverletztenversorgung –
eine retrospektive Untersuchung von 2304 Patienten**

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung des Doktorgrades der Medizin

durch die Medizinische Fakultät

der Universität Duisburg-Essen

vorgelegt von Marc-Frederic Schilling

aus Leer

2016

Dekan: Herr Univ.-Prof. Dr. med. J. Buer
1. Gutachter: Herr Prof. Dr. med. S. Lendemans
2. Gutachter: Frau Prof. Dr. med. E. Kottenberg

Tag der mündlichen Prüfung: 7. Juli 2016

meiner Familie

Publikationen

Teile der vorgelegten Arbeit wurden publiziert:

1) Schoeneberg, C., **Schilling, M.**, Probst, T., Lendemans, S. (2014) Preventable and potentially preventable deaths in severely injured elderly patients: A single-center retrospective data analysis of a German trauma center. World J Surg, 38(12), 3125-3132

Impact Factor: 2,348

2) Schoeneberg, C., **Schilling, M.**, Keitel, J., Burggraf, M., Hussmann, B., Lendemans, S. (2014) Mortality in severely injured children: Experiences of a German level 1 trauma center (2002 – 2011). BMC Pediatr, 14:194

Impact Factor: 1,918

3) Schoeneberg C., **Schilling, M.**, Keitel, J., Hussmann, B., Schmitz, D., Lendemans, S. Preventable deaths in trauma patients including patterns of injury. Journal of Surgical Research (under Review)

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|----|
| 1. Einleitung | 8 |
| 1.1 Hintergrund | 8 |
| 1.2 Definitionen des generalisierten Traumas | 9 |
| 1.3 Scores und Klassifikationen | 10 |
| 1.3.1 AIS | 11 |
| 1.3.2 GCS | 12 |
| 1.3.3 ISS | 13 |
| 1.3.4 New ISS | 14 |
| 1.3.5 RTS | 14 |
| 1.3.6 TRISS | 15 |
| 1.3.7 RISC | 16 |
| 1.4 Traumafolgen | 17 |
| 1.5 Behandlung im Schockraum | 18 |
| 1.5.1 Räumliche und apparative Ausstattung des Schockraumes | 19 |
| 1.5.2 Personelle Ausstattung | 22 |
| 1.5.3 Behandlungsalgorithmen | 24 |
| 2. Patienten und Methoden | 26 |
| 2.1 Erhobene Daten und Einschlusskriterien | 26 |
| 2.2 Definition vermeidbare Todesfälle | 28 |
| 2.3 Definition potenziell-vermeidbare Todesfälle | 28 |
| 2.4 Definition nicht-vermeidbare Todesfälle | 29 |
| 2.5 Definition nicht-vermeidbare Todesfälle, bei denen jedoch Behandlungsfehler auftraten | 29 |

| | |
|---|----|
| 2.6 Vorgehensweise | 30 |
| 3. Ergebnisse | 31 |
| 3.1 Altersgruppe der 16-75-jährigen | 31 |
| 3.1.1 Vermeidbare Todesfälle | 36 |
| 3.1.2 Potenziell-vermeidbare Todesfälle | 42 |
| 3.1.3 Nicht-vermeidbare Todesfälle, bei denen jedoch Behandlungsfehler auftraten | 47 |
| 3.1.3.1 Präklinische Fehler | 47 |
| 3.1.3.2 Klinische Fehler | 48 |
| 3.2 Altersgruppe Kinder | 50 |
| 3.2.1 Präklinische Fehler | 56 |
| 3.2.2 Klinische Fehler | 57 |
| 3.3 Altersgruppe der über 75-jährigen | 59 |
| 3.3.1 Vermeidbare Todesfälle | 60 |
| 3.3.2 Potenziell-vermeidbare Todesfälle | 62 |
| 3.3.3 Nicht-vermeidbare Todesfälle, bei denen jedoch Behandlungsfehler auftraten | 64 |
| 3.3.3.1 Präklinische Fehler | 64 |
| 3.3.3.2 Klinische Fehler | 65 |
| 4. Diskussion | 67 |
| 4.1 Altersgruppe der 16-75-jährigen | 67 |
| 4.2 Altersgruppe Kinder | 71 |
| 4.3 Altersgruppe der über 75-jährigen | 73 |
| 5. Fazit | 76 |
| 6. Zusammenfassung | 78 |

| | |
|---------------------------|----|
| 7. Literaturverzeichnis | 79 |
| 8. Anhang | 88 |
| 8.1 Abbildungsverzeichnis | 88 |
| 8.2 Abkürzungsverzeichnis | 90 |
| 9. Danksagung | 93 |
| 10. Lebenslauf | 95 |
| 11. Weitere Publikationen | 96 |

1. Einleitung

1.1 Hintergrund

Das Trauma ist eine der häufigsten Todesursachen in Deutschland und in Gesamteuropa. Laut Pressemitteilung des statistischen Bundesamtes vom 27.11.2014 entfielen 3,8% der Gesamttodesfälle in Deutschland im Jahre 2013 auf eine nicht natürliche Todesursache wie zum Beispiel eine Verletzung oder Vergiftung, das entspricht einer Zahl von 34.133 Sterbefällen [30].

34% dieser Fälle ließen sich auf einen Sturz zurückführen, 29,5% geschahen in suizidaler Absicht und weitere 11% ereigneten sich im Straßenverkehr [29].

Annäherungsweise 7- 8 Millionen Unfälle ereignen sich im Laufe eines Jahres in Deutschland, die etwa 38.000 schwerverletzte Opfer mit einem ISS > 15 fordern. [54] Im Jahre 2011 betrug der Anteil der 16-75-jährigen in der deutschen Bevölkerung 77,31% [29].

Aufgrund der Größe und der sozioökonomischen Konsequenzen von schweren Verletzungen in dieser Subpopulation richtet sich der Fokus dieser Studie besonders auf vermeidbare und potenziell-vermeidbare Todesfälle dieser Altersgruppe in dem Traumazentrum des Universitätsklinikums Essen.

Jedoch sollen natürlich die beiden Altersgruppen der Kinder und der über 75-jährigen nicht außer Acht gelassen werden.

Aufgrund des demographischen Wandels beträgt der Anteil der über 75-jährigen in Deutschland (Stand 2011) 9,3%, was einer Einwohnerzahl von 7.476.130 entspricht [27]. Laut Berechnungen des statistischen Bundesamtes wird bis zum Jahre 2060 jeder siebte Einwohner Deutschlands älter als 80 Jahre sein [59]. Dementsprechend wird sich auch in Zukunft das Alter der schwerstverletzten

Patienten einen deutlich höheren Durchschnitt erreichen.

Obwohl nach diesen Berechnungen der Anteil der unter 20-jährigen von gegenwärtig 18,4% (Stand 2010) auf geschätzte 16% im Jahre 2060 weiter abnehmen wird, muss natürlich auch diese Bevölkerungsgruppe betrachtet werden, da sie die Basis der zukünftigen Gesellschaft darstellen [24].

Besonders in den letzten zwanzig Jahren haben retrospektive Studien über Todesursachen die Qualität und Prozesse im Trauma Management positiv beeinflusst und verbessert [19, 65].

Als Ergebnis der meist nordamerikanischen Studien bleibt festzuhalten, dass verletzte Patienten, die in großen Level I Traumazentren, entsprechend einem überregionalen Traumazentrum wie das der Universitätsklinik Essen, behandelt wurden, ein wesentlich besseres Outcome hatten als die Patienten, die in Häusern mit geringerer Versorgungsstufe [49, 50].

Nichtsdestotrotz ließen sich auch dort vermeidbare und potenziell-vermeidbare Todesfälle nachweisen, welche mit den Ergebnissen dieser Studie im Rahmen der Diskussionen verglichen werden, um einen Beitrag zur Verbesserung des Trauma Managements zu leisten.

1.2 Definitionen von Trauma und Polytrauma

Das Trauma ist definiert als jegliche akut von außen entstandene körperliche Schädigung oder Funktionseinbuße infolge mechanischer, thermischer chemischer oder strahlenbedingter Einwirkung [51]. Insbesondere bei Patienten nach Verkehrsunfall oder Absturztrauma unterscheidet man das Stumpfe Trauma

ohne Verletzung bzw. die Durchtrennung der Haut als Schutzbarriere von dem penetrierenden Trauma z.B. durch das Fallen auf Gegenstände mit folgender Durchspießung der Haut und eventuell anderer Organe oder Schuss- und Messerstichverletzungen.

Da hingegen der Begriff Polytrauma mit seiner Definition, der Anwesenheit von Verletzungen mehrerer Organsysteme und oder Körperregionen, von denen eine Einzelne oder die Summation mehrerer lebensbedrohlich ist, sehr weitläufig ist, wurden diesbezüglich etliche Scores entwickelt, um die Schwere der Verletzungen und die Überlebenschance abzuschätzen. [Nerlich ML, Tscherne H. Der Trauma-Algorithmus Entscheidungshilfe bei der Erstversorgung Schwerverletzter Zentralblatt Chirurgie. 1987;112:1465 – 1472]

Nach dem Injury Severity Score ISS definiert ein Wert von 16 oder größer einen schwerstverletzten Patienten [42]. Dieser und weitere Klassifikationssysteme werden im nächsten Punkt beschrieben.

1.3 Scores und Klassifikationen

Zur quantitativen und qualitativen Erfassung, Objektivierung und Klassifikation von Verletzungsmustern und -schwere wurden mit der Zeit unterschiedliche Score-Systeme eingeführt. Die wichtigsten und für diese Arbeit relevanten Klassifikationen werden im Folgenden näher erläutert.

1.3.1 AIS

Die Einführung der Abbreviated Injury Scale (AIS) lässt sich auf das Ende der 60-iger Jahre zurückführen. Ursprünglich von der Association for the Advancement of Automotive Medicine (AAAM) entwickelt, um die Schwere der Verletzungen nach einem Unfall mit motorisierten Fahrzeugen zu objektivieren, liegt sie heute in vielfach überarbeiteter Form vor. Die letzte Version aus dem Jahre 2008 dient vor allem in der Unfallchirurgie zur Klassifikation von Verletzungen aber auch in der Forschung der Ingenieurwissenschaften zur Beurteilung der Sicherheit von Kraftfahrzeugen.

So werden bei der AIS den einzelnen Körperregionen Ziffern zur Schwere der Verletzung (siehe Abbildung 1) zugeordnet [21].

| AIS-Code | Verletzungsschwere |
|----------|-----------------------------|
| 1 | gering |
| 2 | ernsthaft |
| 3 | schwer |
| 4 | sehr schwer |
| 5 | kritisch |
| 6 | Maximal (nicht behandelbar) |
| 9 | Nicht genauer angegeben |

Abb. 1: AIS-Code (Haasper C et al. Die Abbreviated Injury Scale (AIS), Potenzial und Probleme bei der Anwendung. Unfallchirurg 2010; 113:366–372)

1.3.2 GCS

Die Glasgow Coma Scale wurde im Wesentlichen von Teasdale und Jennett im Jahre 1974 entwickelt, um veränderte Bewusstseinslagen von hirngeschädigten Patienten erfassen und beurteilen zu können. Seit dieser Zeit dient sie im klinischen Alltag dazu, kurz und prägnant den Bewusstseinszustand von Patienten nach Schädel-Hirn-Trauma zu beschreiben. Heutzutage ist die GCS ein obligater Bestandteil der Dokumentation sowohl im Rettungsdienst als auch in der klinischen Patientenversorgung. Die drei Bereiche Augenöffnung, verbale Antwort und motorische Antwort werden geprüft und je nach Reaktion verschiedene Punktzahlen vergeben. Abschließend werden diese Punkte addiert, sodass sich Werte im Bereich von 3-15 Punkten ergeben. Anhand der erreichten Punktzahl lässt sich nun grob die Schwere des Schädel-Hirn-Traumas abschätzen (leicht: 13-15, mittelschwer: 12-9, schwer: 8-3) [38].

| Prüfung | Reaktion | Punkte |
|-----------------|--------------------------|--------|
| Augenöffnen | spontan | 4 |
| | auf Aufforderung | 3 |
| | auf Schmerzreiz | 2 |
| | keine | 1 |
| Verbale Antwort | orientiert | 5 |
| | desorientiert | 4 |
| | unzusammenhängende Worte | 3 |
| | unverständliche Laute | 2 |
| | keine | 1 |
| | nach Aufforderung | 6 |

| Motorische Antwort | | |
|--------------------|----------------------------|---|
| | gezielt nach Schmerzreiz | 5 |
| | ungezielt nach Schmerzreiz | 4 |
| | Beugesynergismen | 3 |
| | Strecksynergismen | 2 |
| | keine | 1 |

Abb. 2: Glasgow Coma Scale (Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie. 4. Aufl. 2008:654 ff)

1.3.3 ISS

Im Journal of Trauma erschien im Jahr 1974 der Artikel: „The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care“ [Baker SP et al. The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. J Trauma 1974;14:187-96]. In Bezugnahme auf die Verletzungseinteilung der zuvor entwickelten AIS errechnet sich der ISS aus der Summe der Quadrate der jeweils höchsten Punktzahl der drei am schwersten verletzten Körperregionen, sodass sich Werte zwischen 0 und 75 ergeben. Wird in einer Körperregion ein AIS-Wert von 6, also maximale, nicht behandelbare Verletzung, erreicht, so wird automatisch ein ISS von 75 notiert.

Ab einem Wert von 16 spricht man von einem polytraumatisierten Patienten wobei sich die Höhe der ISS-Werte umgekehrt proportional zur Überlebenschance des Patienten verhält [5].

1.3.4 New ISS

Als Modifikation des ISS wurde der New ISS ungeachtet der verletzten Körperregion eingeführt. Ebenfalls werden hier die drei schwersten Verletzungen, die sich in diesem Falle jedoch in dem gleichen anatomischen Bereich befinden können, quadriert und summiert. Die Meinungen bezüglich des besseren Nutzens des New ISS gegenüber dem ISS gestaltet sich laut Fachliteratur und Expertenmeinung kontrovers [60].

1.3.5 RTS

1989 stellten Champion et al. den Revised Trauma Score als Weiterentwicklung des Trauma Score (TS) in ihrem Artikel im Journal of Trauma vor [Champion HR et al: A revision of the trauma score. J Trauma 1989;29:623–629].

Die 5 Parameter des TS wurden nun auf die 3 Parameter GCS, systolischer Blutdruck und Atemfrequenz reduziert. Mithilfe einer komplexen Berechnung lässt sich ein Zahlenwert herleiten, welcher linear mit der Letalität des Patienten korreliert.

Der ungewichtete Score ergibt einen Wert von 0-12, wobei ein Zahlenwert von <11 als Indikation für eine Behandlung im Traumazentrum gilt. Der RTS legt durch die stärkere Gewichtung des GCS sein Augenmerk auf Patienten mit Schädel-Hirn-Traumata. Die Multiplikation der einzelnen Punkte mit analytisch ermittelten Koeffizienten ($RTS = 0,9368 \text{ GCS} + 0,7326 \text{ SBP} + 0,2908 \text{ RR}$) ergeben Zahlenwerte im Bereich von 0 (entsprechend einem toten Patienten) bis 7,8408

(Patient im Normalzustand) [8]. Zur Berechnung siehe Abb.3.

| GCS | syst. RR | Atemfrequenz | Punkte |
|-------|----------|--------------|--------|
| 13-15 | >89 | 10-29 | 4 |
| 9-12 | 76-89 | >29 | 3 |
| 6-8 | 50-75 | 6-9 | 2 |
| 4-5 | 1-49 | 1-5 | 1 |
| 3 | 0 | 0 | 0 |

Abb. 3: RTS-Berechnung (Champion HR, Sacco WJ, Copes WS, et al: A revision of the trauma score. J Trauma 1989;29:623–629)

1.3.6 TRISS

Der 1981 von Champion et al. entwickelte Trauma Injury Severity Score (TRISS) dient zur Berechnung der Überlebenswahrscheinlichkeit (probability of survival) nach einem Trauma. Ausgehend von der Art der Verletzung, stumpf oder penetrierend existieren verschiedene Koeffizienten.

Basis der Berechnung sind der RTS, der ISS und das Alter des Patienten.

Als Ergebnis erhält man einen Ps-Wert zwischen 0 und 1, welcher direkt die Überlebenswahrscheinlichkeit des verletzten Patienten beschreibt.

Folgende Formel zur Berechnung wird angewendet:

$$Ps = 1 / (1 + e^{-b}) \quad \text{mit} \quad b = b_0 + b_1(\text{RTS}) + b_2(\text{ISS}) + b_3(\text{Altersindex})$$

Die einzelnen Werte für penetrierende und stumpfe Traumata sind der untenstehenden Abbildung zu entnehmen.

Der Altersindex für Patienten unter 54 Jahren beträgt 0, für 55-jährige und ältere Patienten ist ein Altersindex von 1 zu wählen [6]. Der TRISS gilt mittlerweile als

veraltet, und wird in Analysen heutzutage meist durch den im Folgenden beschriebenen spezifischeren RISC ersetzt.

Abb. 4: TRISS-Koeffizienten (Boyd CR, Tolson MA, Copes WS: "Evaluating Trauma Care: The TRISS Method", J Trauma 1987;27:370-378)

| Koeffizient | stumpfes Trauma | penetrierendes Trauma |
|-------------|-----------------|-----------------------|
| b0 | -0,4499 | -2,5355 |
| b1 | 0,8085 | 0,9934 |
| b2 | -0,0835 | -0,0651 |
| b3 | -1,7430 | -1,1360 |

1.3.7 RISC

Der Revised Injury Severity Classification Score beschreibt wie der TRISS die Überlebenswahrscheinlichkeit polytraumatisierter Patienten. Entwickelt aus den Daten des Traumaregisters der deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie wurde er 2004 eingeführt.

In die Berechnung des Scores gehen neben der Konstanten „5“ insgesamt neun patientenspezifische Parameter ein (s. Abbildung 5). Unter Verwendung der logistischen Funktion $1/1 + \exp(-x)$ wird nach Subtraktion der korrespondierenden Zahlenwerte der patientenspezifischen Parameter von der Konstanten 5 eine direkte Überlebenswahrscheinlichkeit errechnet [22, 56].

Definition und Punkteverteilung des Prognosescores RISC

- **Alter:**
 - – 1,0 Punkte ab 55 Jahre
 - – 2,0 Punkte ab 65 Jahre
 - – 2,3 Punkte ab 75 Jahre
- **Gesamtverletzungsschwere („new ISS“):**
 - pro ISS-Punkt -0,03 Punkte
- **Grad der Kopfverletzung:**
 - – 0,5 Punkte für AIS-Schweregrad 4
 - – 1,8 Punkte für AIS-Schweregrad 5/6
- **Beckentrauma mit relevantem Blutverlust (AIS 5):**
 - – 1,0 Punkte
- **Bewusstlosigkeit am Unfallort:**
 - – 0,9 Punkte für GCS 3 bis 5
- **Präklinische Reanimation:**
 - – 2,5 Punkte
- **Basenabweichung (BE, „base excess“):**
 - – 0,8 Punkte für BE < -9 mmol/l
- **Gerinnung (partielle Thromboplastinzeit (PTT):**
 - – 0,8 Punkte falls PTT 40 bis 49 s;
 - – 1,0 Punkte falls PTT 50 bis 79 s;
 - – 1,2 Punkte ab 80 s
- **Anzahl indirekter Blutungszeichen**
 - Systolischer Blutdruck < 90 mmHg;
 - Hämoglobin < 9 mg/dl;
 - Massive Bluttransfusionen mit mehr als 9 Einheiten

Bei einem Blutungszeichen verringert sich der Score um 0,4 Punkte, bei 2 Zeichen um 0,8 und bei allen 3 Zeichen um 1,6 Punkte.

Der so bestimmte Punktwert wird von 5 abgezogen und mit Hilfe der Logistischen Funktion $1/1+\exp(-x)$ in eine Überlebenswahrscheinlichkeit umgerechnet.

RISC, Revised Injury Severity Classification

Abb. 5: RISC-Berechnung (<http://www.aerzteblatt.de/callback/image.asp?id=36466>) [25]

1.4 Traumafolgen

Nicht nur die unmittelbar durch das Trauma hervorgerufenen Verletzungen stellen eine Lebensgefahr für den Patienten dar, sondern auch deren Folgen, die körpereigene Reaktion auf das Trauma sowie eventuell vorhandene Vorerkrankungen.

Eine gefürchtete Komplikation stellt der hämorrhagische Schock dar.

Meist liegt dem eine infolge von größeren Blutverlusten akute oder nur kurzfristig kompensierbare Minderperfusion der lebenswichtigen Organe mit Missverhältnis zwischen Sauerstoffbedarf und –angebot zugrunde.

In der Klinik wird dieser Zustand durch den sogenannten Schockindex objektiviert. Der Quotient aus Pulsfrequenz und systolischen Blutdruck von >1 zeigt einen Schockzustand an (Norm 0,4-0,7).

In der Frühphase eines Polytraumas ist dieser hypovolämische Schock jedoch nicht sicher von einer neurogenen oder eine durch Mediatoren oder Toxine ausgelösten Dysregulation des Kreislaufs zu unterscheiden. Letztlich führt dieser Schockzustand zu einer Aktivierung zellulärer und humoraler Systeme innerhalb des Organismus, deren Ausmaß das Outcome entscheidend beeinflusst. Weiterhin spielt laut mehrheitlicher Meinung auch die Entwicklung und der Umfang eines Systemic Inflammatory Response Syndrome (SIRS) und der mögliche Übergang in ein Multiorganversagen eine wichtige Rolle im Zusammenhang mit dem Überleben des Patienten [7, 18, 58].

