

DIPLOMARBEIT

Tod nach Polytrauma-Untersuchung der Todesursachen aller 2010 am LKH Graz verstorbenen Patienten die mit der Arbeitsdiagnose Polytrauma im Schockraum behandelt wurden

eingereicht von

Max Tribuser

Geb.Dat.: 25.07.1985

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der gesamten Heilkunde

(Dr. med. univ.)

an der

Medizinischen Universität Graz

Ausgeführt an der

Universitätsklinik für Unfallchirurgie

unter der Anleitung von

Dr. Paul Puchwein und Univ. Doz. Dr. Gerolf Peicha

Graz, am 11. März 2013

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am 11. März 2013

.....

Max Tribuser

Danksagungen

Mein besonderer Dank gilt meinem Betreuer Herrn Dr. Paul Puchwein, der mir stets für Probleme, Fragen und Anliegen jeglicher Art zur Verfügung stand und mich von Beginn an hervorragend unterstützte. Darüber hinaus bedanke ich mich bei Univ.

Doz. Dr. Gerolf Peicha.

Von ganzem Herzen möchte ich meinen Eltern Erna und Leonhard Tribuser danken, die mich bei allen Entscheidungen unterstützt haben und bei Problemen immer für mich da waren. Ohne deren großzügige Unterstützung wäre meine Ausbildung in dieser Form nicht möglich gewesen. Dafür werde ich ihnen immer dankbar sein.

Zusammenfassung

Einführung/Methoden: In der Evaluierung des Universitätsklinikums Graz im Rahmen des deutschen Polytraumaregisters zeigte sich, dass die Sterberate beim Polytrauma höher ist als in anderen am Traumaregister beteiligten Kliniken. Diese Arbeit beschäftigt sich vorrangig mit den Todesursachen der verstorbenen Patienten. Dabei waren Parameter wie Zeitintervalle bis hin zum Todeszeitpunkt, physiologische Parameter, therapeutische bzw. chirurgische Interventionsraten und die letztlich kausale Todesursache von Interesse. Die erhobenen Daten wurden mit dem DGU-Register und den aktuellen S3-Leitlinien für Polytraumata verglichen. Mit der Beantwortung der Frage ob die Traumachirurgie am LKH Graz möglicherweise zu wenig aggressiv sei, sollte diese Arbeit abgeschlossen werden.

Resultate: Es verstarben 2010 30 Patienten im Rahmen der Versorgung als Polytrauma (10 weiblich, 20 männlich). Das durchschnittliche Alter betrug 66,8 Jahre (18-91 Jahre) und war somit höher als im DGU-Register (50 Jahre). Die Dauer bis zum Eintreten des Todes lag im Mittel bei 63,6 Stunden, wobei die späten Tode (>3Stunden) mit 84% überwogen. 6 Patienten (24%) galten präklinisch als instabil (RR< 90 mmHg), 19% waren als tachykard und 10% als bradykard einzustufen. Der durchschnittliche GCS wurde mit 6,9 errechnet. Die mittlere Zeit bis zum Eintreffen in der Klinik betrug 76 Minuten (+/- 32 min) und weitere 37 Minuten (+/- 28 min) vergingen, bis die Schockraumdiagnostik abgeschlossen/abgebrochen war. Bei allen lebenden Patienten wurde leitliniengerecht ein Polytrauma-CT durchgeführt. 15 Patienten stürzten aus großer Höhe, 9 Patienten hatten Verkehrsunfälle. In 77,5% konnten Schädelverletzungen, 14,2% Thoraxverletzungen, 5% Bauchverletzungen und 3,3% internistische Krankheiten als Todesursache bestimmt werden. Es wurden insgesamt 22 Notfalleingriffe durchgeführt und im Mittel vergingen 60 Minuten von der Ankunft im Schockraum bis zur Intervention.

Diskussion: Als problematisch stellt sich am Klinikum in Graz die Entfernung vom Schockraum zum CT- Gerät heraus und die damit verbundenen Lagerungs- und Transportrisiken. Ebenso muss eine große Strecke zum OP zurückgelegt werden mit denselben Risiken. Anzudenken wäre hier ein CT-Gerät direkt im Schockraum wie im „Weißbuch“ (DGU) empfohlen. Anschluss an die Rohrpost würde das Versenden von Blutprodukten vereinfachen. Darüber hinaus sollte über verpflichtende ATLS-Kurse für alle am Schockraummanagement beteiligten Personen nachgedacht werden. Abschließend kann die Frage, ob die Traumachirurgie in Graz zu wenig aggressiv sei, aufgrund fehlender vergleichbarer Daten nicht eindeutig beantwortet werden.