1.5 Behandlung im Schockraum

Die Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) definieren bestimmte Kriterien bezüglich der Notwendigkeit der Behandlung verletzter Patientin im Schockraum. Dazu gehört neben den Vitalwerten und dem Verletzungsmuster des Patienten auch der Unfallmechanismus. Einzelheiten hierzu sind in nachfolgender Abbildung 6 dargestellt.

| | |
|-----------------------------|---|
| 1. Vitalwerte | Glasgow-Coma-Score < 14 (bei Traumaanamnese) Systolischer Blutdruck unter 90 mmHg Atemfrequenz unter 10 oder über 29 / min Sauerstoff-Sättigung unter 90% |
| 2. Verletzungsmuster | Instabiler Thorax Offene Thoraxverletzung Instabile Beckenfraktur mehr als 1 Fraktur großer Röhrenknochen der unteren Extremitäten Proximale Amputation |
| 3. Unfallmechanismus | Fußgänger oder Fahrradfahrer angefahren (>30 Km/h) Motorrad- oder Autounfall mit hoher Geschwindigkeit Ejektion aus dem Fahrzeug Karosserieverformung über 50cm Tod eines Beifahrers Sturz aus mehr als 3 Meter Höhe Explosionsverletzung Einklemmung / Verschüttung |

Abb. 6: Kriterien für die Schockraumbehandlung
(Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie. Kurzversion der S3-Leitlinie Polytrauma/Schwererletzten-Behandlung. 07/2011)

Diese Richtwerte sollen im Grundsatz sicherstellen, dass ein Patient nach Trauma in ein adäquates Klinikum mit entsprechender Personal- und Geräteausstattung ohne Zeitverzögerung eingeliefert werden kann [26].

1.5.1 Räumliche und apparative Ausstattung des Schockraumes

Obwohl bereits in einigen Kliniken Deutschlands eingeführt, bestehen Verordnungen bezüglich räumlicher Anforderungen und personeller Ausstattung seitens der DGU erst seit der Gründung des Traumaregisters 1993 [29]. Mehrfach überarbeitet liegen die Empfehlungen der DGU in der aktuellen Fassung im „Weißbuch Schwerverletztenversorgung, 2. Erweiterte Auflage“ vom Juni 2012 vor [14].

An ein überregionales Traumazentrum wie das Universitätsklinikum Essen werden höhere und speziellere Anforderung als an ein lokales bzw. regionales Traumazentrum gestellt, da es an ein Krankenhaus der Maximalversorgung

gekoppelt ist und in der Lage sein muss, Schwerstverletzte mit außerordentlich komplexen Verletzungsmustern adäquat behandeln zu können.

Aufgrund der häufig eingelieferten polytraumatisierten Patienten sollte die gleichzeitige Versorgung von 2 Patienten, entweder in 2 separaten Schockräumen oder in einem mehr als 50m² großen Schockraum, erfolgen können.

Des Weiteren sollte sich der Behandlungsraum in der unmittelbaren Nähe der Zufahrtswege, sprich RTW-Zufahrt, Hubschrauberlandeplatz und auch zu wichtigen Funktionsabteilungen, wie der Radiologie und der Operationsabteilung, befinden.

Ebenso muss innerhalb des Schockraumes eine bildgebende Diagnostik, entweder in Kombination von Sonographie und Röntgen oder mittels CT, erfolgen können.

Darüber hinaus sollten alle Instrumente sowie Materialien auch in sämtlichen für Kinder notwendigen Ausführungen vorhanden sein.

Ebenfalls muss in einem in direkter Nähe gelegenen Notfall-Operationssaal Kapazität für Interventionen an 2 Patienten vorhanden sein. Die Auflistung der apparativen Ausstattungsanforderungen an die verschiedenen Traumazentren sind Abbildung 7 zu entnehmen [14].

| Ausstattung/apparative Ausstattung | ÜRTZ | RegTZ | IoTZ |
|--|------|-------|------|
| (W: wünschenswert U: unbedingt erforderlich) | | | |
| Notfallaufnahme | | | |
| Blutspendedienst/Blutdepot | U | U | U |
| Labor* | U | U | U |
| Mikrobiologie | U | U | W |

| | | | |
|--|---|---|---|
| Hubschrauberlandeplatz | | | |
| > 24-Stunden-Betrieb | U | U | W |
| Beatmung | U | U | U |
| Pulsoxymetrie | U | U | U |
| Absauganlage | U | U | U |
| Kapnografie | U | U | U |
| Blutgasanalysator (BGA-Gerät)* | U | U | U |
| Schnellinfusionssystem | U | U | U |
| EKG-Monitor | U | U | U |
| Defibrillator | U | U | U |
| invasive Druckmessung | U | U | U |
| Not-OP-Sets | | | |
| > Laparotomie | U | U | U |
| > ext. Stabilisierung Becken | U | U | U |
| > Kraniotomie | U | U | U |
| > Thorakotomie | U | U | U |
| > Bülau-Drainage | U | U | U |
| > Perikardpunktion | U | U | U |
| > suprapubische Harnableitung | U | U | U |
| > Bronchoskopie | U | U | U |
| > Schwerstverbranntenversorgung | U | U | U |
| Notfallmedikamente | U | U | U |
| bildgebende Diagnostik | | | |
| > Ultraschallgerät, Gefäßdoppler | U | U | U |
| > konventionelle Röntgen-Diagnostik | U | U | U |
| > CT | U | U | U |
| > Angiografiearbeitsplatz mit Intervention | U | W | - |
| > MRT | U | U | - |
| Schienen- und Extensionssysteme | | | |
| Temperiersysteme | U | U | U |

| | | | |
|---------------------------|---|---|---|
| > für Patienten | U | U | U |
| > für Infusionen und Blut | U | U | U |
| OP-Bereich | | | |
| OP Ausstattung | | | |
| Temperiersysteme | | | |
| > für Patienten | U | U | U |
| > für Infusionen und Blut | U | U | U |
| Cell-Saver | U | U | U |
| Röntgen-Bildverstärker | U | U | U |

* Empfehlung: Vorhaltung eines Gerätes zur Blutgasanalyse, um Befunddokumentation und Übermittlung sicherer zu gestalten

Abb. 7: Apparative Schockraumausrüstung (Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V., Arbeitskreis „Weißbuch“, Weißbuch Schwerverletztenversorgung, 2. Erweiterte Auflage. 2012;14-30) [14]

1.5.2 Personelle Ausstattung

Ebenso wie bei der räumlichen und apparativen Ausstattung unterlag das Universitätsklinikum Essen wesentlich höheren Standards in der personellen Ausstattung und Verfügbarkeit als Traumazentren mit geringerer Versorgungsstufe [14].

So muss ein überregionales Traumazentrum als oberste Priorität über eine Klinik für Unfallchirurgie oder für Orthopädie und Unfallchirurgie verfügen.

Zudem besteht die Pflicht zur 24-stündigen Verfügbarkeit von Fachärzten folgender Abteilungen: Orthopädie und Unfallchirurgie (mit Zusatzweiterbildung Spezielle Unfallchirurgie) oder Chirurgie (mit Schwerpunkt Unfallchirurgie), Visceralchirurgie, Anästhesie, Radiologie und Neurochirurgie. Zusammen mit Fachärzten aller sonstigen an der Behandlung von Verletzungen beteiligten

Abteilungen müssen diese im Rufdienst innerhalb von 20-30 Minuten vor Ort verfügbar sein.

Des Weiteren bestehen Verpflichtungen zur 24-stündigen Bereitschaft zur zeitgleichen Versorgung von 2 schwerverletzten Patienten, eine ständige Notfall-Operationsbereitschaft und Bereithaltung von 2 Intensivbetten. Außerdem besteht die Notwendigkeit der maßgeblichen Beteiligung des Hauses an der präklinischen Rettung sowie klinischen Forschung zur Verbesserung der Traumabehandlung und des Trauma Managements.

Wird ein polytraumatisierter Patient eingeliefert, so empfangen ihn ein mindestens vierköpfiges Ärzteteam sowie das Schockraumteam (bestehend aus mindestens 4 pflegerischen Mitarbeitern und einer medizinisch-technischen Radiologiefachkraft). Geleitet wird das Vorgehen im Behandlungsraum von einem Facharzt für Orthopädie und Unfallchirurgie mit Zusatzweiterbildung Spezielle Unfallchirurgie oder Facharzt für Chirurgie mit Schwerpunkt Unfallchirurgie.

Das Basisteam des Schockraumes wird gebildet von einem Facharzt bzw. Weiterbildungsassistenten für Orthopädie und Unfallchirurgie,

1 Weiterbildungsassistenten in Orthopädie und Unfallchirurgie, 1 Facharzt bzw. Weiterbildungsassistenten Anästhesiologie, 1 Facharzt bzw. Weiterbildungsassistenten Radiologie, 2 chirurgischen Pflegekräften, 1 Pflegekraft Anästhesie, 1 MTRA (medizinisch-technische Radiologiefachkraft) und Transportpersonal.

Die weitere Verfügbarkeit innerhalb von 20-30 Minuten von Fachärzten folgender Disziplinen muss, je nach Verletzungsart, gewährleistet sein: Unfallchirurgie (Oberarzt), Visceral- oder Allgemeinchirurgie (Oberarzt), Anästhesiologie (Oberarzt), Neurochirurgie (Oberarzt), Radiologie (Oberarzt), Gefäßchirurgie,

Herz- und/oder Thoraxchirurgie, Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie, HNO, Augenheilkunde und Urologie. Ebenso müssen 2 OP-Pflegekräfte innerhalb dieser Zeit vor Ort sein [14].

1.5.3 Behandlungsalgorithmen

Bei der Versorgung von lebensbedrohlich verletzten Patienten im Schockraum müssen wichtige diagnostische Schritte und optimale Behandlungsmöglichkeiten gewährleistet sein. Das Befolgen von Algorithmen hilft, diese besonderen Stresssituationen zu bewältigen. Auch die Priorität einzelner Schritte sowie die korrekte zeitliche Abfolge der einzelnen Handlungen je nach Verletzungsmuster sind so besser gewährleistet [41]. Zunächst 1987 von Nerlich et al. lediglich für die präklinische Phase entwickelt, verfügen wir heutzutage auch über kontinuierlich weiterentwickelte Algorithmen zur Behandlung von Patienten im Schockraum [43]. Die durch die DGU herausgegebene S3-Leitlinie zur Schwerverletztenbehandlung schließen sowohl die präklinischen als auch die klinischen Vorgehensweisen ein [15].

Nach präklinischer Versorgung und durch den Notarzt erfolgter Übergabe des Patienten an das Schockraumteam schließt sich die Umlagerung des Patienten an und der erste Untersuchungsgang (primary survey) inklusive Basismonitoring unter den Gesichtspunkten der ABCDE-Regel des ATLS (Advanced Trauma Life Support) wird durchgeführt. In den Schockraumleitlinien des UK Essen, welche sich auf die S3 Leitlinie und die im ATLS gelehrt Behandlungsalgorithmen beziehen, wird der primary survey wie folgt unter den Fachabteilungen aufgeteilt:

A: Airway: Anästhesie

B: Breathing: Anästhesie (Ventilation), Unfallchirurgie (Thoraxuntersuchung)

C: Circulation: Anästhesie (Kreislauf), Unfallchirurgie (Abdomen, Becken, äußere Blutung, lange Röhrenknochen), Radiologie (extended FAST=extended focussed abdominal sonography for trauma; Abdomen, Pleuraerguss, Perikard, Pneumothorax)

D: Disability: Neurochirurgie (GCS, Pupillen, grobe periphere Neurologie)

E: Environment: Pflege (Entkleiden (CAVE: achsenstabiles Vorgehen, mehrere Helfer), Messung der Ohrtemperatur, Zudecken des Patienten mit einer vorgewärmten Decke).

Hier sind jeweils vorzunehmende Untersuchungen in Kombination mit der verantwortlichen Fachdisziplin aufgeführt.

Nach stattgefundener kurzer Besprechung der Teammitglieder wird mit dem zweiten Untersuchungsgang (second survey) fortgefahren. Dieser dient der Diagnostik und Therapie von lebensbedrohlichen Verletzungen, z.B. massive Blutungen, Hypoxämie oder Schocksituationen.

Nach erfolgten Maßnahmen kann nun mit der Basistherapie begonnen werden. Diese richten sich wiederum nach dem ABCDE-Schema und sollte möglichst nach 20-minütigem Schockraum Aufenthalt erfolgen. Je nach Verletzungsmuster und/oder Komplikation werden weitere Untersuchungen (Röntgen, CT) bzw. Interventionen (Notfall-Operation) notwendig. Treten keine besonderen Ereignisse auf, so endet die Schockraumbehandlung unter lückenloser Dokumentation mit der Verlegung in den Operationssaal bzw. auf die Intensivstation (ICU). Der dritte

Untersuchungsgang (tertiary survey) auf der ICU innerhalb von 12 bis 48 Stunden legt das weitere Procedere fest [39].

2 Patienten und Methoden

2.1 Erhobene Daten und Einschlusskriterien

Für diese Studie an einem überregionalen Traumazentrum in Essen wurden Patientendaten aus Notarztprotokollen, Schockraumprotokollen, Operationsberichten, Röntgen-, CT-, und MRT-Berichten sowie Patientenakten gesichtet und mit den Daten des Traumaregisters der DGU vervollständigt, um Laborchemische- und Vitalparameter der einzelnen Patienten zu erhalten und zu analysieren, um Todesursachen herauszustellen.

Die Verwendung der Daten der deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie und die Patientendaten des Universitätsklinikums Essen wurden mit vollständiger Genehmigung der Ethikkommission sowohl der Universität Witten/Herdecke, Köln als auch der Universität Duisburg-Essen verwendet (Zeichen: 13-5467-BO).

Als Einschlusskriterien der zu untersuchenden Fälle bzw. Patienten wurden festgelegt:

- Primäreinlieferung in den Schockraum des Universitätsklinikums Essen
- Injury Severity Score (ISS) >15
- Einlieferung zwischen Juli 2002 und Dezember 2011
- Alter je nach untersuchter Gruppe: unter 16 Jahren, 16-75 Jahre, über 75 Jahren

Für jeden einzelnen Patienten wurden folgende Parameter gesammelt und analysiert:

- Allgemeine Daten: Geschlecht, Alter, Herzfrequenz und systolischer Blutdruck am Unfallort und im Schockraum, infundiertes Flüssigkeitsvolumen, Anzahl der durchgeführten Operationen, Dauer des Intensivstations-(ICU) und Krankenhausaufenthaltes, Vorhandensein einer Sepsis, Multiorganversagen (MOV) und die Art der Verletzung
- Einteilungen und Skalen: Injury Severity Score (ISS), Glasgow Coma Scale (GCS), Revised Injury Severity Classification (RISC), Abbreviated Injury Scale (AIS), New Injury Severity Scale (New ISS), Trauma and Injury Severity Score (TRISS)
- Labordaten: erster Hämoglobin-Wert, initiale Thrombozytenzahl, Prothrombinzeit (Quick) und die partielle Thromboplastinzeit (PTT)
- Interventionen: Durchführung einer Reanimation, Legen einer Thoraxdrainage am Unfallort und nach Ankunft im Klinikum, durchgeführte Intubation
- Zeiträume: präklinische Rettungszeit, Zeit im Schockraum, Zeit vom Eintreffen im Klinikum bis zur Durchführung einer CCT (kranialen Computertomographie).

Die Beschreibung eines Fehlers durch James Reason: „The failure of a planned action to achieve its desired goal“ [36] wurde zur Fehleranalyse verwendet. Basierend auf der Definition von vermeidbaren, potenziell-vermeidbaren, nicht-vermeidbaren Todesfällen und solchen, die nicht vermeidbar waren, jedoch einer verbesserten Behandlung bedurft hätten, herausgegeben von der

Weltgesundheitsorganisation (WHO) 2009, wurden die gesamten Daten schwerverletzter Patienten je nach Altersgruppe, die entweder während des Eintreffens im Klinikum, im Schockraum, im Operationssaal oder auf der Intensivstation (ICU) verstarben, untersucht und die Todesfälle anhand der o.g. Kategorien klassifiziert. Die Kriterien der Klassifikation aus den Guidelines for trauma quality improvement programms, herausgegeben von der WHO im Jahre 2009, sind im Folgenden aufgeführt:

2.2 Definition vermeidbare Todesfälle:

- Verletzungen und deren Folgen, die als überlebbar angesehen werden
- vermeidbarer Tod, wenn die erforderlichen Schritte unternommen worden wären
- offensichtliche Abweichung vom Behandlungsstandard, welche direkt oder indirekt den Tod des Patienten zur Folge hat
- statistische Überlebenswahrscheinlichkeit von mehr als 50% oder ein ISS unter 20

2.3 Definition potenziell-vermeidbare Todesfälle:

- massive Verletzungen und deren Folgen, jedoch überlebbar
- potenziell vermeidbarer Tod, wenn die erforderlichen Schritte unternommen worden wären
- grundsätzlich angemessene Einschätzung und Behandlung
- einige Abweichungen vom Behandlungsstandard, welche direkt oder indirekt mit dem Tod des Patienten in Verbindung stehen

- statistische Überlebenschance von 25-50% oder ein ISS zwischen 20 und 50

2.4 Definition nicht-vermeidbare Todesfälle:

- Verletzungen und deren Folgen, die trotz optimaler Versorgung als nicht überlebbar angesehen werden
- angemessene Einschätzung und Behandlung in Bezug auf geltende Standards
- bei Vorhandensein von Komorbiditäten trugen diese zum Großteil zum Tode bei
- statistische Überlebenschance von unter 25% oder ein ISS über 50

2.5 Definition nicht-vermeidbare Todesfälle, bei denen jedoch

Behandlungsfehler auftraten

- generell die gleichen Kriterien wie nicht-vermeidbare Todesfälle, aber mit fragwürdiger Behandlung oder klaren Fehlern, die jedoch nicht zum Tod führten [66].

2.6 Vorgehensweise

Dementsprechend wurden zunächst alle Fälle der einzelnen Alterskategorien von den Mitgliedern dieser Arbeitsgruppe getrennt voneinander und später gemeinsam während einer monatlichen Morbiditäts- und Mortalitätsbesprechung der Klinik für Unfallchirurgie in diese drei Gruppen unterteilt.

Die für diese Dissertation festgelegten Grenzzeiten in den einzelnen Phasen der Patientenversorgung beziehen sich auf weitere innerhalb dieser Arbeitsgruppe entstandene und im Zentralblatt für Chirurgie und Injury im Jahre 2014 veröffentlichte Arbeiten. Eine Überschreitung dieser Zeiten geht anhand der erwähnten Studien mit einer erhöhten Letalität einher [54, 55].

Die Patientendaten wurden analysiert mit Hilfe des Statistical Package for the Social Sciences (SPSS®; Version 21). Mit dem Chi-Quadrat-Test und dem t-Test wurden die Unterschiede ermittelt. Als statistisch signifikant wurde ein Wert für $p < 0,05$ festgelegt. Zusätzlich zum t-Test wurden die einzelnen Werte mit dem Levene-Test ausgewertet. Ließ sich dort eine Varianzheterogenität ausmachen, wurde diesbezüglich der t-Test durch den Satterthwaite-Test bzw. Welch-Test ersetzt. Nach Objektivierung durch den Wilcoxon-Mann-Whitney-U-Test für unabhängige Stichproben bei von der Norm abweichenden Variablen wurden die Korrelationen mittels des Pearson-Korrelationskoeffizienten herausgestellt.

3 Ergebnisse

3.1 Altersgruppe der 16-75-jährigen

Im Untersuchungszeitraum von Juli 2002 bis Dezember 2011 wurden 2.304 Patienten ins Universitätsklinikum Essen eingeliefert und im Schockraum behandelt. Aus diesem Kollektiv erfüllten 763 die oben festgelegten Einschlusskriterien.

Der durchschnittliche ISS betrug 30,2, der GCS lag bei 9,7 und die prognostizierte Sterbewahrscheinlichkeit, repräsentiert durch den RISC, lag bei 24,8%.

Das Durchschnittsalter der zu 75,75% männlichen Patienten betrug 44,81 Jahre. 193 Patienten verstarben entweder im Schockraum, dem Operationssaal oder der Intensivstation (ICU), daraus folgt eine Letalitätssrate von 25,29%.

In Abbildung 8 werden weitere Daten veranschaulicht.

| | Mittelwert | Standardabweichung |
|---------------------|------------|--------------------|
| ISS | 30,20 | 14,415 |
| RISC Score Prognose | 24,804 | 31,3311 |
| AIS Kopf | 2,82 | 2,086 |
| AIS Thorax | 2,10 | 1,897 |
| AIS Abdomen | 0,93 | 1,507 |
| AIS Extremitäten | 1,44 | 1,538 |
| AIS Weichteile | 0,45 | 0,760 |
| Alter in Jahren | 44,81 | 17,029 |

Abb. 8: Mittelwerte 16-75-jährige

Beim Vergleich der Daten der verstorbenen mit denen der überlebenden Patienten zeigt sich, dass die Verstorbenen zum einen in Bezug auf den ISS (41,82 zu

26,26) und den New ISS (51,54 zu 32,23) wesentlich schwerer verletzt waren, und zum anderen, dass sie öfter ein penetrierendes Trauma erlitten (16,6% zu 7,7%).

Des Weiteren war dementsprechend die durch den RISC prognostizierte Sterblichkeit mit $p > 0,001$ signifikant erhöht (62,75% zu 12,29%).

Auffallend ist zudem das wesentlich höhere Durchschnittsalter der verstorbenen Patienten von mehr als 7 Jahren (50,45 Jahre zu 42,90 Jahren).

Auch die Verletzungsmuster der beiden Gruppen differierten deutlich. Während die Verstorbenen im Durchschnitt schwerere Kopfverletzungen aufwiesen (AIS Kopf 3,92 zu 2,45), zeigte sich bei den Überlebenden ein wesentlich höherer AIS der Weichteile (0,51 zu 0,25).

Bei der Untersuchung der Vitalparameter während des Aufenthaltes im Schockraum ließen sich signifikante Unterschiede in der Herzfrequenz, dem systolischen Blutdruck und der Sauerstoffsättigung ausmachen. Die verstorbenen Patienten zeigten wesentlich häufiger Blutungszeichen, hier festgemacht am erniedrigten Hämoglobingehalt (9,95 zu 12,18 g/dl), reduzierten Gerinnungsparametern (Quick, PTT, Thrombozytenzahl) und an schlechteren Laktat- und Base Excess-Werten.

Sowohl in der präklinischen Phase als auch im Schockraum erhielt die Gruppe der Verstorbenen deutlich mehr Flüssigkeit in Form von intravenösen Infusionen (Gesamtvolumen 3.787,27 zu 2.876,58 ml).

Während die Sepsis-Rate keine signifikanten Unterschiede aufwies, jedoch ein leichter Trend in Richtung der Überlebenden zu beobachten war, vermutlich bedingt durch längere Liegezeiten, kam es in der Verstorbenenengruppe auffallend häufiger zum MOV.

Die Betrachtung der präklinischen Rettungszeit und der Dauer von der Einlieferung bis zur Durchführung eines CCT erbrachten keine wegweisenden Auffälligkeiten.

Die untersuchten Parameter wurden in Abbildung 9 zusammengestellt und signifikante Unterschiede markiert (*).

| | Verstorbene | Überlebende | p-Wert |
|------------------------------|----------------|----------------|----------|
| Patienten (n) | 193 | 570 | |
| GCS | 5,93 ± 4,37 | 11,00 ± 4,62 | > 0,001* |
| RTS | 3,86 ± 2,47 | 6,63 ± 1,65 | > 0,001* |
| ISS | 41,82 ± 19,20 | 26,26 ± 9,62 | > 0,001* |
| New ISS | 51,54 ± 18,49 | 32,23 ± 12,32 | > 0,001* |
| TRISS | 0,31 ± 0,33 | 0,83 ± 0,26 | > 0,001* |
| RISC | 62,75 ± 30,26 | 12,29 ± 19,30 | > 0,001* |
| AIS Kopf | 3,92 ± 2,08 | 2,45 ± 1,95 | > 0,001* |
| AIS Gesicht | 0,48 ± 1,04 | 0,49 ± 0,90 | = 0,318 |
| AIS Thorax | 2,05 ± 2,18 | 2,12 ± 1,79 | = 0,771 |
| AIS Abdomen | 0,85 ± 1,60 | 0,96 ± 1,47 | = 0,121 |
| AIS Extremitäten | 1,32 ± 1,66 | 1,49 ± 1,49 | = 0,110 |
| AIS Weichteile | 0,25 ± 0,60 | 0,51 ± 0,80 | > 0,001* |
| Alter | 50,45 ± 18,48 | 42,90 ± 16,08 | > 0,001* |
| RR systolisch | 100,55 ± 59,71 | 126,30 ± 30,33 | > 0,001* |
| Herzfrequenz bpm | 79,93 ± 42,24 | 94,26 ± 21,95 | = 0,461 |
| O ₂ Sättigung (%) | 45,61 ± 75,92 | 73,64 ± 58,83 | = 0,252 |
| RR systolisch | 101,60 ± 56,48 | 128,28 ± 29,24 | > 0,001* |
| Schockraum | | | |
| Herzfrequenz bpm | 83,50 ± 39,58 | 90,62 ± 21,50 | > 0,001* |
| Schockraum | | | |
| O ₂ Sättigung (%) | 91,32 ± 22,98 | 97,28 ± 6,10 | > 0,001* |
| Schockraum | | | |

| | | | |
|---|-------------------|-------------------|----------|
| Hb (g/dl) | 9,95 ± 3,14 | 12,18 ± 2,39 | > 0,001* |
| Thrombozyten (gpt/l) | 159,01 ± 68,71 | 204,87 ± 82,06 | > 0,001* |
| PTT (sek.) | 48,66 ± 38,85 | 27,15 ± 8,73 | > 0,001* |
| Quick (%) | 65,70 ± 30,33 | 89,96 ± 21,56 | > 0,001* |
| Base Excess | -7,18 ± 7,09 | -3,55 ± 4,07 | > 0,001* |
| Laktat (mmol/l) | 4,70 ± 3,68 | 2,52 ± 2,75 | > 0,001* |
| ICU-Aufenthalt (Tage) | 5,80 ± 13,89 | 16,42 ± 19,64 | > 0,001* |
| Krankenhausaufenthalt (Tage) | 5,81 ± 13,47 | 27,47 ± 25,29 | > 0,001* |
| Anzahl Operationen | 2,28 ± 6,20 | 3,00 ± 3,94 | > 0,001* |
| Zeit von Aufnahme bis CCT (min) | 33,01 ± 21,70 | 32,79 ± 14,76 | = 0,322 |
| Zeit von Aufnahme bis Ganzkörper-CT (min) | 39,61 ± 24,96 | 34,01 ± 14,69 | = 0,142 |
| Präklinische Volumengabe (ml) | 1466,41 ± 1142,35 | 1166,28 ± 924,30 | > 0,001* |
| Schockraum Volumengabe (ml) | 2224,11 ± 2377,82 | 1666,50 ± 1594,81 | > 0,001* |
| Gesamte Volumengabe (ml) | 3787,27 ± 3105,01 | 2876,58 ± 2085,67 | > 0,001* |
| Zeit im Schockraum (min) | 48,85 ± 29,11 | 59,88 ± 28,23 | > 0,001* |
| Rettungszeit (min) | 50,81 ± 21,30 | 45,90 ± 25,21 | = 0,157 |
| Geschlecht männlich | 71,5 % | 77,2 % | = 0,133 |
| Ganzkörper-CT-Rate | 49,2 % | 60,4 % | > 0,001* |
| MOV | 42 % | 26,5 % | > 0,001* |
| Sepsis | 14,5 % | 19,8 % | = 0,454 |
| Intubation am Unfallort | 85,5 % | 54,9 % | > 0,001* |
| Reanimation am Unfallort | 22,8 % | 1,9 % | > 0,001* |

| | | | |
|------------------------------|--------|--------|----------|
| Thoraxdrainage am Unfallort | 8,3 % | 6,1 % | = 0,276 |
| Intubation im Schockraum | 44 % | 39,6 % | = 0,296 |
| Reanimation im Schockraum | 23,3 % | 2,1 % | > 0,001* |
| Thoraxdrainage im Schockraum | 27,5 % | 14,4 % | > 0,001* |
| Penetrierendes Trauma | 16,6 % | 7,7 % | > 0,001* |
| Suizid | 20,2 % | - | > 0,001* |

Abb. 9: Vergleich verstorbene vs. überlebende 16-75-jährige

Nach der Beurteilung der Mitglieder der monatlichen Morbiditäts- und Mortalitätsbesprechung der Klinik für Unfallchirurgie wurden acht Fälle anhand der Kriterien der WHO als vermeidbar angesehen, das entspricht 4,15% der Todesfälle und 0,35% der in dem Beobachtungszeitraum in den Schockraum eingelieferten Patienten. 31 Fälle wurden als potenziell-vermeidbar eingestuft, was einem Prozentsatz von 16,06% der insgesamt Verstorbenen und 1,35% der im Schockraum Behandelten entspricht. In der nachfolgenden Abbildung 10 wird die Beurteilung der Fälle veranschaulicht.

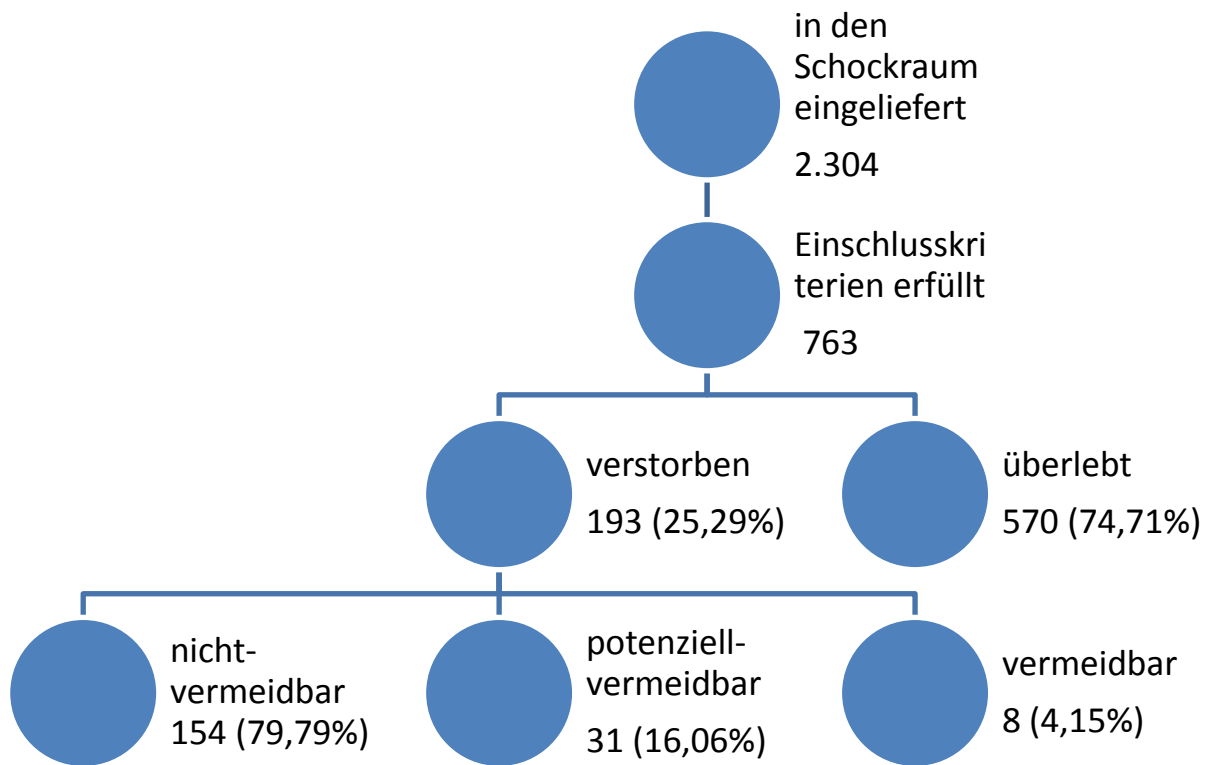


Abb. 10: Überblick über das Patientenkollektiv 16-75-jährige

3.1.1 Vermeidbare Todesfälle

Sowohl präklinische als auch klinische Fehler im Trauma-Management konnten bei diesen acht Fällen gefunden werden. In Abbildung 11 werden die Patientendaten zusammengefasst und im Folgenden genauer betrachtet.

| Patient | Geschlecht | Alter | GCS | ISS | RISC | AIS Kopf | AIS Hals | AIS Thorax | AIS Abd. | AIS Extr. | AIS Weicht. |
|---------|------------|-------|-----|-----|------|----------|----------|------------|----------|-----------|-------------|
| 1 | weiblich | 54 | 15 | 50 | 15,6 | 3 | 0 | 4 | 5 | 3 | 0 |
| 2 | männlich | 57 | 10 | 22 | 10,5 | 2 | 0 | 3 | 0 | 3 | 1 |
| 3 | männlich | 69 | 15 | 16 | 32,7 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 |
| 4 | weiblich | 68 | 6 | 38 | 34,1 | 3 | 0 | 5 | 2 | 2 | 0 |
| 5 | männlich | 42 | 3 | 48 | 18,8 | 0 | 0 | 4 | 4 | 4 | 0 |
| 6 | männlich | 35 | 14 | 16 | 1,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 |
| 7 | männlich | 57 | 14 | 30 | 9,2 | 0 | 0 | 5 | 0 | 2 | 1 |
| 8 | männlich | 65 | 12 | 57 | 29,1 | 0 | 0 | 4 | 5 | 4 | 0 |

Abb. 11: Daten vermeidbare Todesfälle 16-75-jährige

Patientin 1 war eine 54-jährige Frau, die in einen Verkehrsunfall verwickelt war. Neben einer Schädelbasisfraktur, einer offenen distalen Tibiafraktur und Lungenkontusionen wies sie ebenfalls einen Leber- und Milzriss auf. Obwohl sie an der Unfallstelle mit einem GCS von 15 beurteilt wurde, entschied sich der Notarzt zur Intubation. Jedoch lag der Tubus zu tief, sodass in der Folge nur die rechte Lunge belüftet war. Nach Ankunft im Klinikum entschied man sich aufgrund von Blutungszeichen bei einem Hb-Wert von 7,4 g/dl und einem systolischen Blutdruck von 90 mmHg zur Durchführung einer 95 Minuten dauernden Notfalllaparotomie im Schockraum.

Erst nach 45-minütigem Schockraumaufenthalt bekam die Patientin eine Thoraxdrainage, welche auf der Intensivstation lagekorrigiert werden musste, ein Röntgenbild des Thorax wurde nicht angefertigt. Nach 5 Tagen verstarb die Patientin in einem Multiorganversagen.

Betrachtet man den zweiten Patienten, einen 57-jährigen Mann, der mit einer Rippenserienfraktur, einem rechtsseitigen Pneumothorax, einer Femurfraktur, einer Humerusfraktur, einer Axisfraktur und massiver okzipitaler Weichteilverletzungen eingeliefert wurde, fällt zunächst auf, dass er trotz eines GCS von 10 am Unfallort intubiert wurde und ihm 3000ml Infusionslösung verabreicht wurde.

Obwohl bei einem Hb-Wert von 7,2 g/dl, einem systolischen Blutdruck von 70 mmHg, einer hochgradig verringerten Thrombozytenzahl und kritischen Gerinnungsparametern deutliche Hinweise auf eine Blutung bestanden, vergingen bis zur Durchführung einer Computertomographie 50 Minuten. Zur

Blutungskontrolle wurde eine Thoraxdrainage gelegt und der Patient einer 87 Minuten dauernden Operation unterzogen, bei welcher die Femurfraktur mit einem Fixateur externe versorgt wurde. Innerhalb der folgenden 24 Stunden wurde ein zweiter Eingriff notwendig, da im Anschluss an die erste Operation eine Dissektion eines iliofemorales Blutgefäßes diagnostiziert wurde. Diese Intervention erstreckte sich auf nahezu 6 Stunden. Aufgrund eines Multiorganversagens am ehesten in Folge einer MRSA-Sepsis verstarb der Patient nach 142 Tagen auf der Intensivstation.

Bei dem dritten vermeidbaren Todesfall handelte es sich um einen 69-jährigen männlichen Patienten, der sich im Jahre 2003 in suizidaler Absicht mit einem Gewehr in den Thorax geschossen hatte. Er erlitt eine thorako-abdominale Schussverletzung.

Der Transport des Patienten zum Klinikum dauerte 75 Minuten.

Einerseits war zu diesem Zeitpunkt der angeforderte Rettungshubschrauber nicht verfügbar, andererseits verweigerte das zunächst angefahrene Krankenhaus die Aufnahme des Verletzten.

Trotz eines GCS von 15 und einem systolischen Blutdruck von 180 mmHg wurde der Patient intubiert und bekam 5000 ml Infusionslösung. Erst 15 Minuten nach thorakaler Röntgenaufnahme wurde eine Thoraxdrainage gelegt.

Im Schockraum erhielt der Patient 60 Erythrozytenkonzentrate, ohne dass eine Substitution von Gerinnungsfaktoren und Thrombozyten in der Dokumentation ersichtlich war.

Zum Auffinden einer vermuteten Blutungsquelle bei einem Hb-Wert von 6,8 g/dl, wurde eine Laparotomie, unter der der Patient nach 170 Minuten Operationszeit verstarb, im Schockraum durchgeführt.

Auch Patientin 4, eine 68-jährige in einen Verkehrsunfall verwickelte Frau, traf nach 80-minütiger Rettungszeit mit deutlicher Verspätung im Klinikum ein. Trotz abgeschwächter Atemgeräusche beidseits, wurde weder vom Notarzt am Unfallort noch während des Schockraumaufenthaltes eine Thoraxdrainage gelegt. Später wurden ein rechtsseitiger Hämatothorax sowie ein Pneumothorax auf der linken Seite diagnostiziert. Des Weiteren erlitt die Patientin eine schweres Schädel-Hirn-Trauma mit Subarachnoidalblutung, Frakturen der Scapula, Clavicula, und des Schambeins, eine Humerusfraktur sowie eine Lendenwirbelfraktur. Aufgrund eines Defektes des Röntgengerätes und einer verstrichenen Zeit von über 50 Minuten von der Einlieferung bis zur Bildgebung mittels Computertomographie, wurde eine notwendige Thoraxdrainage erst nach ca. 2 Stunden platziert. Eine halbe Stunde später erlag die Patientin auf der ICU seinen Verletzungen. Trotz infundierten Gesamtvolumens von 9000 ml wurde keine Gerinnungstherapie eingeleitet.

Der fünfte vermeidbare Todesfall betrifft einen 42-jährigen Mann, der aus einem 6-8 m hohen Fenster stürzte und sich dabei folgende Verletzungen zuzog: einen Leberriß, eine Milzkontusion, einen Hämatothorax infolge einer Lungenkontusion, eine Acetabulumfraktur und multiple Frakturen langer und kurzer Knochen sowie eine Lendenwirbelfraktur.

Die Rettungszeit betrug 58 Minuten und erst nach weiteren 38 Minuten in der Klinik wurde ein CT durchgeführt. Trotz Diagnose eines Leberrißes mit freier

intraabdomineller Flüssigkeit und eines retroperitonealen Hämatoms als auch eines folglich fallenden Hb-Wertes und einer Thrombozytenzahl von 67 gpt/l wurde ein operativer Eingriff für nicht notwendig erachtet. Ebenso wurde nach 7250 ml intravenös zugeführter Flüssigkeit keine Substitution von Gerinnungsfaktoren und/oder Thrombozyten initiiert.

Vermutlich bedingt durch eine Aspergillus-Pneumonie verstarb der Patient nach 17 Tagen in einem MOV.

Der in einem Verkehrsunfall im Jahr 2006 schwer verletzte sechste Patient, ein Mann im Alter von 35 Jahren, erlitt eine instabile Beckenringfraktur, eine distale Tibiaschaftfraktur links und eine distale Femurfraktur. Insgesamt wurden präklinisch und im Schockraum zusammen 2500 ml infundiert.

Bis zur CT-Diagnostik verstrichen 42 Minuten innerhalb des Klinikums.

Die radiologische Abteilung führte ein nach Bildgebung durch die Allgemeinchirurgie indiziertes Coiling eines großen Gefäßes nicht durch. Bei weiter fallenden Hb-Werten und einer insuffizienten Gerinnungssituation wurde mit einem Tag Verspätung eine Laparotomie durchgeführt, hierunter entleerten sich 2,5 l Blut aus dem Abdomen.

Unter Sepsis und Multiorganversagen verschied der Patient nach 10 Tagen.

Der siebte Patient, der in die Kategorie der vermeidbaren Todesfälle eingeordnet wurde, war ein in einem Verkehrsunfall schwer verletzter 57-jähriger männlicher Motorradfahrer. Nach 55-minütiger Rettungszeit wurde er mit einem Hämatothorax, schwerer beidseitiger Lungenkontusion, multiplen Frakturen kurzer

Knochen und Weichteilverletzungen in den Schockraum des Universitätsklinikums Essen gebracht.

Dort angelangt, wurde er trotz eines GCS 10 intubiert und ohne radiologisch gesicherten Pneumothorax erhielt der Patient eine Thoraxdrainage, wodurch ein iatrogen verursachter Pneumothorax entstand, der im 40 Minuten später angefertigten Computertomogramm diagnostiziert wurde. Daraufhin erfolgte eine Lagekorrektur der Drainage.

Zusätzlich leitete man trotz bereits kritischer Gerinnungssituation ohne jeglichen Verdacht auf eine Lungenembolie eine intravenöse Lysetherapie ein.

Nach auf der Intensivstation erfolgter Extubation wurde nach drastischem Abfall der Sauerstoffsättigung die Reintubation notwendig. Nach tagelang bestehender, nicht ausreichend therapierter Hyperkaliämie und einem stattgehabten Myokardinfarkt während des Intensivstationaufenthaltes verstarb der Patient nach einer Woche im Zuge einer Sepsis mit Multiorganversagen.