Festzuhalten ist allerdings, dass im Mittel 60 Minuten bis zum Noteingriff verstreichen. Dies könnte die erhöhte Mortalität 2010 miterklären.

Abstract

Introduction/Methods: As the overview has shown, the death ratio in Polytrauma patients at the LKH Graz is higher than at other hospitals participating in the trauma register. This paper focuses primarily on the patient's causes of death. The focus lies on parameters like the time span until death, physiological parameters, therapeutic and surgical interventions and the related cause of death. The acquired data were compared to the DGU-register and the S3-guidelines.

Results: In 2010 30 patients died in the emergency room (10 females, 20 males). The average age was 66,8 years (18-91 years), thus higher than the average trauma patient (50 years). The average length of time until death was 63,6 hours, with the late deaths predominating with 84%. 6 patients (24%) were preclinically instable, 19% tachycard and 10% bradycard. The average GCS was 6,9. The average time until the arrival at the hospital was 76 minutes and 37 more minutes passed until the end of the emergency room diagnostics. In all living patients a CT was performed according to the guidelines. 15 patients fell from a height, 9 patients were injured in traffic accidents. 77,5% died from head injuries, 14,2% from injuries of the chest, 5% from abdominal trauma and 3,3% from non-surgical causes. In total, 22 emergency surgeries were done and an average time of 60 minutes passed from the arrival at the emergency room to the surgical intervention.

Conclusion: The distance between the emergency room and the CT as well as the distance to the operating theatre seems to be problematic concerning issues of changing patient positions and transports. As recommended in the "Weissbuch" (DGU), it would be advisable to install a CT scanner in the emergency room. Connection to the letter shoot system could simplify the sending of blood products. Furthermore, there should be compulsory ATLS-trainings for all people involved in the shock room. In conclusion, the question whether or not the tendency to surgeries in trauma treatment is strong enough cannot be answered definitely due to lacking possibilities of comparison. However, the average time until the emergency surgery is 60 minutes, which possibly could be explaining the high mortality in 2010.

Abkürzungsverzeichnis

ACS	American College of Surgeons
AIS	Abbreviated Injury Score
ATLS	Advanced Trauma Life Support
DGU	Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie
DPL	Diagnostic peritoneal lavage
FAST	Focused Assessment with Sonography for Trauma
GCS	Glasgow Coma Scale
GoR	Guidelines of Recommendation
ISS	Injury Severity Score
mmHG	Millimeter Quecksilbersäule
MODS	Multiple Organ Dysfunction syndrome
PTT	Partielle Thromboplastinzeit
ROC	Receiver Operating Characteristic
SIRS	Systematic Inflammatory Response Syndrome
SMR	Standardised Mortality Ratio
TRISS	Trauma and Injury Severity Score
TRTS	Triage Revised Trauma Score

Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung	II
Danksagungen	III
Zusammenfassung.....	IV
Abstract	V
Abkürzungsverzeichnis	VI
1 Einleitung.....	1
1.1 Zielsetzung der Arbeit	1
1.2 Definition.....	1
1.3 Scoresysteme.....	2
1.3.1 Physiologische Scoresysteme	2
1.3.2 Anatomische Scoresysteme	4
1.3.3 Kombinationsscores	5
1.3.4 Bilanz	6
1.4 Epidemiologie, Todeszeitpunkte und Ursachen.....	6
1.5 Pathophysiologie	8
1.6 Grundlagen der Traumaversorgung	12
1.6.1 Golden Hour	12
1.6.2 Advanced Trauma Life Support (ATLS®)	13
1.6.3 ABCDE- Regel	14
1.6.4 Mechanismus und Verletzungsmuster	22
1.6.5 Rettungsmittel.....	23
1.6.6 Erweiterte Diagnostik.....	24
1.6.7 Damage Control Prinzip (Schadensbegrenzung)	26
1.6.8 Algorithmus im Schockraum.....	27
1.7 Traumazentrum / Schockraum.....	29
1.7.1 Ressourcen und Schockraumteam	29
1.7.2 Strukturelle und logistische Anforderungen	30
1.7.3 Aktivierung des Schockraumteams	31
2 Material, Methoden, Patienten.....	33
3 Ergebnisse.....	36
3.1 Alter am Unfallzeitpunkt und Todeszeitpunkte	37