Ein 65 Jahre alter Mann, der durch einen Sprung von einem Gebäude Selbstmord begehen wollte, stellte den 8. Fall in dieser Kategorie dar. Eine instabile Beckenringfraktur, eine beidseitige Lungenkontusion, ein kompletter Querschnitt aufgrund einer Wirbelsäulenverletzung mit Lendenwirbelfrakturen und eine Calcaneusfraktur ließen sich diagnostizieren.

Nach 42-minütiger Rettungszeit kam der Patient im Schockraum an und wurde dort bei einem GCS von 10 intubiert und nach 40 Minuten einer CT-Diagnostik zugeführt.

Während einer ersten Operation der dislozierten Beckenfraktur im Sinne einer Damage Control erlitt der Patient eine Lungenembolie und verstarb nach 266

Minuten Operationszeit am ehesten an deren Folgen in Kombination mit insuffizienter Gerinnung.

3.1.2 Potenziell-vermeidbare Todesfälle

Zunächst gibt die Abbildung 12 einen Überblick über die Patientendaten dieser Kategorie.

| Patient | Geschlecht | Alter | GS | IS | RIS | AIS Kopf | AIS Hals | AIS Thorax | AIS Abdomen | AIS Extr. | AIS Weicht. |
|---------|------------|-------|----|----|------|----------|----------|------------|-------------|-----------|-------------|
| 1 | männlich | 37 | 3 | 50 | 69,0 | 5 | 0 | 4 | 3 | 0 | 0 |
| 2 | männlich | 41 | 9 | 43 | 19,3 | 5 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 |
| 3 | männlich | 62 | 8 | 45 | 29,9 | 5 | 2 | 4 | 0 | 2 | 0 |
| 4 | männlich | 25 | 3 | 38 | 56,7 | 5 | 0 | 2 | 0 | 3 | 1 |
| 5 | männlich | 38 | 12 | 29 | 45,8 | 0 | 0 | 4 | 2 | 3 | 1 |
| 6 | männlich | 37 | 6 | 34 | 3,0 | 4 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | weiblich | 71 | 14 | 16 | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 |
| 8 | weiblich | 71 | 5 | 43 | 93,0 | 5 | 3 | 3 | 0 | 3 | 2 |
| 9 | männlich | 63 | 6 | 26 | 21,4 | 5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 10 | männlich | 75 | 8 | 27 | 13,1 | 3 | 1 | 0 | 3 | 3 | 0 |
| 11 | männlich | 38 | 3 | 50 | 45,0 | 0 | 0 | 3 | 5 | 4 | 2 |
| 12 | männlich | 61 | 3 | 29 | 21,8 | 1 | 0 | 0 | 4 | 3 | 2 |
| 13 | männlich | 52 | 15 | 75 | 67,9 | 0 | 0 | 6 | 0 | 4 | 0 |
| 14 | männlich | 18 | 4 | 34 | 38,2 | 3 | 0 | 4 | 2 | 3 | 0 |
| 15 | weiblich | 55 | 3 | 25 | 56,2 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | männlich | 65 | 6 | 25 | 38,9 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17 | weiblich | 62 | 13 | 26 | 44,5 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 18 | weiblich | 25 | 3 | 41 | 36,4 | 4 | 3 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| 19 | weiblich | 21 | 3 | 57 | 57,7 | 4 | 0 | 5 | 0 | 4 | 0 |
| 20 | männlich | 71 | 3 | 29 | 69,8 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 21 | weiblich | 41 | 4 | 34 | 14,7 | 4 | 1 | 3 | 0 | 3 | 0 |
| 22 | männlich | 40 | 3 | 34 | 31,0 | 5 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| 23 | weiblich | 42 | 3 | 25 | 92,8 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24 | männlich | 69 | 8 | 25 | 50,8 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 | unbekannt | 70 | 11 | 25 | 52,2 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 | männlich | 41 | 15 | 25 | 41,3 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 |
| 27 | männlich | 50 | 3 | 29 | 8,5 | 4 | 1 | 3 | 0 | 2 | 0 |
| 28 | weiblich | 75 | 3 | 54 | - | 5 | 2 | 5 | 0 | 2 | 0 |
| 29 | weiblich | 42 | 3 | 66 | 61,8 | 5 | 0 | 4 | 5 | 4 | 0 |
| 30 | weiblich | 71 | 15 | 26 | 51,5 | 5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 31 | weiblich | 70 | 15 | 29 | 12,1 | 2 | 0 | 4 | 2 | 3 | 1 |

Abb. 12: Daten potenziell-vermeidbare Todesfälle 16-75-jährige

Nach monatlicher Morbiditäts- und Mortalitätsbesprechung und vorheriger eigenständiger Bewertung durch die Mitglieder wurden 31 Patienten, die die Einschlusskriterien erfüllten, als potenziell-vermeidbare Todesfälle deklariert, das entspricht 16,06% der Verstorbenen. Hier konnten sowohl technische Mängel und Defekte als auch Fehler im Trauma Management und der Behandlung der Patienten aufgedeckt werden.

An erster Stelle sind in diesem Zusammenhang Probleme bezüglich des Airway Managements zu nennen. So trat entweder ein Problem mit der Intubation auf oder eine indizierte Thoraxdrainage wurde nicht korrekt oder verspätet platziert. Insgesamt wurden in dieser Kategorie vier Patienten, einer von ihnen nach fünf Versuchen, vom Notarzt fehlintubiert. Bei zwei weiteren Fällen machte ein defekter Cuff des Tubus eine Reintubation aufgrund insuffizienter Oxygenierung im Schockraum notwendig.

Während zwei Patienten trotz eines GCS von 3 bzw. 5 nicht intubiert wurden, erhielten 3 Patienten, obwohl sie mit einem GCS von 9,12 und 15 keine Indikation zur Intubation aufwiesen, eine invasive Beatmung und hierdurch bedingte Narkose.

Die verspätete Anlage einer Thoraxdrainage konnte bei acht Fällen beobachtet werden, so erhielten drei Patienten erst 10-15 Minuten nach der Röntgenaufnahme des Thorax, einer erst nach Durchführung einer thorakalen Computertomographie, ein weiterer nach stattgehabter Kraniektomie und ein Patient mit vorher diagnostiziertem Hämatothorax erst im Operationsaal, eine Thoraxdrainage, obwohl pathologische Atemgeräusche auskultierbar oder im Röntgenbild sichtbar waren.

Bei einem weiteren Fall wurde erst nach Ankunft auf der Intensivstation eine Thoraxdrainage gelegt.

Zweimal musste aufgrund einer Dislokation eine erneute Drainage des Thorax erfolgen.

Ein weiterer Grund für potenziell-vermeidbare Todesfälle bestand in der verspäteten oder ausbleibenden Blutungs- bzw. Gerinnungskontrolle (insgesamt bei elf Patienten).

So konnte in fünf Fällen eine insuffiziente oder gar fehlende Gerinnungstherapie beobachtet werden. Während bei zwei Patienten nach Infusion von sechs bzw. acht Erythrozytenkonzentraten keine Substitution von Gerinnungsfaktoren stattfand, konnte in einem weiteren Fall auf dem Boden von schlechten Gerinnungsparametern und einem fehlenden Thrombozytenausgleich eine dringend indizierte Kraniektomie zur Entlastung des Hirndrucks nicht durchgeführt werden.

Auch ein weiterer verstorbener Patient bekam bei einem Quick-Wert von 36% keine Gerinnungstherapie.

Weil nicht ein einziges Erythrozytenkonzentrat verfügbar war, verstarb einer der Patienten nach 41-minütigem Schockraumaufenthalt.

Andersartige Fehler im Trauma Management und der Patientenbehandlung passierten in 21 Fällen.

Ein Unfallopfer eines Motorradunfalles wurde der indizierten CT-Diagnostik in Form eines Ganzkörper-CTs nicht zugeführt, wohingegen in zwei Fällen ein kreislaufinstabiler Patient in die radiologische Abteilung gefahren wurde und dort reanimiert werden musste.

Bei einer 71-jährigen Frau, die von einem LKW überrollt wurde, blieb die Kompression des Beckens trotz Verdachts auf eine instabile Beckenfraktur sowie blutungsverdächtiger Vital- und Laborparameter aus.

Beim Versuch der Anlage eines zentralen Venenkatheters wurden bei einem Patienten zunächst eine Arterie punktiert, beim zweiten Versuch die Vena cava superior perforiert und bei der späteren Röntgenkontrolle die Katheterspitze innerhalb des Thorax vorgefunden.

Des Weiteren übersah man bei einem Unfallopfer eine gluteale Blutung, welche dann mit einer Verzögerung von über 13 Stunden entdeckt wurde. In einem Falle verabreichte man Flunitrazepam in toxischer Dosierung.

Auch technische Fehler wie ein nichteinsatzfähiges Röntgengerät oder eine defekte Kontrastmittelspritze ließen sich in zwei Fällen nachweisen.

Die präklinische Rettungszeit überschritt die als akzeptabel definierte Dauer von 45 Minuten bei acht Einsätzen (55-96 Minuten). Auch die Zeit von der Einlieferung bis zur Durchführung einer Computertomographie überschritt mit Zeiten von 33-95 Minuten die 30-Minutengrenze bei elf Ereignissen.

Ebenso ließen sich verspätete Interventionen mehrmalig auffindig machen. So wurde eine indizierte entlastende Kraniektomie in einem Fall erst nach einem Tag, in einem Weiteren nach zwei Tagen durchgeführt. Zweimal wurde ebenso eine externe Ventrikeldrainage erst nach vier bzw. acht Stunden nach Aufnahme gelegt.

Die neurochirurgische Abteilung des Hauses stellte bei einer 55-jährigen Patientin, die nach einem Treppensturz ein schweres Schädelhirntrauma erlitten hatte, eine infauste Prognose. Am folgenden Tag wurde die Prognose revidiert und die Patientin einer Kraniektomie mit 16 Stunden Verzögerung unterzogen.

In elf Fällen wurde die festgelegte Richtzeit von 90 Minuten für erste Notfalloperationen überschritten, bei zehn Patienten wurde eine zweite Operation binnen 24 Stunden durchgeführt. Ein Patient verstarb unter der Operation an unstillbarer Blutung.

Weitere Komplikationen traten bei sechs Fällen auf. Während ein Patient auf der Intensivstation ein akutes Abdomen entwickelte, litt ein weiterer an einem Magenulkus mit konsekutiver Forrest Ib Blutung bei fehlender Magenulkusprophylaxe.

Obwohl bereits eine Thoraxdrainage gelegt worden war, bildete ein Verstorbener einen Pneumothorax der gleichen Seite auf der Intensivstation aus. Ein nächster Patient musste aufgrund einer Lungenembolie und folgender respiratorischer Insuffizienz intubiert werden.

Trotz stattgehabten Myokardinfarktes wurden bei einem Patienten keine Troponin-Werte im Verlauf der folgenden sechs Tage kontrolliert.

Ein männlicher Patient erlitt eine Peritonitis aufgrund einer primär übersehenen retroperitonealen Blutung und verstarb später aufgrund einer generalisierten Sepsis im Multiorganversagen auf der Intensivstation.

In weiteren neun Verläufen gerieten die Patienten in ein Multiorganversagen, sieben Patienten erlitten eine Sepsis (in einem Fall eine MRSA-Sepsis).

70,97% der Patienten, das entspricht einer Zahl von 22, erhielten mehr als 1500 ml Infusionslösung. In fünf Fällen überstieg das infundierte Flüssigkeitsvolumen sogar 5000ml.

3.1.3 Nicht-vermeidbare Todesfälle, bei denen jedoch Behandlungsfehler auftraten

Im folgenden Unterpunkt werden wie von der WHO definiert, Todesfälle, die nicht vermeidbar waren, jedoch einer verbesserten Behandlung bedurft hätten, behandelt. Es konnten offensichtliche Fehler im Trauma Management und in der Patientenbehandlung aufgedeckt werden, die jedoch nicht direkt zum Tode des Patienten führten. Vermeidbare und potenziell-vermeidbare Todesfälle wurden in diesem Punkt nicht berücksichtigt.

3.1.3.1 Präklinische Fehler

Bei der Betrachtung der Rettungszeit ist auffällig, dass sie bei 26 Fällen die 45-Minuten-Grenze mit einer Spannweite von 47-132 Minuten überschritt.

Ebenso wurde bei 30 Patienten ein Volumen von über 1500ml intravenös infundiert. Bei weiteren 15 Fällen traten Probleme mit der Atmung auf. Achtmal wurde eine Reintubation aufgrund einer Fehlpositionierung des Tubus notwendig, drei Patienten wurden trotz fehlender Indikation bei GCS 12-15 intubiert und drei Patienten wurden trotz Indikation nicht intubiert. Des Weiteren wurde bei 16 Vorfällen eine notwendige Thoraxdrainage nicht gelegt. Die Abbildung 13 zeigt die häufigsten präklinischen Fehler.

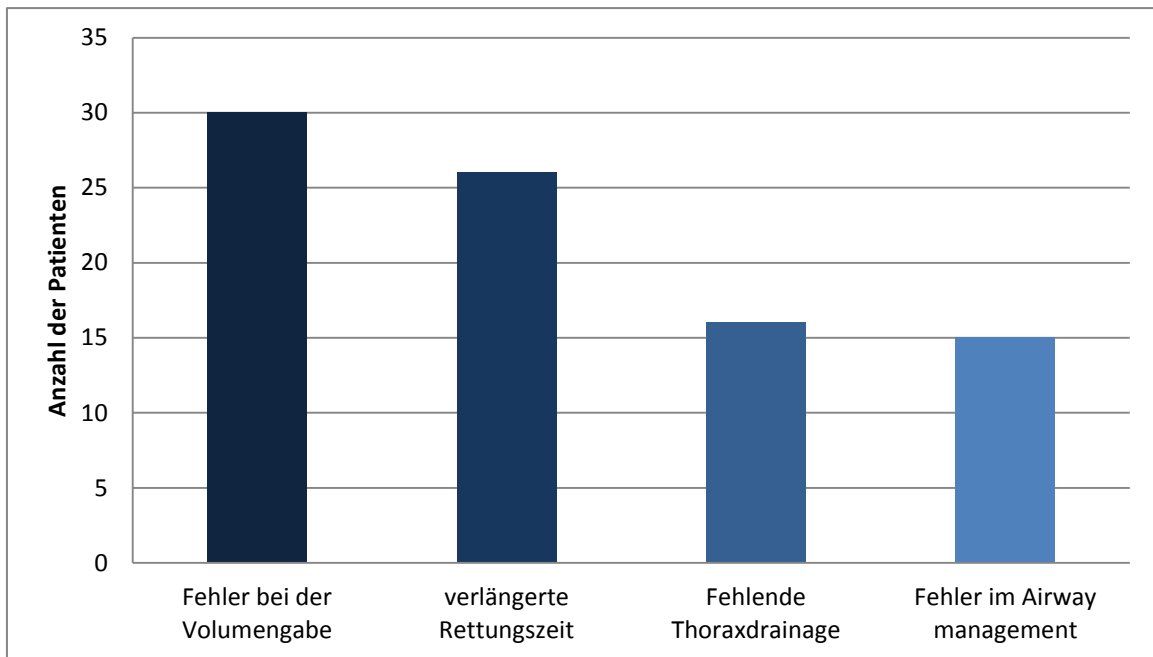


Abb. 13: Die häufigsten präklinischen Fehler 16-75-jährige

3.1.3.2 Klinische Fehler

Betrachtet man die Menge der infundierten kristalloiden und kolloidalen Infusionslösung, die den Patienten in der präklinischen Phase und während des Aufenthaltes im Schockraum insgesamt verabreicht wurde, so ist bemerkenswert, dass 77 Patienten mehr als 1500ml Flüssigkeit erhielten.

Bei 19 Fällen überstieg die Zeit von der Ankunft bis zur Durchführung einer Computertomographie, in etwa entsprechend der Schockraumzeit, die Dauer von 30 Minuten.

Komplikationen in Verbindung mit der fehlenden oder verspäteten Anlage einer indizierten Thoraxdrainage konnte bei 16 Fällen beobachtet werden. Bei fünf Patienten wurde eine erforderliche Drainage des Thorax erst nach Bildgebung (bei vier nach Röntgen-Thorax, bei einem sogar erst nach CT-Thorax mit einer

Verzögerung von 133 Minuten) und bei einem weiteren während einer Notfalloperation durchgeführt, obwohl klinische Anzeichen für einen Pneumo- bzw. Hämatothorax bestanden. Eine Dislokation mit folgender Neuanlage der Drainage ließ sich bei zwei Fällen nachvollziehen.

Obwohl dringende Notfalloperationen indiziert waren, kam es bei sechs Patienten zur einer Verzögerung von 58 bis hin zu 240 Minuten. Während bei einem Fall die Operationszeit im Sinne einer Damage Control die 120-Minuten-Marke überschritten wurde, wurden vier Patienten innerhalb der ersten 24 Stunden einer zweiten Operation unterzogen.

Ebenso unterliefen Fehler bei der Blutungs- und Gerinnungskontrolle. Von den sechs Patienten mit Zeichen eines hämorrhagischen Schocks, entsprechend einem Hb < 10,0 g/dl, einer Herzfrequenz > 100 /min und einem systolischen Blutdruck von < 90 mmHg, wurde bei dreien keine oder eine insuffiziente Substitution mit Erythrozytenkonzentraten durchgeführt.

Insgesamt traten bei zehn Patienten Probleme in Bezug auf die Gerinnungssituation auf. Entweder erfolgte keine Substitution mit gerinnungsaktiven Substanzen (sieben Fälle) oder mit deutlicher Verspätung (drei Fälle).

Bei 38 Patienten wurde durch die neurochirurgische Abteilung eine infauste Prognose gestellt, sodass keine weiterführende Therapie veranlasst wurde.

Aufgrund eines Multiorganversagens verstarben drei Patienten, während bei sieben weiteren die Diagnose einer Sepsis gestellt wurde. In der folgenden Abbildung 14 sind die meist aufgetreten klinischen Fehler zusammenfassend veranschaulicht.

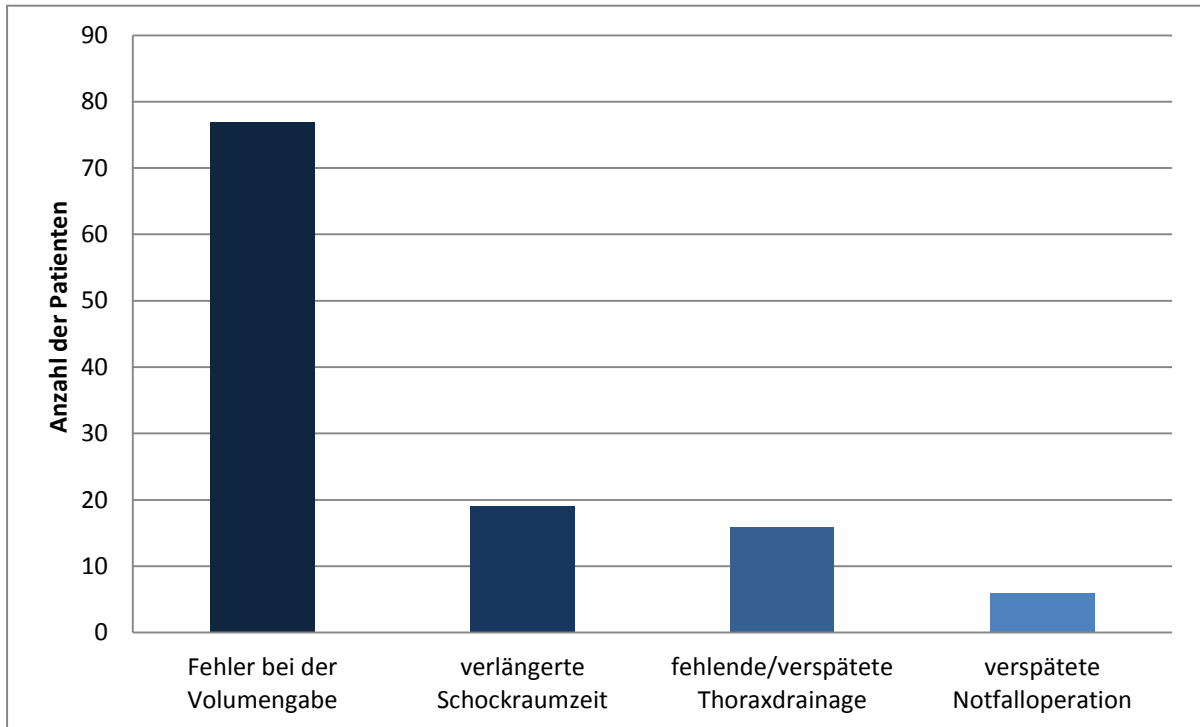


Abb. 14: Die häufigsten klinischen Fehler 16-75-jährige

3.2 Altersgruppe Kinder

Von den 2304 im Untersuchungszeitraum in den Schockraum eingelieferten Patienten waren 256 Kinder im Alter von bis zu 15 Jahren, das entspricht einer Rate von 11,1%. 82 von ihnen erfüllten die Einschlusskriterien dieser Untersuchung.

Während die durch den RISC erwartete Sterberate bei 20,26% lag, ergab sich eine reale Letalität von 13,41%.

Das Durchschnittsalter der Patienten lag bei 7,37 Jahren, der GCS bei 9,01.

Weitere relevante Daten und Scores zur Abschätzung der Verletzungsschwere und Überlebenswahrscheinlichkeit sind Abbildung 15 zu entnehmen.

| | Mittelwert | Standardabweichung |
|------------------|------------|--------------------|
| GCS | 9,01 | 4,85 |
| ISS | 27,32 | 12,96 |
| RISC | 20,26 | 30,46 |
| TRISS | 0,80 | 0,31 |
| AIS Kopf | 3,37 | 1,75 |
| AIS Thorax | 1,65 | 0,95 |
| AIS Abdomen | 0,57 | 1,32 |
| AIS Extremitäten | 1,13 | 1,51 |
| AIS Weichteile | 0,40 | 0,83 |
| Alter | 7,37 | 5,00 |

Abb. 15: Mittelwerte unter 16-jährige

Unterschiede der Parameter zwischen den überlebenden und den verstorbenen Kindern werden in der Abbildung 16 dargestellt, wobei Signifikanzen mit einem Stern (*) markiert sind.

| | Verstorbene | Überlebende | p-Wert |
|---------------|---------------|---------------|----------|
| Patienten (n) | 11 | 71 | |
| GCS | 3,55 ± 1,81 | 9,90 ± 4,60 | > 0,001* |
| RTS | 2,03 ± 2,74 | 6,54 ± 1,54 | > 0,001* |
| ISS | 45,91 ± 20,02 | 24,44 ± 8,62 | > 0,001* |
| New ISS | 52,18 ± 17,56 | 29,63 ± 11,35 | > 0,001* |
| TRISS | 0,22 ± 0,38 | 0,88 ± 0,19 | > 0,001* |
| RISC | 74,69 ± 26,17 | 12,14 ± 21,44 | > 0,001* |
| AIS Kopf | 5,09 ± 0,30 | 3,10 ± 1,73 | > 0,001* |
| AIS Gesicht | 1,00 ± 1,27 | 0,44 ± 0,87 | = 0,181 |
| AIS Thorax | 2,00 ± 2,15 | 1,59 ± 1,75 | = 0,487 |
| AIS Abdomen | 1,09 ± 1,92 | 0,49 ± 1,19 | = 0,337 |

| | | | |
|---|-------------------|-------------------|----------|
| AIS Extremitäten | 1,18 ± 1,78 | 1,13 ± 1,48 | = 0,911 |
| AIS Weichteile | 0,09 ± 0,30 | 0,45 ± 0,88 | = 0,013* |
| Alter | 7,27 ± 4,41 | 7,38 ± 5,08 | = 0,951 |
| RR systolisch | 65,00 ± 53,15 | 113,53 ± 21,15 | = 0,012* |
| Herzfrequenz bpm | 59,22 ± 50,99 | 105,32 ± 24,11 | = 0,010* |
| O ₂ Sättigung (%) | 27,82 ± 86,15 | 63,73 ± 70,49 | = 0,086 |
| RR systolisch Schockraum | 68,33 ± 57,04 | 110,42 ± 22,14 | = 0,048* |
| Herzfrequenz bpm | 77,78 ± 63,71 | 108,90 ± 21,80 | = 0,332 |
| Schockraum | | | |
| O ₂ Sättigung (%) | 81,25 ± 34,29 | 96,81 ± 9,63 | = 0,216 |
| Schockraum | | | |
| Hb (g/dl) | 8,62 ± 2,80 | 10,64 ± 1,81 | = 0,014* |
| Thrombozyten (gpt/l) | 139,60 ± 72,05 | 257,94 ± 91,55 | > 0,001* |
| PTT (sek.) | 108,29 ± 48,89 | 27,80 ± 8,50 | > 0,001* |
| Quick (%) | 45,78 ± 23,33 | 82,38 ± 19,82 | > 0,001* |
| Base Excess | -4,91 ± 10,89 | -4,87 ± 5,23 | = 0,741 |
| Laktat (mmol/l) | 13,13 ± 16,39 | 2,32 ± 3,79 | = 0,021* |
| ICU-Aufenthalt (Tage) | 1,78 ± 1,39 | 9,34 ± 10,95 | = 0,001* |
| Krankenhausaufenthalt (Tage) | 1,91 ± 1,04 | 15,73 ± 11,93 | > 0,001* |
| Anzahl Operationen | 2,18 ± 2,75 | 1,79 ± 3,07 | = 0,352 |
| Zeit von Aufnahme bis CCT (min) | 33,17 ± 11,79 | 31,55 ± 11,40 | = 0,722 |
| Zeit von Aufnahme bis Ganzkörper-CT (min) | 35,00 ± 12,03 | 29,39 ± 10,60 | = 0,467 |
| Präklinische Volumengabe (ml) | 695,45 ± 735,00 | 794,29 ± 852,34 | = 0,564 |
| Schockraum Volumengabe (ml) | 2073,89 ± 2289,56 | 739,91 ± 584,92 | = 0,094 |
| Gesamte Volumengabe | 2923,89 ± 2963,13 | 1460,09 ± 1011,15 | = 0,210 |

| | | | |
|------------------------------|---------------|---------------|----------|
| (ml) | | | |
| Zeit im Schockraum(min) | 39,38 ± 23,11 | 51,72 ± 19,24 | = 0,114 |
| Rettungszeit (min) | 44,06 ± 16,45 | 42,85 ± 19,93 | = 0,976 |
| Geschlecht männlich | 72,72% | 70,42% | = 0,876 |
| Ganzkörper-CT-Rate | 57,14% | 57,41% | = 0,989 |
| MOV | 85,71% | 23,19% | = 0,001* |
| Sepsis | 33,33% | 14,71% | = 0,235 |
| Intubation am Unfallort | 100% | 61,43% | = 0,012* |
| Reanimation am Unfallort | 45,45% | 7,35% | > 0,001* |
| Thoraxdrainage am Unfallort | 0% | 5,88% | = 0,455 |
| Intubation im Schockraum | 55,56% | 43,94% | = 0,511 |
| Reanimation im Schockraum | 37,5% | 4,62% | = 0,001* |
| Thoraxdrainage im Schockraum | 25,00% | 4,55% | = 0,029* |
| Not-Operation | 75,00% | 30,88% | = 0,014* |
| Penetrierendes Trauma | 0% | 0% | |
| Suizid | 0% | 2,82% | = 0,573 |

Abb. 16: Vergleich verstorbene vs. überlebende Kinder

Aus den obigen Daten ist klar ersichtlich, dass verstorbene Kinder wesentlich schwerer verletzt waren als die Überlebenden (ISS 45,91 zu 24,44). Ausgedrückt durch den TRISS und den RISC lag dementsprechend die erwartete Letalität der verstorbenen Kinder deutlich höher. Während die überlebenden Kinder im Vergleich ernstere Haut- und Weichteilverletzungen erlitten (AIS Weichteile 0,45 zu 0,09), waren in der Gruppe der Verstorbenen deutlich schwerere Kopfverletzungen (AIS 5,09 zu 3,10) und mit 3,55 zu 9,00 signifikant schlechtere GCS-Werte zu beobachten. Sowohl am Unfallort (65,00 zu 113,53 mmHg) als

auch beim Eintreffen im Schockraum zeigten sich in der Gruppe der verstorbenen Kinder deutlich niedrigere systolische Blutdruckwerte. Bei der Betrachtung der Herzfrequenz wurden präklinisch zwar wesentlich tiefere Werte (59,22 zu 105,32 bpm) gemessen, bei Ankunft in der Klinik wurden jedoch keine größeren Unterschiede mehr deutlich. Zusätzlich zu den laborchemischen Blutungszeichen, im Wesentlichen ausgedrückt durch einen erniedrigten Hämoglobingehalt (8,62 g/dl zu 10,64 g/dl), lagen bei den Verstorbenen im gesamten schlechtere Gerinnungsparameter vor.

Vereinbar mit der Schwere der Verletzungen und dem daraus resultierenden Ausmaß der Gewebeschädigung betrug der Laktatwert in der Gruppe der Verstorbenen 13,13 mmol/l. Vergleichsweise niedrige Laktatwerte mit 2,32 mmol/l ließen sich bei den Überlebenden finden.

Analysiert man bei beiden Gruppen die zeitlichen Abläufe, so zeigen sich weder bei der Rettungszeit, der Zeit von der Einlieferung bis zum CT bzw. Ganzkörper-CT, noch bei der Schockraumzeit wesentliche Unterschiede.

Obwohl in Bezug auf die infundierte kristalloide und/oder kolloidale Flüssigkeitsmenge keine signifikanten Differenzen zu eruieren waren, zeigt sich ein leichter Trend zur höheren Volumengabe bei den Verstorbenen.

Gleichermaßen stellt es sich bei der Untersuchung der Sepsis-Rate während des Klinikaufenthaltes dar. 33,33 % der verstorbenen Kinder wurden im Verlauf septisch, bei den überlebenden waren es 14,71%.

Ein Multiorganversagen trat fast viermal häufiger (85,71% zu 23,19%) auf.

Beim Fokus auf die präklinischen und klinischen Eingriffe bleibt festzuhalten, dass 100% der verstorbenen Kinder allesamt bei einem GCS von 3 am Unfallort intubiert wurden, bei den überlebenden lag die Rate bei 61,43%. Keiner der

verstorbenen Patienten erhielt am Unfallort die Anlage einer Thoraxdrainage (Überlebende 5,88%), jedoch wurde diese von 25% im Schockraum benötigt (Überlebende 4,55%).

Während 45,45% der später Verschiedenen initial am Unfallort reanimationspflichtig waren, war dies in der Überlebendengruppe nur bei 7,35% der Fall. Auch bei der Häufigkeit der Notfall-Operationen unterschieden sich beide Gruppen, in 75% der Sterbefälle wurde ein Notfalleingriff vorgenommen, hingegen fand dieser in der zweiten Gruppe lediglich bei 30,88% statt.

Jedes der verstorbenen Kinder erlitt ein schweres Schädel-Hirn-Trauma mit AIS-Werten von 5 oder 6. Diese Tatsache trug maßgeblich dazu bei, dass keiner der Sterbefälle als vermeidbarer Todesfall und lediglich ein Fall als potenziell-vermeidbar deklariert wurde. Aufgrund dieser Konstellation wurde im Gegensatz zu der Altersgruppe der 16-75-jährigen Patienten auf die Unterpunkte „vermeidbare Todesfälle“ und „potenziell-vermeidbare Todesfälle“ verzichtet.

Der in der untenstehenden Abbildung 17 (Spezifische Daten der Verstorbenen) an Position 11 aufgeführte Patient wurde aufgrund einer Verkettung von präklinischen und klinischen Fehlern als potenziell-vermeidbar aufgeführt. Zum einen war am Unfallort eine dringend notwendige Atemwegssicherung mittels Tubus erst nach 20 Minuten möglich, zum anderen wurde er einer notwendigen Hirndruckentlastung erst nach 106 Minuten Klinikaufenthalt unterzogen, dieser Eingriff erstreckte sich über 175 Minuten. Des Weiteren verblieb der Patient für einen Zeitraum von über 10 Stunden in einer insuffizienten Gerinnungssituation.

| Patient | GCS | ISS | RISC | AIS Kopf | AIS Hals | AIS Thorax | AIS Abdomen | AIS Extremitäten | AIS Weichteile | Alter |
|---------|-----|-----|-------|----------|----------|------------|-------------|------------------|----------------|-------|
| 1 | 3 | 66 | 78,2 | 5 | 1 | 5 | 4 | 0 | 0 | 5 |
| 2 | 3 | 38 | 56,7 | 5 | 0 | 2 | 0 | 3 | 1 | 0 |
| 3 | 3 | 38 | 69,8 | 5 | 2 | 2 | 3 | 0 | 0 | 7 |
| 4 | 3 | 59 | 94,1 | 5 | 3 | 5 | 0 | 2 | 0 | 15 |
| 5 | 3 | 75 | 99,9 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| 6 | 3 | 25 | - | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| 7 | 3 | 25 | 97,7 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| 8 | 9 | 25 | 15,4 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 |
| 9 | 3 | 29 | 65,7 | 5 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| 10 | 3 | 75 | 100,0 | 5 | 0 | 4 | 5 | 5 | 0 | 5 |
| 11 | 3 | 50 | 69,2 | 5 | 3 | 4 | 0 | 3 | 0 | 8 |

Abb. 17: Spezifische Daten verstorbene Kinder

Weiterhin auffällig ist der geringe RISC Score von Patient 8 einhergehend mit einer relativ hohen Überlebenschance. Jedoch erlitt der Patient ein schweres subdurales Hämatom und eine Subarachnoidalblutung, so dass dieser kurze Zeit nach einer chirurgischen Intervention verstarb. Aufgrund der genannten Verletzungen wurde auch dieser Fall als nicht vermeidbar eingestuft. Auch wenn es nach der Einschätzung, die dieser Arbeit zugrunde liegt, keine vermeidbaren Todesfälle herausgearbeitet wurden, so traten dennoch präklinische und klinische Fehler auf, die im folgenden Punkt besprochen werden.

3.2.1 Präklinische Fehler

Chronologisch betrachtet fiel das Augenmerk zuerst auf die Rettungszeit. Bei drei verstorbenen Kindern betrug diese mehr als 60 Minuten.

Während bei einem Patienten die Sicherung der Atemwege durch endotracheale Intubation am Unfallort erst nach 20 Minuten gelang, musste ein zweiter Patient aufgrund von im Tubus befindlichen Blutes reintubiert werden. Des Weiteren erhielten fünf Kinder mehr als 1500ml intravenöse Flüssigkeit. In Abbildung 18 sind die präklinischen Fehler grafisch dargestellt.

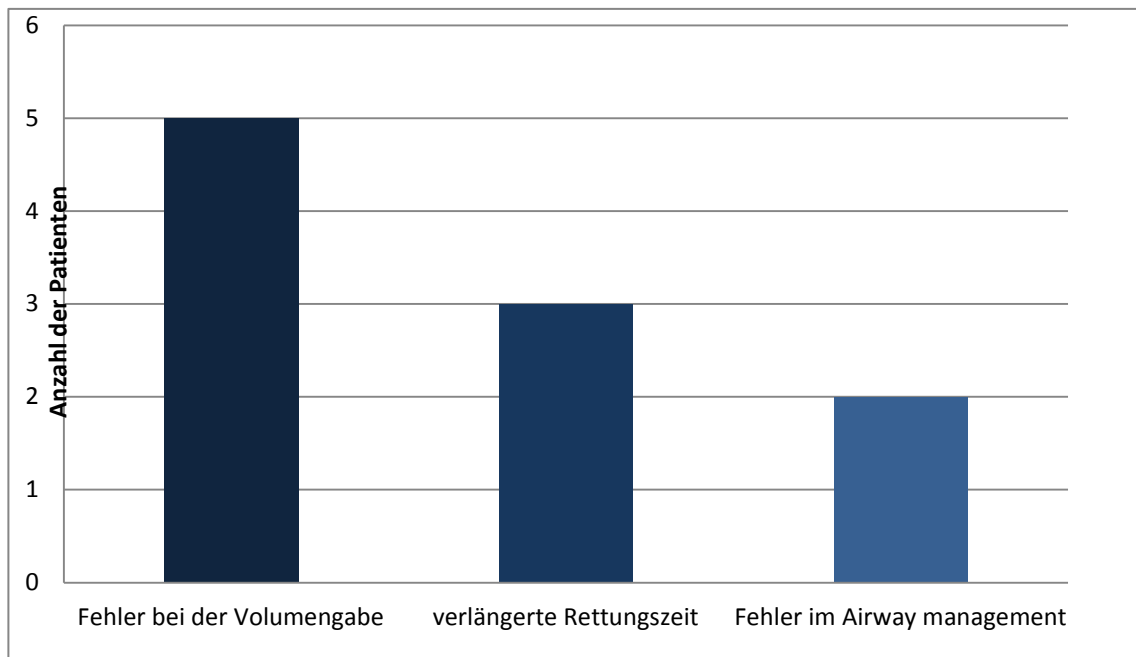


Abb. 18: Die häufigsten präklinischen Fehler Kinder

3.2.2 Klinische Fehler

Wie bereits in der Altersgruppe der 16-75-jährigen beschrieben, fiel auch in dieser Altersgruppe bei drei Patienten eine insuffiziente Gerinnungskontrolle und -therapie auf. Ein Kind verblieb zehn Stunden ohne Gerinnungssubstitution, obwohl laborchemische und klinische Blutungszeichen bestanden, bevor es schließlich verstarb.

Bei einem weiteren jungen Patienten verstrichen bis zur indizierten Notfall-Operation 175 Minuten und bei einem weiteren wurde ein zweiter Eingriff

innerhalb der ersten 24 Stunden durchgeführt. Erythrozytenkonzentrate waren bei einem Fall nicht verfügbar, sodass bei klaren Blutungszeichen die notwendige Transfusion erst zwei Stunden nach Eintreffen im Schockraum verabreicht werden konnte. Ebenfalls ist auffällig, dass nur drei der insgesamt elf verstorbenen Kinder den ersten Tag nach Einlieferung in das Traumzentrum überlebten.

Während Abbildung 19 den Zusammenhang zwischen Todeszeitpunkt und durchschnittlicher Überlebenszeit nach Einlieferung optisch darstellt, lassen sich in Abbildung 20 die klinischen Fehler ablesen.

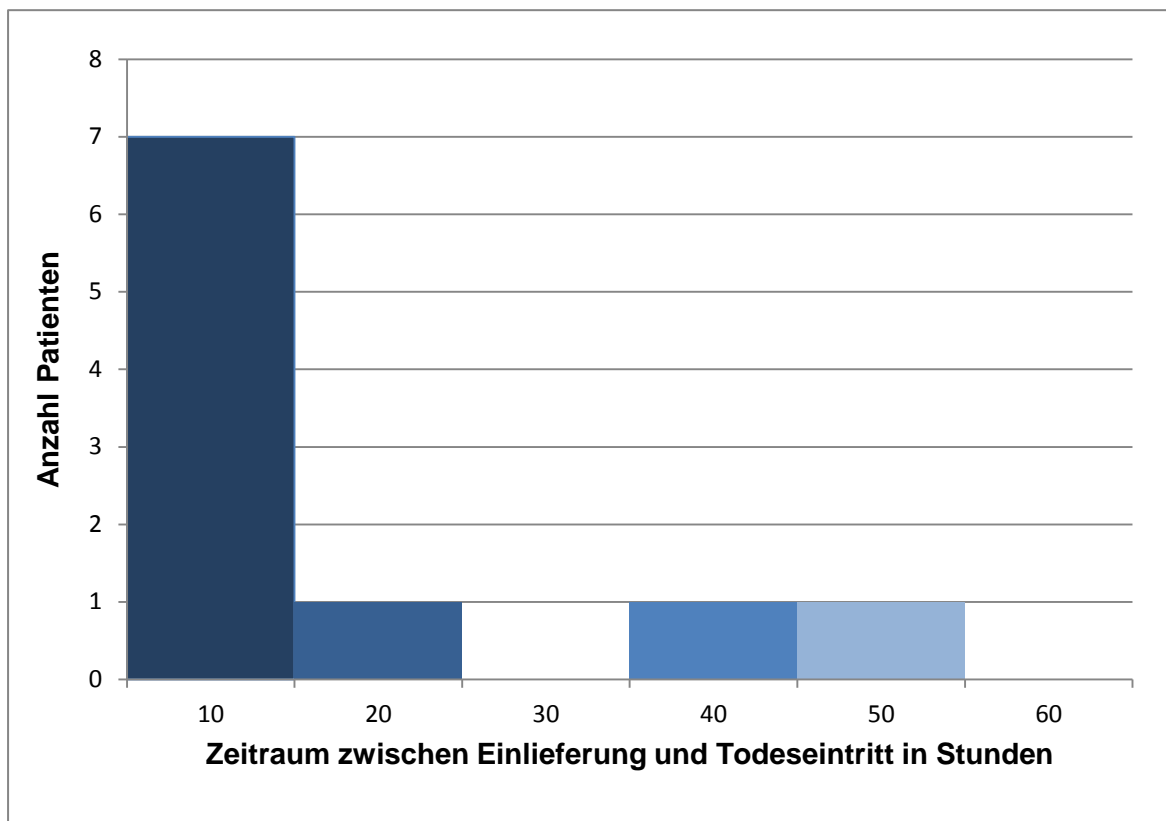


Abb. 19: Zeitraum zwischen Einlieferung und Todeseintritt Kinder (Mittelwert 14,39 Stunden; Standardabweichung: 19,42)

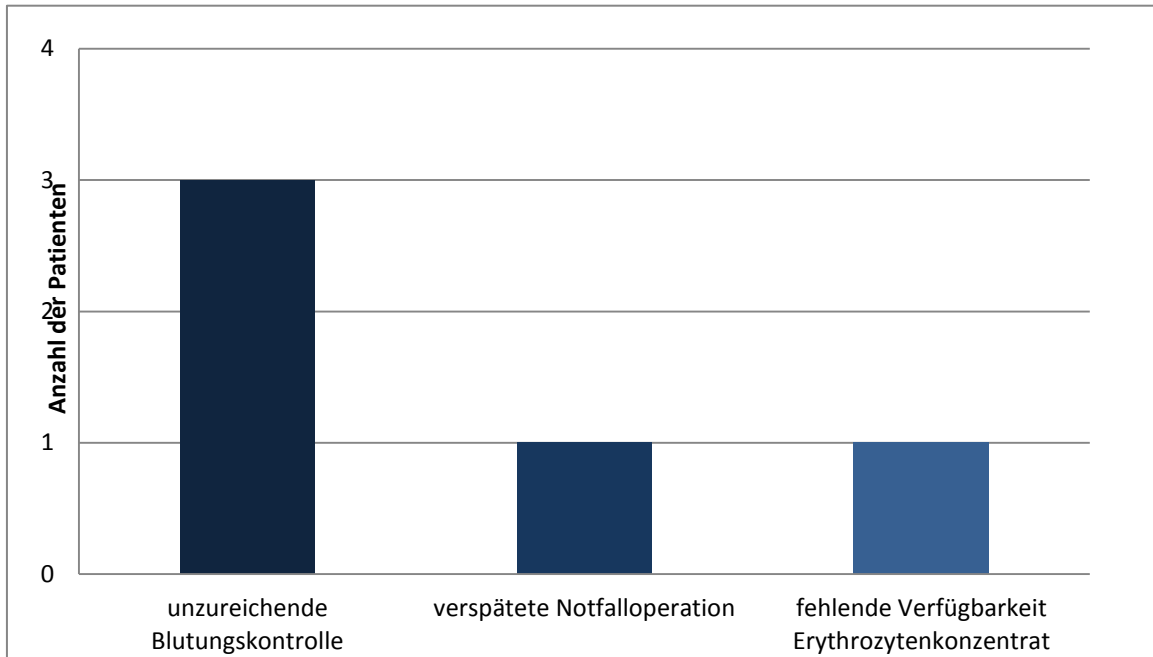


Abb. 20: Die häufigsten klinischen Fehler

3.3 Altersgruppe der über 75-Jährigen

Von der im untersuchten Zeitraum von 2002 bis 2011 in den Schockraum eingelieferten Gesamtpatientenzahl betrug das Alter von 258 Patienten mehr als 75 Jahre. 108 von ihnen erfüllten die Einschlusskriterien dieser Arbeit.