3.2	Dauer bis zum Versterben	37
3.3	Präklinischer Blutdruck.....	38
3.4	Glasgow Coma Scale	39
3.5	Volumentherapie an der Unfallstelle	41
3.6	Herzfrequenz an der Unfallstelle.....	41
3.7	Zeit bis zum Eintreffen an der Klinik.....	42
3.8	Durchführung eines CT-Notfallscans	43
3.9	Schockraumzeiten	44
3.10	Todesursachen	44
3.11	Unfallmechanismus und Polytrauma	45
3.12	Notfalleingriffe und frühe Frakturversorgung.....	46
3.13	Dauer bis zur Durchführung der Notfalleingriffe und der frühen Frakturversorgungen	47
4	Diskussion.....	49
	Literaturverzeichnis.....	60
	Abbildungsverzeichnis.....	66
	Tabellenverzeichnis	67
	Curriculum vitae	68
	Ethikkommissionsvotum	70

1 Einleitung

1.1 Zielsetzung der Arbeit

Diese Arbeit beschäftigt sich mit den Todesursachen all jener Patienten, die im Jahre 2010 mit der Diagnose Polytrauma im Schockraum des Grazer Klinikums behandelt wurden und in weiterer Folge verstorben sind.

Der Zeitraum der Untersuchung erstreckt sich vom 01.01.2010 bis zum 31.12.2010. Die Untersuchung dient in erster Linie der statistischen Aufarbeitung der Todesursachen. Des Weiteren werden Schockraumzeiten, chirurgische Interventionsraten und physiologische Parameter beleuchtet. Darüber hinaus betrachtet die Arbeit Managementabläufe und versucht, etwaige Verbesserungspotentiale darzulegen. Mit der Behandlung der Frage, ob die Traumachirurgie am Grazer Klinikum möglicherweise zu wenig aggressiv ist, wird die Arbeit abgeschlossen.

Die Grazer Klinik ist dem Traumaregister der DGU beigetreten, dessen Ziel es ist, die Versorgung von Schwerverletzten in optimaler Weise zu sichern und ständig zu verbessern. In einer Durchschau zeigt sich, dass die Rate der Todesfälle an der Grazer Klinik höher ist als im europaweiten Durchschnitt. Daher ist es notwendig, Ursachenforschung zu betreiben und die Managementabläufe zu beleuchten.

1.2 Definition

Der Begriff des Polytraumas beschreibt die Verletzung mehrerer Körperregionen oder Organsysteme. Der polytraumatisierte Patient ist vom Patienten mit Mehrfachverletzung ohne vitale Bedrohung und vom Patienten mit einer schweren, lebensbedrohlichen Einzelverletzung zu unterscheiden. Bei der Behandlung des Polytraumas steht die große Verletzungsschwere mit akuter Lebensgefahr im Vordergrund. Ebenso kann durch eine nachfolgende systemische Inflammationsreaktion der Patient akut vital gefährdet sein.

Diese Definition des Polytraumas lässt jedoch weder auf den Unfallmechanismus, das heißt auf die Art und die Dauer der Gewalteinwirkung, noch auf das Ausmaß der Lebensbedrohung schließen. Dazu behilft man sich mit Score-Systemen die im Folgenden beschrieben werden. Das zwingt sowohl den Notarzt als auch das gesamte Schockraumteam, die potentielle Lebensbedrohung in Betracht zu ziehen und im nachfolgenden Handeln zu berücksichtigen (1).

1.3 Scoresysteme

Scoresysteme dienen zur Einschätzung der Verletzungsschwere. Darüber hinaus kann ein Rückschluss auf die Gesamtbelastung und die Prognoseabschätzung getroffen werden. Die erste Einschätzung sollte vom versorgenden Notarzt direkt am Unfallort getroffen werden. Bei richtiger Indikation folgt die Zuweisung an ein Traumazentrum.

Da die Reduktion des individuell sehr unterschiedlichen Verletzungsmusters auf einen Zahlenwert sehr schwierig ist, gibt es eine Vielzahl an Scoresystemen. Während die anatomischen Scores die pathomorphologischen Verletzungsmuster beschreiben, konzentrieren sich die physiologischen Scores auf die Veränderung physiologischer und biochemischer Variablen. Ferner existieren sogenannte Kombinationscores (2).