Das Durchschnittsalter der Patientinnen und Patienten betrug 82,2 Jahre bei einem mittleren ISS von 28,45, einem GCS von 8,06 und einem AIS Kopf von 4,01.

Bei der Geschlechtsverteilung lässt sich festhalten, dass nur 38,8% der Patienten männlich waren. 62 Patienten verstarben traumabedingt (Letalitätsrate 57,41%).

Der RISC als Ausdruck der erwarteten Letalität lag im Mittel bei 54,55%.

Wie der Abbildung 21 zu entnehmen wurden nach eigener Datenanalyse und der monatlichen Morbiditäts- und Mortalitätsbesprechung gemäß der bereits angeführten WHO-Definition zwei Todesfälle als vermeidbar (3,23% der Todesfälle und 1,85% der Einlieferungen) und acht weitere als potenziell vermeidbar (12,90% der Todesfälle und 7,41% der Einlieferungen) klassifiziert.

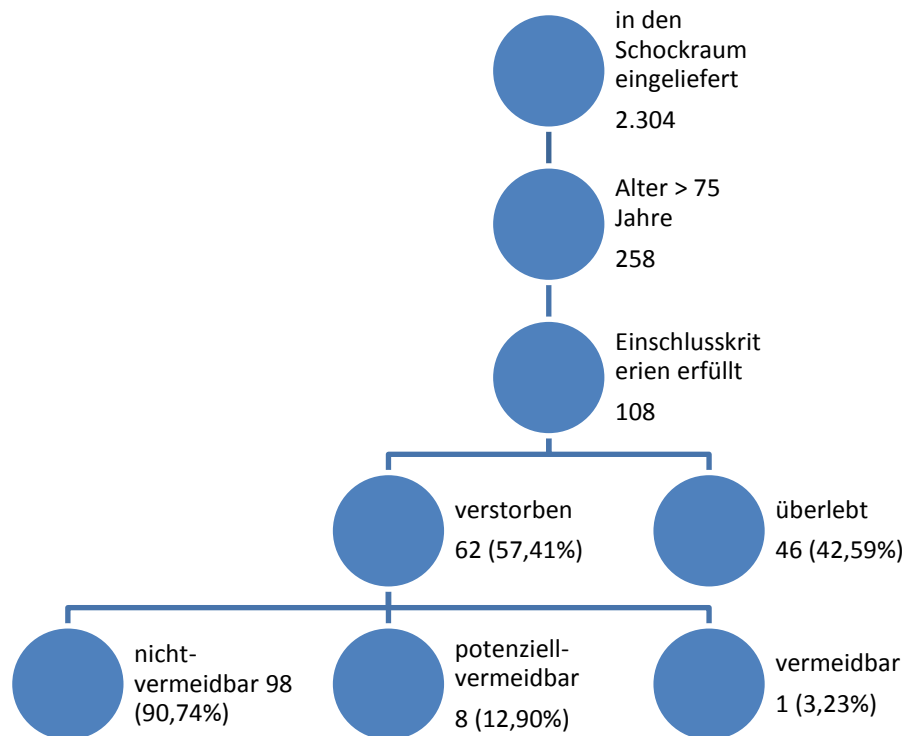


Abb. 21: Überblick über das Patientenkollektiv der über 75-Jährigen

3.3.1 Vermeidbare Todesfälle

Beide Patienten, die den vermeidbaren Todesfällen zugeordnet wurden, verstarben aufgrund einer Verkettung von Fehlern. Die spezifischen Daten dieser Patienten werden in Abbildung 22 aufgeführt.

| | Alter | ISS | RISC | GCS | AIS Kopf | Geschlecht |
|-----------|-------|-----|------|-----|----------|------------|
| Patient 1 | 76 | 41 | 50.8 | 15 | 0 | männlich |
| Patient 2 | 83 | 35 | 53.5 | 15 | 0 | weiblich |

Abb. 22: Daten vermeidbare Todesfälle über 75-Jährige

Bei der Beurteilung der Fälle ist zunächst anzumerken, dass beide Patienten trotz eines GCS von 15 am Unfallort intubiert wurden.

Patient 1 erlitt im Rahmen eines Verkehrsunfalles eine Femurfraktur, eine instabile Halswirbelfraktur der Wirbelkörper 3 und 6 und eine instabile Fraktur des 8. Brustwirbels.

Präklinisch und nach Schockraumankunft wurden ihm insgesamt 2500ml Infusionslösung verabreicht. Die Gerinnungssituation war aufgrund einer Comedikation mit einem Vitamin-K-Antagonisten insuffizient, was jedoch über mehrere Tage toleriert wurde.

Nach Extubation auf der Intensivstation erlitt der Patient einen Abfall der Sauerstoffsättigung, sodass er reintubiert werden musste. Nach 31 Tagen verstarb der Patient an den Folgen einer Sepsis.

Beim zweiten Fall handelte es sich um eine 83-jährige Frau, die von einem Kraftfahrzeug überrollt wurde. Mit offenen Frakturen der unteren Extremitäten, einem Spannungspneumothorax und einer kleinen Weichteilverletzung im Bereich des Ellenbogens wurde sie in den Schockraum eingeliefert. Während der präklinischen Intubation aspirierte die Patienten.

Die infundierte Flüssigkeitsmenge betrug 3000ml.

Erst nach einer Zeitdauer von näherungsweise 45 Minuten und nach Bildgebung mittels CT, wurde die zur Behandlung des Spannungspneumothorax dringend

indizierte Thoraxdrainage gelegt. Aufgrund der offenen Frakturen der unteren Gliedmaßen unterzog man die Patientin einer Notfall-Operation, die sich jedoch über 201 Minuten erstreckte. Obwohl bereits eine insuffiziente Gerinnungssituation vorlag, wurde die Verstorbene mit Heparin behandelt. Nach sieben Tagen verstarb die Frau in einem Multiorganversagen.

3.3.2 Potenziell-vermeidbare Todesfälle

Die patientenspezifischen Daten dieser Kategorie werden in Abbildung 23 zusammengefasst.

| Patient | GCS | ISS | RISC | AIS Kopf | AIS Hals | AIS Thorax | AIS Abdomen | AIS Extr. | AIS Weichteile | Alter |
|---------|-----|-----|------|----------|----------|------------|-------------|-----------|----------------|-------|
| 1 | 12 | 16 | 38,9 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 83 |
| 2 | 6 | 29 | 79,1 | 0 | 2 | 0 | 3 | 4 | 0 | 87 |
| 3 | 15 | 41 | 86,4 | 0 | 0 | 0 | 5 | 4 | 0 | 78 |
| 4 | 14 | 33 | 65,7 | 0 | 0 | 5 | 0 | 2 | 2 | 76 |
| 5 | 9 | 19 | 13,1 | 0 | 0 | 3 | 0 | 3 | 1 | 92 |
| 6 | 3 | 57 | 87,9 | 5 | 2 | 4 | 0 | 4 | 3 | 84 |
| 7 | 3 | 24 | 67,5 | 4 | 2 | 2 | 0 | 0 | 1 | 90 |
| 8 | 10 | 20 | 27,5 | 4 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 83 |

Abb. 23: Daten potenziell-vermeidbare Todesfälle über 75-Jährige

Sechs der aufgeführten Patienten erhielten insgesamt mehr als 1500ml intravenöse Flüssigkeitsgabe, während bei einem Fall die Rettungszeit 45 Minuten überschritt.

Wie auch in der Gruppe der 16-75-jährigen Patienten traten hier Probleme mit dem Airway Management auf. Ein Patient wurde nur einseitig intubiert, ein zweiter erhielt trotz eines GCS von 15 eine endotracheale Atemwegssicherung und bei einem dritten Fall, war es dem Notarzt nicht möglich, den Patienten zu intubieren.

Das Legen einer indizierten Thoraxdrainage fand bei zwei Verstorbenen erst mit großer Verspätung statt, wohingegen vier Patienten länger als 30 Minuten auf die CT-Untersuchung warten mussten.

Verspätete oder versäumte Blutungs- und Gerinnungskontrolle war ebenso ein Hauptfaktor bei den potenziell-vermeidbaren Todesfällen dieser Altersgruppe.

Eine insuffiziente Substitution von Gerinnungsfaktoren konnte bei fünf Patienten nachvollzogen werden. Zwei weitere Patienten erhielten dringend benötigte Blutprodukte sowie Gerinnungsfaktoren erst nach 33 bzw. 60 Minuten.

Eine angiographische Embolisation wurde bei einer unstillbaren Beckenblutung weder durchgeführt noch in Erwägung gezogen, eine chirurgische Intervention fand daraufhin mit erheblicher Zeitverzögerung statt.

iatrogene Verletzungen erfolgten bei zwei Verstorbenen: Zum einen erlitt ein Patient bei der Anlage eines ZVK einen Spannungspneumothorax, zum anderen wurde bei dem nächsten Patienten ein indizierter Sheldon-Katheter zweimalig in einer Arterie platziert.

In einem Fall erstreckte sich die Notfall-Operation entgegen der Prinzipien der Damage Control über 157 Minuten. Zwei Patienten verstarben aufgrund eines Multiorganversagens, ein Patient an den Folgen einer Sepsis.

3.3.3 Nicht-vermeidbare Todesfälle, bei denen jedoch Behandlungsfehler auftraten

3.3.3.1 Präklinische Fehler

Analysiert man die Rettungszeit der Patienten, fällt einem auf, dass sie bei neun Fällen mit Zeiten von 47 bis zu 114 Minuten die als akzeptabel definierte Rettungszeit von 45 Minuten überschritt. Elf Patienten erhielten zusammengefasst während der präklinischen Phase und der Klinikphase mehr als 1500ml intravenös verabreichte kristalloide und/oder kolloidale Flüssigkeiten.

Bezüglich des Airway Management traten Fehler bei 13 Patienten auf. In einem Fall konnte der Atemweg nicht gesichert werden, zweimal musste aufgrund eines fehlplatzierten Tubus reintubiert werden, wobei bei drei Fällen nur einseitig intubiert wurde. Gemessen an dem GCS führten Notärzte bei drei Verstorbenen eine nicht indizierte Intubation durch.

Wiederum drei Patienten wurden nicht intubiert, obwohl eine dringende Indikation bestand. Ebenso aspirierten drei Patienten während der Intubationsversuche.

Bei weiteren sieben Fällen wurde eine dringend notwendige Thoraxdrainage in der präklinischen Situation nicht gelegt.

Abbildung 24 zeigt noch einmal zusammengefasst die vier häufigsten präklinischen Fehler.

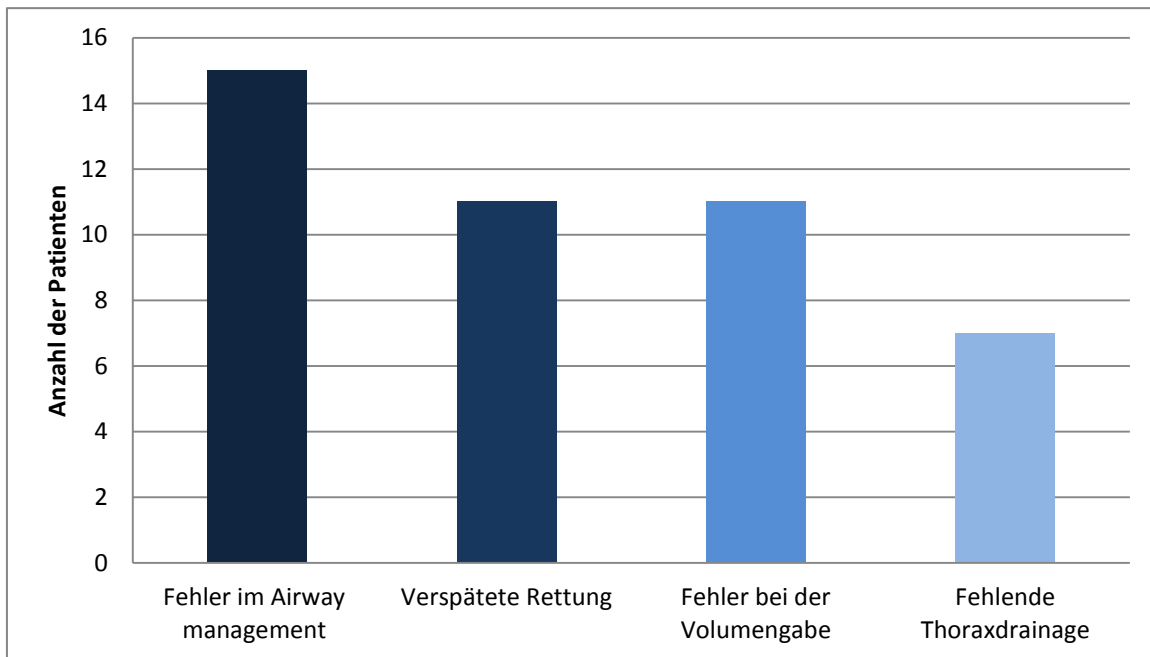


Abb. 24: Die häufigsten präklinischen Fehler über 75-jährige

3.3.3.2 Klinische Fehler

Insgesamt bekamen 32 Patienten während der präklinischen Phase und der Zeit im Schockraum zusammen mehr als 1500ml intravenös zugeführte Flüssigkeit, allein im Schockraum waren es 20 Patienten.

Während bei zwei Patienten eine klinisch indizierte Thoraxdrainage erst nach Anfertigung eines Thorax-Röntgenbildes erfolgte, musste bei einem Patienten eine Neuanlage aufgrund einer Dislokation vorgenommen werden.

Die Schockraumzeit, entsprechend der Dauer von der Einlieferung bis zur CT-Untersuchung bzw. einer Notfall-Operation, überschritt bei zwölf Fällen die 30-Minuten-Grenze. Bei 42 Patienten wurde kein Ganzkörper-CT erstellt, obwohl aufgrund der Verletzungsmuster dieser Scan durchaus sinnvoll schien.

Signalisiert durch einen systolischen Blutdruck ≤ 90 mmHg, einen Hämoglobinwert < 10 g/dl und eine Herzfrequenz ≥ 100 bpm, bestanden bei 33 Patienten Zeichen eines Volumenmangelschocks.

Diesbezüglich traten folgende Fehler auf: Bei 14 Patienten wurde die Gerinnungssubstitution nur insuffizient durchgeführt, eine zur Blutungskontrolle indizierte Notfall-Operation wurde bei vier Patienten erst mit Verzögerung durchgeführt und zuletzt erhielten drei Verstorbene keine Erythrozytenkonzentrate, obwohl dies dringend erforderlich gewesen wäre.

Notwendige Operationen im Sinne einer Damage Control, wie z.B. eine druckentlastende Kraniotomie oder die Anlage eines Fixateur externe aufgrund von Frakturen der langen Röhrenknochen, verzögerten sich bei sieben Fällen, während die erste Operationsphase bei weiteren vier Patienten länger als 120 Minuten dauerte. Einmalig wurde innerhalb der ersten 24 Stunden ein Zweiteingriff notwendig.

Ein Multiorganversagen trat bei neun Verstorbenen auf, sieben weitere Patienten verstarben an den Folgen einer Sepsis.

Die häufigsten Fehler während der klinischen Phase sind in Abbildung 25 dargestellt.

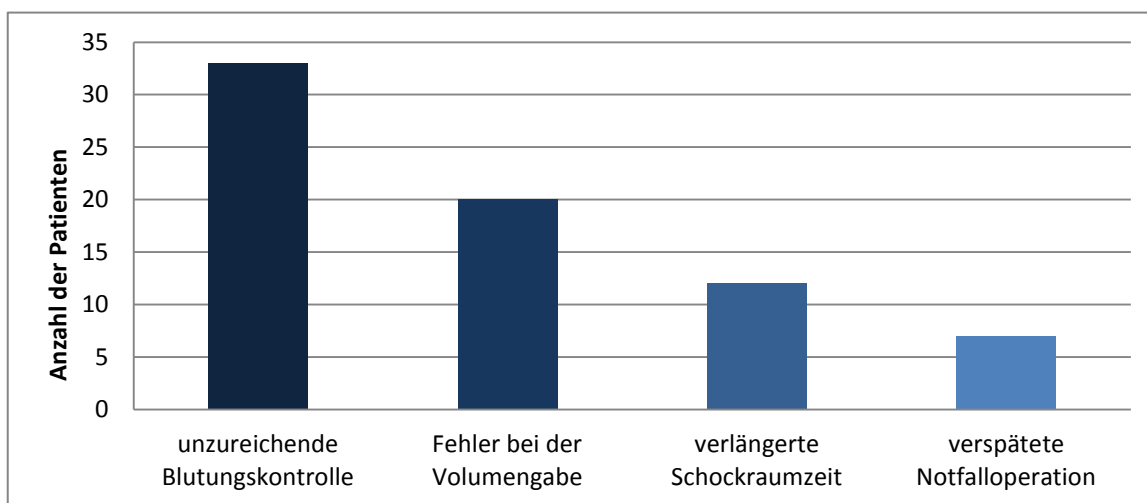


Abb. 25: Die häufigsten klinischen Fehler

4 Diskussion

4.1 Altersgruppe der 16-75-jährigen

Das Erkennen und Aufzeigen insbesondere von vermeidbaren und potenziell-vermeidbaren Todesfällen wie ebenso die Untersuchung von präklinischen und klinischen Behandlungsfehlern ist essentiell für die Verbesserung der Schwerstverletztenbehandlung und das gesamte Trauma Management.

In dieser Arbeit wurde u.a. die Populationsgruppe der 16-75 Jahre alten Menschen mit der größten sozioökonomischen Bedeutung für die Gesellschaft auf der Basis der Daten eines überregionalen Traumazentrums in Deutschland bezüglich der Vermeidbarkeit bzw. potenziellen Vermeidbarkeit ihrer Todesfälle bei schweren Traumata untersucht.

Insgesamt wurden 39 Fälle als vermeidbar oder potenziell-vermeidbar eingestuft, was 1,69% aller im Untersuchungszeitraum in den Schockraum eingelieferten Patienten und 20,21% der im Anschluss Verstorbenen entspricht. Als vermeidbar wurden 4,15% und als potenziell vermeidbar 16,06% der Patienten klassifiziert, die die Einschlusskriterien erfüllten.

In einer Studie von Kleber et al. wird von einer Rate von 5,3% vermeidbarer und 9,8% potenziell-vermeidbarer Todesfälle berichtet. Hier wurden alle schwerverletzten autopsierten Patienten in Berlin, jedoch ohne Alterseinschränkung, eingeschlossen [36].

Constanti Setterval et al. veröffentlichten im Jahre 2012 eine zwischen 2000 und 2009 durchgeführte systemische Betrachtung von 29 Artikeln über hauptsächlich

in Nordamerika und Australien durchgeführte Studien. Sie kamen auf eine durchschnittliche Rate von 10,7% vermeidbarer Todesfälle [57].

Von amerikanischen Traumazentren wird eine Zahl von 2,5-5,9% an vermeidbaren oder potenziell-vermeidbaren Todesfällen angegeben [13, 20, 62].

In weiteren Studien liegt der Anteil dieser Fälle zwischen 21 und 33% [3, 37, 61, 67]. Vergleicht man die Verletzungsmuster der verstorbenen Patienten mit denen von den Überlebenden, so fällt auf, dass die Verstorbenen deutlich öfter ein schweres Schädel-Hirn-Trauma erlitten (AIS Kopf 3,92 zu 2,45). Ebenso wird eine Verbindung mit einer schlechten Gerinnungssituation deutlich, repräsentiert durch erniedrigte Thrombozytenzahlen und Quickwerte, sowie einer Verlängerung der partiellen Thromboplastinzeit (PTT). Anderweitig durchgeführte Studien stützen dieses Ergebnis [1, 47].

Darüber hinaus ist auch die Rettungszeit von großer Wichtigkeit. Eine angemessene Zeit von 45 Minuten wurde in dieser Arbeit zugrunde gelegt. Bei 21,24%, entsprechend 41 Fällen wurde dieser Zeitraum meist deutlich überschritten. Nach einer Studie von Clarke et al. bedeutet die Verzögerung einer Notfalllaparotomie im Sinne einer Blutungskontrolle von 3 Minuten eine Steigerung der Letalität von 1% [10]. In der Traumabehandlung sind zeitliche Abläufe für das Outcome der Patienten in allen Phasen relevant. Beispielsweise der Zeitraum bis zur Durchführung und Bewertung einer Computertomographie oder die Dauer von der Einlieferung bis zu einer indizierten Notfalloperation. Bei 42 Fällen wurde eine Zeitspanne von 30 Minuten bis zum CT überschritten, während 16 Patienten verspätet einer notwendigen Notfalloperation oder ähnlichen Behandlung unterzogen wurden (58 Minuten bis zu 48 Stunden), beispielsweise einer Notfalllaparotomie aufgrund des Verdachts einer abdominalen Blutung oder einer

Kraniektomie bei Hirndruckzeichen. Ausgehend von den gewonnenen Daten dieser Arbeit zeigten Schoeneberg et al., dass sowohl eine verzögerte Notfalloperation als auch die Anzahl der durchgeführten Operationen innerhalb der ersten 24 Stunden mit einer erhöhten Letalitätsrate einhergehen [54]. Die festgelegte adäquate Operationszeit von 120 Minuten im Sinne der Damage Control wurde bei 10 Patienten nicht eingehalten, 17 weitere Patienten wurden einer zweiten Operation innerhalb von 24 Stunden unterzogen. Diese Tatsache mag auf die wesentlich geringere Rate an Ganzkörper-CTs in der Gruppe der Verstorbenen zurückzuführen sein. Lediglich 49,2% der verstorbenen Patienten wurden dieser Untersuchung zugeführt, während die Rate bei den Überlebenden bei 60,4% lag. Huber-Wagner et al. zeigten in Ihrer Studie bereits 2009, dass polytraumatisierte Patienten, die ein Ganzkörper-Computertomogramm erhielten, eine geringere Letalität aufwiesen [31]. Eindrücklich bestätigt wird diese Tatsache in einem aus den gewonnenen Daten dieser Dissertation entstandenen und im Zentralblatt für Unfallchirurgie veröffentlichten Artikel von Schoeneberg et al.. Vor 2009 wurde lediglich bei 56,96% der Patienten, die die Einschlusskriterien dieser Arbeit erfüllten, ein Ganzkörper-CT durchgeführt, die Letalität lag bei 32,3%. In den folgenden Jahren stieg die Rate der durchgeführten Ganzkörper-CTs auf 71,1% und die Letalitätsrate verringerte sich auf 24,5% [55]. Auch der negative Einfluss einer exzessiven intravenösen Flüssigkeitssubstitution mit kristalloiden oder kolloidalen Infusionslösungen wurde bereits in Zusammenarbeit mit weiteren Autoren beschrieben [33, 55]. So berichten auch Ley et al. in Ihrer Studie aus dem Jahre 2011, dass Infusionsmengen von 1500ml oder mehr zur Organminderperfusion und Ödembildung führen können und mit einer erhöhten Letalitätswahrscheinlichkeit assoziiert sind [40].

Solche Beobachtungen decken sich mit den Ergebnissen dieser Arbeit, mehr als 62% der Verstorbenen Patienten erhielt eine Infusionsmenge von > 1500ml in der präklinischen und/oder der klinischen Phase der akuten Traumabehandlung.

Die häufigsten Fehler unterliefen bezüglich der Blutungs- bzw. Gerinnungskontrolle.

Von 193 verstorbenen Patienten im Untersuchungszeitraum konnten in Anlehnung an andere Studien bei 43 Patienten Schwierigkeiten bei der Substitution von Erythrozytenkonzentraten und/oder Gerinnungsfaktoren und Thrombozyten beobachtet werden [36, 20, 62].

Weitere schwerwiegende Fehler wurden beim Airway Management gefunden. Am Unfallort wurden 166 Patienten, entsprechend 86,01%, vom Notarzt intubiert.

Bei 36 Fällen (21,69%) traten Komplikationen auf. Während ein Patient nicht intubiert werden konnte, mussten 14 Patienten aufgrund einer Tubusfehlage reintubiert werden. Zweimal erfolgte eine einseitige Intubation mit Ventilation nur eines Lungenflügels. Einerseits wurden 15 nicht indizierte Intubationen durchgeführt, andererseits erhielten sechs Patienten, bei denen eine invasive Beatmung indiziert gewesen wäre, keinen Tubus. Auch spielen Materialfehler in diesem Zusammenhang eine Rolle, so musste bei zwei Fällen aufgrund eines defekten Cuffs am Tubus reintubiert werden. In einer retrospektiven in Nordamerika durchgeführten Studie aus dem Jahre 2009 berichten Cobas et al. von 31% meist von sogenannten „Paramedics“ fehlgeschlagenen Intubationen [11].

Hingegen berichtet eine andere Studie von lediglich 5,7% fehlgeschlagener Intubationen in der Schweiz, welche zum größten Teil von Assistenzärzten durchgeführt wurden [2].

Weitere Studien, in denen allerdings Anästhesisten die Patienten intubierten, berichten eine Komplikationsrate von 7,9%. Die ausgebildeten Fachärzte erzielten eine Erfolgsrate von 99,7% [43, 52].

Die Komplikationsrate am Universitätsklinikum Essen im Untersuchungszeitraum liegt sicherlich teilweise darin begründet, dass nicht nur Fachärzte für Anästhesie und Intensivmedizin an den Unfallorten zum Einsatz kommen, sondern meistens Assistenzärzte, nachdem sie die Fachkunde Notfallmedizin oder die Zusatzbezeichnung Notfallmedizin erworben haben.

4.2 Altersgruppe Kinder

Gleichsam wie bei Do et al. betrug der Anteil der kindlichen Traumata im Untersuchungszeitraum ca. 11% [17]. Hiervon konnten aufgrund eines ISS >15 32% als Polytrauma definiert werden.

Die durch den RISC (20,26%) ausgedrückte Letalitätsrate lag unter derjenigen der erwachsenen Patienten im Alter von 16-75 Jahren in diesem Untersuchungszeitraum [56].

Bei der Datenanalyse von verstorbenen und überlebenden Kindern wird deutlich, dass die verstorbenen, gemessen am AIS Kopf und dem GCS, wesentlich schwerwiegender verletzt waren. Signifikante Unterschiede beider Gruppen bezüglich der AIS-Klassifikation waren nur im Bereich des Kopfes zu finden. Wie in anderen Studien beschrieben, scheint die Schwere eines Schädel-Hirn-Traumas der wesentlich prognosebestimmende Faktor zu sein. [12, 16, 35, 44] Basierend auf den Arbeiten von Chiaretti et al. „The influence of hemocoagulative

disorders on the outcome of children with head injury” und Affonseca et al. “Coagulation disorder in children and adolescents with moderate to severe traumatic brain injury”, ist zudem ein schweres Schädel-Hirn-Trauma ein Triggerfaktor der traumaassoziierten Koagulopathie [1, 9]. Pathak et al. erklären diesen Umstand in ihrer Studie aus dem Jahre 2005 mit einer vermehrten Ausschüttung von Gewebe-Thromboplastin und Gewebefaktoren aus den verletzten Hirnarealen [47].

In weiteren Arbeiten korrespondiert ein schlechter Base Excess mit erhöhten Letalität [34]. Da sich jedoch die Base Excess-Werte der in dieser Arbeit untersuchten verstorbenen und überlebenden Kinder nicht signifikant unterschieden, gelang es nicht, diese These zu stützen.

Auch bestehen laut Hindy-François et al. Assoziationen höherer Laktatwerte mit einer größeren Letalitätsrate [23]. Tatsächlich lagen die Laktatwerte im Untersuchungszeitraum bei den Verstorbenen im Mittel über 10 mmol/l höher als bei den Überlebenden.

Bei der Analyse des infundierten Gesamtvolumens ließen sich bis auf einen Trend zur höheren Flüssigkeitsmenge bei den verstorbenen Kindern keine signifikanten Unterschiede herausstellen, sodass das von Hussmann et al. publizierte schlechtere Outcome der Kinder bei exzessiver Flüssigkeitssubstitution hier nicht nachzuvollziehen war [32].

Bei der Betrachtung der Todeszeitpunkte ist zu erwähnen, dass nur drei der verstorbenen Kinder den ersten Tag in der Klinik überlebten. So konnte das von Baker et al. 1980 für polytraumatisierte Erwachsene vorgestellte „trimodal mortality model“ nicht für die hier untersuchten Kinder übernommen werden. Baker beschreibt drei Hauptzeitpunkte, zum einen die „immediate deaths“ innerhalb der

ersten Stunde dem nach Trauma, hervorgerufen durch akute Gefäßverletzungen und ZNS-Traumata, zum anderen die „early hospital deaths“ bis zu vier Stunden nach dem Trauma, welche sich prinzipiell auf Blutungen und Hirn-Traumata zurückführen lassen und drittens den „late deaths“ innerhalb von Wochen, die meist das Resultat von Multiorganversagen aufgrund einer Sepsis darstellen [4].

Bei erwachsenen Patienten stellen lebensrettende Notfall-Operationen im Sinne einer Damage Control das Prinzip in der Traumachirurgie dar [46]. In einem Fall erstreckte sich die erste Operationsphase aufgrund einer kraniofacialen Rekonstruktionsoperation über 175 Minuten. Da dieses Vorgehen nicht vereinbar ist mit dem Grundsatz der Damage Control, wurde dies als klinischer Fehler eingestuft. Ein weiteres Kind benötigte innerhalb der ersten 24 Stunden einen zweiten Eingriff. Laut einer Studie von Schoeneberg et al., welche sich auf die Datenerhebung dieser Arbeit beruft, ist die gesamte Anzahl und Dauer der in den ersten 24 Stunden vorgenommenen operativen Eingriffe assoziiert mit einer erhöhten Letalität [54].

4.3 Altersgruppe der über 75-jährigen

Wie bereits in der Einleitung beschrieben, wird aufgrund des demographischen Wandels der Fokus in Zukunft verstärkt auf dieser Altersgruppe liegen. Während die hier ermittelte Rate an vermeidbaren und potenziell-vermeidbaren Fehlern bei 9,26% lag, berichten Pellicane et al. in ihrer Studie aus dem Jahre 1992 eine Rate von 32% an vermeidbaren Komplikationen bei allen Todesfällen von traumatisierten Patienten im Alter von > 65 Jahren. In diese Studie flossen jedoch

auch Patienten mit einem ISS < 16 ein [48]. Eine in Berlin von Kleber et al. durchgeführte Untersuchung von 264 Patienten ergab 9,8% potenziell-vermeidbare und 5,3% vermeidbare Todesfälle. Diese Arbeit schloss alle autopsierten, direkt durch Trauma verstorbenen Patienten ohne Alterseingrenzung ein [36].

Andere Publikationen nennen weitaus höhere Werte mit einer Spannweite von 21-33% [3, 37, 61, 67]. Im Gegensatz hierzu präsentieren amerikanische Traumazentren lediglich eine Rate von 2,5-5,9% an vermeidbaren und potenziell-vermeidbaren Todesfällen.

In all diesen Berichten wird jedoch nicht speziell auf die hier untersuchte Altersgruppe eingegangen.

Analog zu der Altersgruppe der 16-75-jährigen unterliefen die meisten präklinischen Fehler im Zusammenhang mit dem Airway Management. Im Untersuchungszeitraum ließen sich bei 13 von 64 intubierten Patienten, entsprechend 20,31%, aufgetretene Komplikationen nachweisen. Diverse Studien aus Europa sowie Nordamerika berichten über ganz unterschiedliche Zahlen von misslungenen Intubationen mit einer Spannweite von 0,3 – 31%. Wie bereits unter Punkt 4.1.6 diskutiert, liegt die Streuung dieser Werte höchstwahrscheinlich an der unterschiedlichen Berufsausbildung –und -erfahrung des intubierenden medizinischen Personals [2, 11, 43, 48 ,52].

Die für diese Studie als akzeptabel definierte Rettungszeit von 45 Minuten sollte bestenfalls in dem Kontext des Rettungssystems im Großstadtgebiet der Stadt Essen unterboten werden. Dennoch erstreckte sich diese Zeit bei neun Patienten über einen längeren Zeitraum, was nach Clarke et al. besonders bei Patienten mit intraabdominellen Blutungen mit einer erhöhten Letalität einhergeht [10].

In Bezugnahme auf die Altersgruppe der 16-75-jährigen (62%) wurde auch in dieser Altersgruppe bei mehr als 50% der verstorbenen Patienten eine intravenöse Volumenzufuhr von mehr als 1500ml verabreicht. Die negativen Auswirkungen exzessiver Volumengabe wurden bereits in erst genannter Kategorie beschrieben.

Ebenfalls zeigten sich wie der Analyse der bis 75-jährigen und weiteren Studien vermehrt vorkommende Behandlungsfehler im Bereich der Blutungs- bzw. Gerinnungskontrolle. Meist handelte es sich hier um eine verspätete Therapie einer gestörten Gerinnung [20, 36, 62]. Wie bereits beschrieben, ist nach Schoeneberg et al. die Anzahl der Operationen innerhalb der ersten 24 Stunden und die Gesamtdauer der Eingriffe mit einer höheren Letalität assoziiert [54]. Bei drei Patienten ließ sich in dieser Kategorie eine erste Operationsphase von > 120 Minuten nachweisen.

Auch die von Huber-Wagner et al. beobachtete Tatsache, dass polytraumatisierte Patienten, bei denen ein Ganzkörper-CT durchgeführt wurde, eine höhere Überlebensrate aufwiesen, war hier nachvollziehbar [31]. Gemäß den Empfehlungen der Leitlinien sollte diese Bildgebung bei Schwerverletzten oder fraglich Schwerverletzten zur Diagnose von Verletzungen und nicht offensichtlichen Blutungen durchgeführt werden. Die Rate der durchgeführten Ganzkörper-CTs bei 58% der Verstorbenen mit einem ISS \geq 16 zeigt, dass die Schwere der Verletzungen in vielen Fällen unterschätzt wurde.

5 Fazit

Vermeidbare und potenziell-vermeidbare Todesfälle aller Altersgruppen kommen auch in großen überregionalen Traumazentren in Deutschland vor.

Die meisten Fälle ereignen sich im Zusammenhang mit verspäteter und/oder insuffizienter Blutungs- sowie Gerinnungskontrolle in der klinischen und Problemen beim Airway Management besonders in der präklinischen Phase.

Speziell in der Altersgruppe der über 75-jährigen Patienten, die oftmals Komorbiditäten im Sinne von Herz- und Kreislauferkrankungen aufweisen und deshalb unter Therapie mit gerinnungshemmenden Substanzen wie Vitamin-K-Antagonisten und Thrombozytenaggregationshemmern stehen, ist eine konsequente Gerinnungskontrolle und -therapie unter Abwägung der Risiken von bedeutender Relevanz.

Weiterhin zeigt diese Arbeit eine signifikant geringere Letalität, je höher die Rate an Ganzkörper-CT-Untersuchungen ausfällt.

Betrachtet man gesondert die polytraumatisierten Kinder, so zeigt sich, dass der letalitätsbestimmende Faktor die Schwere der Schädel-Hirn-Verletzungen mit begleitender traumaassoziierter Koagulopathie darstellt. Die Gesamtsterblichkeitsrate der Kinder liegt unter der von Erwachsenen. Es scheint, dass junge Patienten eine höhere Chance haben, ein Polytrauma bzw. die längerfristige Behandlung und deren Folgen zu überleben. So zeigte sich in dieser Altersgruppe kein vermeidbarer Todesfall mit längerem Aufenthalt auf der Intensivstation.

Auch die Zeitdauer der Notfalloperationen und die Anzahl der Eingriffe innerhalb der ersten 24 Stunden haben offensichtlich einen deutlichen Einfluss auf das Outcome aller Altersgruppen.

Im Hinblick auf diese Problemstellungen könnte eine verbesserte Therapie, ganz besonders im Bereich der Blutungs- und Gerinnungskontrolle und der Atemwegssicherung, die Rate an überlebenden, polytraumatisierten Patienten anheben. Im Hinblick hierauf wäre es durchaus sinnvoll, Trainingsprogramme und -pläne zu modifizieren und zu intensivieren. Weiterhin liegt die Vermutung nahe, dass die konsequente Durchführung von Ganzkörper-CTs, auch bei nicht offensichtlichen lebensbedrohlichen Zuständen, schwere Verletzungen und Blutungen früher aufdecken könnten und so nur bei absoluter Indikation nach dem Prinzip der Damage Control notfallmäßig operiert werden müsste.

In dieser Studie untersuchten wir retrospektiv ein Patientenkollektiv von 2304 Patienten, das im Zeitraum von Juli 2002 bis Dezember 2011 im Schockraum der Universitätsklinik Essen behandelt wurde. Um einen Beitrag zur Optimierung der Qualität bezüglich der Traumabehandlung und des Traumamanagements zu leisten, wurden verschiedene Daten erhoben und unter der Prämisse der Detektion von vermeidbaren und potenziell-vermeidbaren Todesfällen analysiert. Eingeteilt in drei verschiedene Altersgruppen (unter 16 Jahren, 16-75 Jahre, über 75 Jahre) wurden die verstorbenen Patienten gemäß der Definition der Weltgesundheitsorganisation vier verschiedenen Kategorien zugeordnet. Obwohl die Rate an vermeidbaren Todesfällen in allen Altersgruppen (unter 16 Jahren: 0%, 16-75 Jahre: 4,15%, über 75 Jahre: 3,13%) unter derer anderer nationaler und internationaler Studien liegt, in denen Werte zwischen 5,3 und 10,7% angegeben werden, bleibt festzuhalten, dass auch in einem überregionalen Traumazentrum Behandlungsfehler wie exzessive Flüssigkeitssubstitution, Probleme mit dem Airway Management, Verzögerungen in Diagnostik und Behandlung und unzureichende Blutungs- und Gerinnungskontrolle vorkommen, die auch unter Einfluss dieser Arbeit in Zukunft vermieden werden könnten.

7 Literaturverzeichnis

- [1] Affonseca CA, Carvalho, Luís Fernando A, Guerra SD, Ferreira AR, Goulart, Eugênio MA. Coagulation disorder in children and adolescents with moderate to severe traumatic brain injury. *J Pediatr (Rio J)*. 2007;83(3):274-282.
- [2] Albrecht E, Yersin B, Spahn DR, Fishman D, Hugli O. Success Rate of Airway Management by Residents in a Pre-hospital Emergency Setting: a Retrospective Study. *Eur J Trauma*. 2006;32(6):516–522
- [3] Anderson ID, Woodford M, de Dombal, F T, Irving M. Retrospective study of 1000 deaths from injury in England and Wales. *Br Med J (Clin Res Ed)*. 1988;296(6632):1305–1308
- [4] Baker CC, Oppenheimer L, Stephens B, Lewis FR, Trunkey DD. Epidemiology of trauma deaths. *Am. J. Surg*. 1980;140(1):144-150.
- [5] Baker SP, O'Neill B, Haddon W Jr, Long WB. The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *J Trauma* 1974;14:187-96.
- [6] Boyd CR, Tolson MA, Copes WS: "Evaluating Trauma Care: The TRISS Method", *J Trauma* 1987;27:370-378
- [7] Butcher NE, Balogh ZJ. The practicality of including the systemic inflammatory response syndrome in the definition of polytrauma: experience of a level one trauma centre. *Injury*. 2013; 44(1): 12-7.
- [8] Champion HR, Sacco WJ, Copes WS, Gann DS, Gennarelli TA, Flanagan ME. A revision of the trauma score. *J Trauma* 1989;29:623–629

- [9] Chiaretti A, Pezzotti P, Mestrovic J, Piastra M, Polidori G, Storti S, Velardi F, Di Rocco C. The influence of hemocoagulative disorders on the outcome of children with head injury. *Pediatr Neurosurg.* 2001;34(3):131-137.
- [10] Clarke JR, Trooskin SZ, Doshi PJ, Greenwald L, Mode CJ. Time to laparotomy for intra-abdominal bleeding from trauma does affect survival for delays up to 90 minutes. *J Trauma.* 2002;52(3):420–425
- [11] Cobas MA, De la Peña, Maria Alejandra, Manning R, Candiotti K, Varon AJ. Prehospital intubations and mortality: a level 1 trauma center perspective. *Anesth. Analg.* 2009;109(2):489–493
- [12] Courville XF, Koval KJ, Carney BT, Spratt KF. Early prediction of posttraumatic in-hospital mortality in pediatric patients. *J Pediatr Orthop.* 2009;29(5):439-444.
- [13] Davis JW, Hoyt DB, McArdle MS, Mackersie RC, Eastman AB, Virgilio RW, Cooper G, Hammill F, Lynch FP. An analysis of errors causing morbidity and mortality in a trauma system: a guide for quality improvement. *J Trauma.* 1992;32(5):660-5; discussion 665-6
- [14] Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V., Arbeitskreis „Weißbuch“, Weißbuch Schwerverletztenversorgung, 2. Erweiterte Auflage. 2012;14-30
- [15] Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie. Kurzversion der S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung. 07/2011
- [16] Diamond IR, Parkin PC, Wales PW, Bohn D, Kreller MA, Dykes EH, McLellan BA, Wesson DE. Pediatric blunt and penetrating trauma deaths in Ontario: a population-based study. *J. Pediatr. Surg.* 2009;44(5):981-986.