Die Anforderungen an ein Scoresystem sind:

- Validität
- Zuverlässigkeit (unabhängig von Zeit, Ort und Untersucher)
- Rohdaten sollten leicht erhebbar sein
- Scoreberechnung sollte schnell und einfach durchführbar sein

1.3.1 Physiologische Scoresysteme

1.3.1.1 GCS

Das wohl einfachste – im weiteren Sinne physiologische – Scoresystem zur groben Beurteilung der Bewusstseinslage, fokale-neurologische Ausfälle und Hirndrucksteigerungen ist die Glasgow-Coma-Scale, kurz GCS.

Ursprünglich für medizinisches Assistenzpersonal von Graham Teasdale und Bryan J. Jennett 1974 entwickelt, setzte es sich nicht zuletzt wegen der einfachen Anwendung im allgemeinen Krankenhausbetrieb durch. Berücksichtigt werden nur drei Variablen: Augenöffnen, Sprache und Motorik (siehe Tabelle 1).

Da die einzelnen Ergebnisse addiert werden, liegt die erreichbare Punkteanzahl zwischen dem Maximum von 15 und dem Minimum von 3.

Anhand der erreichten Punkte kann eine Einschätzung der zentralnervösen Funktion getroffen werden. Somit kann zwischen leichtem (13-15 Punkte), mittelschwerem (12-9 Punkte) und schwerem (8-3 Punkte) Schädelhirntrauma unterschieden werden (3).

Punkte	Augenöffnen	Verbale Kommunikation	Motorische Reaktion
6 Punkte	-	-	Befolgt Aufforderungen
5 Punkte	-	Orientiert zu Zeit, Ort und Person	Gezielte Schmerzabwehr
4 Punkte	Spontan	Desorientiert	Ungezielte Schmerzabwehr
3 Punkte	Auf Aufforderung	Unzusammenhängende Worte	Auf Schmerzreiz Beugesynergismen
2 Punkte	Auf Schmerzreiz	Unverständliche Laute	Auf Schmerzreiz Streckesynergismen
1 Punkt	Keine Reaktion	Keine Laute	Keine Reaktion

Tabelle 1. Beurteilung der Glasgow Coma Scale

Eine hohe Punkteanzahl beschreibt eine gute Bewusstseinslage und eine bessere Überlebensprognose. Gegensätzlich dazu beschreibt ein niedriger Punktwert eine schlechte Bewusstseinslage, welcher mit einer höheren Sterblichkeit korreliert (3). Dementsprechend wurden in den S3-Leitlinien zur Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung folgende Empfehlungen verankert (4):

- Beim polytraumatisierten Patienten sollten (GoR-Guidelines of Recommendation B) bei einem schweren Schädelhirntrauma (GCS <9) prähospital eine Notfallnarkose, eine endotracheale Intubation und eine Beatmung durchgeführt werden.
- Zudem sollte (GoR A) das Trauma-/Schockraumteam beim schweren Schädelhirntrauma (GCS <9) frühzeitig informiert und aktiviert werden.
- Beim bewusstlosen Patienten (Anhaltsgröße GCS ≤8) sollte (GoR A) eine Intubation mit adäquater Beatmung (mit Kapnometrie und Blutgasanalyse) durchgeführt werden.

Zu beachten ist allerdings, dass auch andere Krankheitsbilder wie zum Beispiel Medikamenten- oder Alkoholintoxikationen, Elektrolytstörungen oder Hypoglykämien als Ursache für Bewusstseinsstörungen oder fokale-neurologische Defizite in Betracht kommen können.

1.3.1.2 TRTS- Triage Revised Trauma Score

Der Triage Revised Trauma Score soll die präklinische Verdachtsdiagnose „Polytrauma“ vereinfachen und daher die Zuweisung an ein Traumazentrum erleichtern. Die Punkteanzahl ergibt sich aus einfachen physiologischen Parametern.

So werden der GCS, der systolische Blutdruck und die Atemfrequenz jeweils mit Punkten bewertet (siehe Tabelle 2). Andere Einflussfaktoren wie Verletzungsmuster und Unfallmechanismus sollten allerdings nicht unbeachtet bleiben und vervollständigen die Diagnose Polytrauma (5).

GCS	Syst. Blutdruck	Atemfrequenz	Punktwert
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

Tabelle 2. Triage Revised Trauma Score (TRTS)

Jedem der Parameter GCS, syst. Blutdruck und Atemfrequenz wird nun ein Punktwert von 0-4 zugewiesen. Der TRTS errechnet sich wie folgt: (Punktwert für GCS)+ (Punktwert für Syst. Blutdruck)+ (Punktwert für Atemfrequenz). Kleine Werte sprechen für eine zunehmende Verletzungsschwere. Erreichen die Patienten nicht in allen Kategorien den Wert 4, so ist eine Aufnahme über den Schockraum angezeigt, da 97% der schwer verletzten Patienten einen TRTS ≤ 11 aufweisen (5).