- [17] Do HQ, Steinmetz J, Rasmussen LS. In-hospital mortality pattern of severely injured children. *Injury*. 2012;43(12):2060-2064.
- [18] Flohé S, Waydhas C, Nast-Kolb D. *Notfall + Rettungsmedizin* 2006(6): 516-521
- [19] Gertner HR, Baker SP, Rutherford RB, Robert B, Spitz WU. Evaluation of the management of vehicular fatalities secondary to abdominal trauma. *J Trauma*. 1972;12:525-531
- [20] Gruen RL, Jurkovich GJ, McIntyre LK, Foy HM, Maier RV. Patterns of errors contributing to trauma mortality: lessons learned from 2,594 deaths. *Ann. Surg.* 2006;244(3):371–380
- [21] Haasper C, Junge M, Ernstberger A, Krettek C. Die Abbreviated Injury Scale (AIS), Potenzial und Probleme bei der Anwendung. *Unfallchirurg* 2010; 113:366–372
- [22] Hilbert P, Lefering R, Stuttmann R. Traumaversorgung in Deutschland: Erhebliche Letalitätsunterschiede zwischen den Zentren. *Dtsch Arztebl Int* 2010;107(26):463-469
- [23] Hindy-François C, Meyer P, Blanot S, Marqué S, Sabourdin N, Carli P, Orliaguet G. Admission base deficit as a long-term prognostic factor in severe pediatric trauma patients. *J Trauma*. 2009;67(6):1272-1277.
- [24] <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/1365/umfrage/bevoelkerung-deutschlands-nach-altersgruppen/> aufgerufen am 26.02.2015
- [25] <http://www.ag-polytrauma.de/leitlinien/schockraum-algorithmus/> aufgerufen am 26.02.2015
- [26] http://www.dgu-traumanetzwerk.de/index.php?option=com_content&view=article&id=80%3

Aufnahmekriterien-fuer-einen-schockraum-im-tnw&catid=37&Itemid=55

aufgerufen am 26.02.2015

- [27] http://www.statistikportal.de/statistik-portal/de_jb01_z2.asp
aufgerufen am 26.02.2015
- [28] <http://www.traumaregister.de/> aufgerufen am 26.02.2015
- [29] https://www.destatis.de/DE/Methoden/Zensus_/Downloads/2F_BevölkerungAlterGeschlecht.html aufgerufen am 26.02.2015
- [30] https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungenn/2014/11/PD14_421_232.html;jsessionid=832B11C763513F1F0710E8C5EA190A7F.cae2
- [31] Huber-Wagner S, Lefering R, Qvick L, Körner M, Kay MV, Pfeifer K, Reiser M, Mutschler W, Kanz K. Effect of whole-body CT during trauma resuscitation on survival: a retrospective, multicentre study. *Lancet*. 2009;373(9673):1455–1461
- [32] Hussmann B, Lefering R, Kauther MD, Ruchholtz S, Moldzio P, Lendemans S. Influence of prehospital volume replacement on outcome in polytraumatized children. *Crit Care*. 2012;16(5):R201.
- [33] Hussmann B, Lefering R, Waydhas C, Touma A, Kauther MD, Ruchholtz S, Lendemans S. Does increased prehospital replacement volume lead to a poor clinical course and an increased mortality? A matched-pair analysis of 1896 patients of the Trauma Registry of the German Society for Trauma Surgery who were managed by an emergency doctor at the accident site. *Injury*. 2013;44(5):611–617
- [34] Jung J, Eo E, Ahn K, Noh H, Cheon Y. Initial Base Deficit as Predictors for Mortality and Transfusion Requirement in the Severe

- Pediatric Trauma Except Brain Injury. *Pediatric Emergency Care*. 2009;25(9):579-581.
- [35] Kipfmüller F, Wyen H, Borgman MA, Spinella PC, Wirth S, Maegele M. Epidemiology, Risk Stratification and Outcome of Severe Pediatric Trauma. *Klin Padiatr*. 2013;225(1):34-40.
- [36] Kleber C, Giesecke MT, Tsokos M, Haas NP, Buschmann CT. Trauma-related preventable deaths in Berlin 2010: need to change prehospital management strategies and trauma management education. *World J Surg*. 2013 37(5):1154–1161
- [37] Kreis DJ, Plasencia G, Augenstein D, Davis JH, Echenique M, Vopal J, Byers P, Gomez G. Preventable trauma deaths: Dade County, Florida. *J Trauma*. 1986;26(7):649–654
- [38] Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie. 4. Aufl. 2008:654 ff
- [39] Lendemans S, Waydhas C, Interdisziplinäre Schockraum-Leitlinie des Universitätsklinikum Essen, Version 03-2013. 2013
- [40] Ley EJ, Clond MA, Srour MK, Barnajian M, Mirocha J, Margulies DR, Salim A. Emergency Department Crystalloid Resuscitation of 1.5 L or more is associated with increased mortality in elderly and nonelderly trauma patients. *J Trauma*. 2011;70:398–400
- [41] Mauschitz R, Grasslobber M, Leithgöb O, Molcanyi M, Peicha G, Hofer HP, Szyszkowitz R. Schockraumalgorithmus beim Polytrauma. *European Surgery* 2002;S2:42-45
- [42] Mutschler WE, Kohn D, Pohlemann T, *Praxis der Orthopädie und Unfallchirurgie*. 2013:559

- [43] Nakstad AR, Heimdal H, Strand T, Sandberg M. Incidence of desaturation during prehospital rapid sequence intubation in a physician-based helicopter emergency service. *Am J Emerg Med.* 2011;29(6):639–644
- [44] Narotam PK, Burjonrappa SC, Raynor SC, Rao M, Taylon C. Cerebral oxygenation in major pediatric trauma: its relevance to trauma severity and outcome. *J. Pediatr. Surg.* 2006;41(3):505-513.
- [45] Nerlich ML, Tscherne H. Der Trauma-Algorithmus Entscheidungshilfe bei der Erstversorgung Schwerverletzter Zentralblatt Chirurgie. 1987;112:1465 – 1472
- [46] Pape H, Grimme K, van Griensven M, Sott AH, Giannoudis P, Morley J, Roise O, Ellingsen E, Hildebrand F, Wiese B, et al. Impact of intramedullary instrumentation versus damage control for femoral fractures on immunoinflammatory parameters: prospective randomized analysis by the EPOFF Study Group. *J Trauma.* 2003;55(1):7-13.
- [47] Pathak A, Dutta S, Marwaha N, Singh D, Varma N, Mathuriya SN. Change in tissue thromboplastin content of brain following trauma. *Neurol India.* 2005;53(2):178-182.
- [48] Pellicane JV, Byrne K, DeMaria EJ (1992) Preventable complications and death from multiple organ failure among geriatric trauma victims. *J Trauma* 33(3):440–444
- [49] Potoka DA, Schall LC, Ford HR. Improved functional outcome for severely injured children treated at pediatric trauma centers. *J Trauma.* 2001;51(5):824-32; discussion 832-4

- [50] Potoka DA, Schall LC, Gardner MJ, Stafford PW, Peitzman AB, Ford HR. Impact of pediatric trauma centers on mortality in a statewide system. *J Trauma*. 2000;49(2):237-245
- [51] Pschyrembel, 261. Auflage, 2007:S. 1947
- [52] Rognås L, Hansen TM, Kirkegaard H, Tønnesen E. Pre-hospital advanced airway management by experienced anaesthesiologists: a prospective descriptive study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2013;21:58
- [53] Ruchholtz S, Lefering R, Paffrath T, Oestern HJ, Neugebauer E, Nast-Kolb D, Pape HC, Bouillon B. Reduction in mortality of severely injured patients in Germany. *Dtsch. Ärztebl. int*. 2008;105(13):225-31
- [54] Schoeneberg C, Schilling M, Burggraf M, Fochtman U, Lendemans S. Reduction in mortality in severely injured patients following the introduction of the "Treatment of patients with severe and multiple injuries" guideline of the German society of trauma surgery - a retrospective analysis of a level 1 trauma center (2010-2012). *Injury* 2014;45(3):635–638
- [55] Schoeneberg C, Schilling M, Keitel J, Kauter MD, Burggraf M, Hussmann B, Lendemans S. Traumanetzwerk, TraumaRegister der DGU®, Weißbuch, S3-Leitlinie Polytrauma – ein Versuch der Validierung durch eine retrospektive Analyse von 2304 Patienten (2002–2011) an einem überregionalen (Level 1) Traumazentrum. *Zentralblatt für Chirurgie* 2014; DOI: 10.1055/s-0033-136022527.
- [56] Sektion NIS der DGU – Arbeitskreis TraumaRegister und AUC - Akademie der Unfallchirurgie. Traumaregister DGU Jahresbericht 2013

- [57] Settervall CHC, de Alencar Domingues C, Cardoso de Sousa RM, de Souza Nogueira L. Preventable deaths. *Rev Saúde Pública.* 2012;46(2):1-8
- [58] Siewert JR, Brauer RB, *Basiswissen Chirurgie.* 2010:S. 53-57
- [59] Statistisches Bundesamt Wiesbaden, Bevölkerung Deutschlands bis 2060: Koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung, Begleitmaterial zur Pressekonferenz am 18. November 2009 in Berlin. 2009;9-21
- [60] Stevenson M, Segui-Gomez M, Lescohier I, Di Scala C, McDonald-Smith G. An overview of the injury severity score and the new injury severity score. *Injury Prevention* 2001;7:10–13
- [61] Stocchetti N, Pagliarini G, Gennari M, Baldi G, Banchini E, Campari M, Bacchi M, Zuccoli P. Trauma care in Italy: evidence of in-hospital preventable deaths. *J Trauma.* 1994;36(3):401–405
- [62] Teixeira, Pedro G R, Inaba K, Hadjizacharia P, Brown C, Salim A, Rhee P, Browder T, Noguchi TT, Demetriades D (2007) Preventable or potentially preventable mortality at a mature trauma center. *J Trauma* 63(6):1338-46; discussion 1346-7
- [63] Wang HE, Cook LJ, Chang CH, Yealy DM, Lave JR (2009) Outcomes after out-of-hospital endotracheal intubation errors. *Resuscitation* 80(1):50–55
- [64] West JG, Cales RH, Gazzaniga AB. Impact of regionalization: the Orange County experience. *Arch Surg.* 1983;118:740-744
- [65] West JG, Trunkey DD, Lim RC. Systems of trauma care: a study of two counties. *Arch surg.* 1979;114:455-460

- [66] World Health Organization (WHO). Guidelines for trauma quality improvement programmes. 2009:31
- [67] Zafarghandi M, Modagheh MS, Roudsari BS. Preventable trauma death in Tehran: an estimate of trauma care quality in teaching hospitals. *J Trauma*. 2003;55(3):459–465

8 Anhang

8.1 Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1: AIS-Code
Haasper C, Junge M, Ernstberger A, Krettek C. Die Abbreviated Injury Scale (AIS), Potenzial und Probleme bei der Anwendung. Unfallchirurg 2010; 113:366–372
- Abb. 2: Glasgow Coma Scale
Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie. 4. Aufl. 2008:654 ff
- Abb. 3: RTS-Berechnung
Champion HR, Sacco WJ, Copes WS, et al: A revision of the trauma score. J Trauma 1989; 29:623–629
- Abb. 4: TRISS-Koeffizienten
Boyd CR, Tolson MA, Copes WS: "Evaluating Trauma Care: The TRISS Method", J Trauma 1987;27:370-378
- Abb. 5: RISC-Berechnung
<http://www.aerzteblatt.de/callback/image.asp?id=36466>
- Abb. 6: Kriterien für die Schockraumbehandlung
http://www.dgutraumanetzwerk.de/index.php?option=com_content&view=article&id=80%3Aaufnahmekriterien-fuer-einen-schockraum-im-tnw&catid=37&Itemid=55
- Abb. 7: Apparative Schockraumausstattung
Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V., Arbeitskreis „Weißbuch“, Weißbuch Schwerverletztenversorgung, 2. Erweiterte Auflage. 2012;14-30
- Abb. 8: Mittelwerte 16-75-jährige
- Abb. 9: Vergleich verstorbene vs. überlebende 16-75-jährige
- Abb. 10: Überblick über das Patientenkollektiv 16-75-jährige
- Abb. 11: Daten vermeidbare Todesfälle 16-75-jährige
- Abb. 12: Daten potenziell-vermeidbare Todesfälle 16-75-jährige
- Abb. 13: Die häufigsten präklinischen Fehler 16-75-jährige

- Abb. 14: Die häufigsten klinischen Fehler 16-75-jährige
- Abb. 15: Mittelwerte unter 16-jährige
- Abb. 16: Vergleich verstorbene vs. überlebende Kinder
- Abb. 17: Spezifische Daten verstorbene Kinder
- Abb. 18: Die häufigsten präklinischen Fehler Kinder
- Abb. 19: Zeitraum zwischen Einlieferung und Todeseintritt Kinder
- Abb. 20: Die häufigsten klinischen Fehler Kinder
- Abb. 21: Überblick über das Patientenkollektiv über 75-jährige
- Abb. 22: Daten vermeidbare Todesfälle über 75-jährige
- Abb. 23: Daten potenziell-vermeidbare Todesfälle über 75-jährige
- Abb. 24: Die häufigsten präklinischen Fehler über 75-jährige
- Abb. 25: Die häufigsten klinischen Fehler über 75-jährige

8.2 Abkürzungsverzeichnis

| | |
|---------|---|
| AIS: | Abbreviated Injury Scale |
| AMPLE: | Akronym für: Allergies, Medications, Previous medical history, Last meal (Zeit), Events (Unfallhergang) |
| ATLS ®: | Advanced Trauma Life Support |
| BGA: | Blutgasanalyse |
| bpm: | beats per minute |
| CT: | Computer-Tomographie |
| DGU: | Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie |
| EKG: | Elektrokardiographie |
| EMS: | Emergency Medical System |
| FAST: | Focused Assessment with Sonography for Trauma |
| GCS: | Glasgow Coma Scale |
| Hb: | Hämoglobin |
| HNO: | Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde |
| HTC: | Herz -und Thoraxchirurgie |
| ICP: | intracranial pressure |
| ICU: | Intensivstation |

| | |
|--------------------|---|
| ISS: | Injury Severity Score |
| IoTZ: | lokales Traumazentrum |
| MKG: | Mund-Kiefer-Gesicht-Chirurgie |
| MOV: | Multiorganversagen |
| MRT: | Magnetresonanztomographie |
| NASCIS: | National Adult Social Care Intelligence Service |
| NCH: | Neurochirurgie |
| New ISS: | New Injury Severity Score |
| Ps: | Probability of survival |
| PTT: | partielle Thromboplastin-Zeit |
| RegTZ: | regionals Traumazentrum |
| RISC: | Revised Injury Severity Classification |
| RR: | Blutdruck nach Riva Rocci |
| RTS: | Revised Trauma Score |
| RTW: | Rettungswagen |
| SIRS: | Systemic Inflammatory Immune Response Syndrome |
| SpO ₂ : | periphere Sauerstoffsättigung |

SPSS®: Statistical Package for the Social Sciences

TRISS: Trauma and Injury Severity Score

ÜRTZ: überregionales Traumazentrum

VCH: Visceralchirurgie

ZNS: zentrales Nervensystem

ZVK: zentraler Venenkatheter

9. Danksagung

Mein Dank gilt allen Personen, die mich bei den Vorbereitungen und der Fertigstellung unterstützt, gefördert und begleitet haben und ohne die diese Dissertation nicht möglich gewesen wäre, unter anderem namentlich:

- Prof. Dr. med. Sven Lendemans (Chefarzt der Klinik für Unfallchirurgie und Orthopädie, Alfried Krupp Krankenhaus Essen)
- Dr. med. Carsten Schöneberg (Oberarzt an der Klinik für Unfallchirurgie und Orthopädie, Alfried Krupp Krankenhaus Essen)
- den Mitarbeitern des Archivs der Klinik für Unfallchirurgie und Orthopädie am Universitätsklinikum Essen
- meiner Familie
- meiner ehemaligen Partnerin

Herrn Prof. Dr. med. Lendemans danke ich für die Bereitstellung des Themas und die wissenschaftliche Betreuung sowie kritische Betrachtung der Ergebnisse.

Herrn Dr. med. Schöneberg danke ich für die Unterstützung bei der Auswertung der Daten und die Hilfe bei Problemen zu jeder Tageszeit. Außerdem danke ich ihm für die hervorragende Zusammenarbeit bei der Anfertigung sämtlicher Publikationen und Zeitschriftenartikel.

Bei den Mitarbeitern des Archivs bedanke ich mich für die umfangreiche Hilfestellung bei der Datenrecherche.

Bei meinen Eltern und meiner ehemaligen Partnerin Hilke bedanke ich mich ganz besonders. Auf ihre uneingeschränkte emotionale, aber auch finanzielle Hilfe konnte ich mich zu jederzeit blind verlassen. Eure Unterstützung hat das Erstellen dieser Arbeit erst möglich gemacht. Vielen lieben Dank dafür!

10. Lebenslauf

Der Lebenslauf ist in der Online-Version aus
Gründen des Datenschutzes nicht enthalten

Weitere Publikationen:

1) Schoeneberg, C., **Schilling, M.**, Burggraf, M., Fochtmann, U., Lendemans, S. (2014). Reduction in mortality in severely injured patients following the introduction of the “Treatment of Patients with Severe and Multiple injuries” guideline of the German Society of Trauma Surgery – a retrospective analysis of a Level 1 trauma center (2010-2012). *Injury*, 45(3), 635-638.

Impact Factor: 2,46

2) Schoeneberg, C., **Schilling, M.**, Keitel, J., Kauther, M. D., Burggraf, M., Hussmann, B., Lendemans, S. (2014). Traumanetzwerk, TraumaRegister DGU, Weißbuch, S3-Leitlinie Polytrauma – ein Versuch der Validierung durch eine retrospektive Analyse von 2304 Patienten (2002–2011) an einem überregionalen Traumazentrum. *Zentralbl Chir.* (Epub ahead of print).

Impact Factor: 1,188

3) Schoeneberg, C., Probst, T., **Schilling, M.**, Wegner, A.; Hussmann, B., Lendemans, S. (2014) Mortality in severely injured elderly patients: A retrospective analysis of a German level 1 trauma center (2002-2011). *Scand J Trauma, Resusc Emerg Med*, 22: 194

Impact Factor: 1,926

Vorträge:

1) Schoeneberg, C., **Schilling, M.**, Lendemans, S. Potentiell vermeidbare Todesfälle beim Schwerstverletzten – eine retrospektive Untersuchung von 1342 Patienten (2002-2012). *DKOU 2013 Berlin*; 22. – 25.10

2) Schoeneberg, C., **Schilling, M.**, Burggraf, M., Lendemans, S. Rückgang der Mortalität bei schwerstverletzten Patienten nach Einführung der S3-Leitlinie Polytrauma / Schwerverletzten-Behandlung der DGU, eine retrospektive Analyse eines überregionalen Traumazentrums (2010-2012);
DKOU 2014 Berlin; 28. – 31.10

3) Schoeneberg, C., **Schilling, M.**, Probst, T., Lendemans, S. Vermeidbare und potentiell vermeidbare Todesfälle bei schwerstverletzten älteren Patienten - eine retrospektive Analyse an einem überregionalen Traumazentrum mit Fehleranalyse. NRW Chirurtagung 2014 Bochum; 27.-28.11

Posterpräsentationen:

1) Schoeneberg, C., **Schilling, M.**, Keitel, J., Kauther, M. D., Burggraf, M., Hussmann, B., Lendemans, S. Rückgang der Letalität durch veränderte Behandlungsabläufe und Einführung prozessoptimierender Strukturveränderungen in der Schwerstverletztenversorgung – eine retrospektive Letalitätsanalyse von 2304 Patienten (2002 – 2011). DGCH 2014 Berlin; 25.- 28.03

2) Schoeneberg, C., **Schilling, M.**, Keitel, J., Kauther, M.D., Burggraf, M., Hussmann, B., Lendemans, S. Optimierung der Polytraumaversorgung durch Einführung der S3-Leitlinie und Implementierung weiterer Struktur- und Prozessoptimierungen. Eine retrospektive Studie eines überregionalen Traumazentrums. NRW Chirurtagung 2014 Bochum; 27.-28.11