1.3.2 Anatomische Scoresysteme

1.3.2.1 AIS – Abbreviated Injury Score

Der um 1960 eingeführte AIS dient als Bewertungsskala für die Letalität von Einzelverletzungen. Für die AIS-Kodierung wird jede Mehrfachverletzung in Einzelverletzungen aufgeteilt. Grundlage dafür war die Zusammenfassung von Einzelverletzungen unterschiedlicher Genese und Regionen mit annähernd gleicher Letalität. Die Klassifikation erfolgt von 1-6 (siehe Tabelle 3).

AIS- Code	Schweregrad
1	Gering
2	Mäßig
3	Ernst, nicht lebensbedrohlich
4	Schwer, lebensbedrohlich
5	Kritisch, Überleben fraglich
6	Tödlich, derzeit nicht behandelbar
9	Unbekannt

Tabelle 3. Abbreviated Injury Scale

Der AIS-Score ist für das Polytrauma aus folgenden Gründen nur bedingt anwendbar: Aus der Tabelle 3 geht hervor, dass ein AIS-Code 2 eine höhere Letalität aufweist als

ein AIS-Code 1. Über die Größe des Unterschiedes zwischen 1 und 2 gibt der AIS dabei keine Auskunft. So sind zwei Verletzungen der Ausprägung 1 hinsichtlich ihrer Letalität mit einer Verletzung der Ausprägung 2 nicht vergleichbar. Die Gesamtbelastung beim Polytrauma kann aufgrund der isolierten Betrachtung der Einzelverletzungen nicht wahrheitsgetreu eingeschätzt werden. Aufbauend auf dem AIS wurde der ISS entwickelt.

1.3.2.2 ISS- Injury Severity Score

Während der AIS nur eine Verletzungsregion beschreibt, erfasst und gewichtet der Injury Severity Score Verletzungen aller anatomischen Regionen. Jede Verletzung wird nach dem AIS Score bewertet und einer definierten Körperregion zugeordnet. Der ISS unterscheidet dabei folgende Regionen:

- Kopf: Verletzungen des knöchernen Schädels, des Groß- und/oder Kleinhirns, der Halswirbelsäule sowie des Halsmarks
- Gesicht: Verletzungen von Mund, Nase, Augen, Ohren und Gesichtsschädelfrakturen
- Thorax: Rippen- und Brustwirbelsäulenverletzungen, und Verletzungen der inneren Brustorgane sowie Zwerchfellverletzungen
- Abdomen: Verletzungen der Organe im großen und im kleinen Becken sowie der Lendenwirbelsäule
- Extremitäten und Beckengürtel: Überdehnung, Fraktur, Luxation von Extremitäten sowie Beckenfrakturen
- Externe Strukturen: Schürfwunden, Stichwunden etc.

Gewertet wird nur die schwerwiegendste Verletzung pro Region. Dabei werden die Werte der drei am schwersten verletzten Körperregionen (a,b,c) zuerst quadriert und dann addiert. Demnach gilt $ISS = AISa^2 + AISb^2 + AISc^2$. Ein AIS Wert von 6 (siehe oben 6 = tödliche Verletzung) wird automatisch als ein ISS Wert von 75 angegeben (2).

Bedenklich in der Wertung des ISS ist sowohl die Limitierung auf nur 3 Verletzungen bei einer möglichen größeren Anzahl von Verletzungen als auch die gleiche Gewichtung jeder Körperregion.

1.3.3 Kombinationsscores

1.3.3.1 TRISS- Trauma Score - Injury Severity Score

Der TRISS setzt sich zusammen aus dem TRTS (Physiologischer Score) und dem ISS (Anatomischer Score) und stellt einen Bezug zum Alter des Patienten her. Der TRISS erlaubt den Vergleich zwischen prognostizierter und tatsächlich beobachteter

Überlebenswahrscheinlichkeit. Mit dieser Methode kann die individuelle Verletzungsschwere kalkuliert und mit großen Datenbanken wie etwa dem Traumaregister der DGU (Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie) vergleichbar gemacht werden.

1.3.4 Bilanz

Die Betrachtung der einzelnen Scoresysteme zeigt die Stärken und Schwächen auf. Somit existiert zum heutigen Zeitpunkt kein idealer Score. Ungeachtet der Schwächen von Scoresystemen, können durch sie Patientenkollektive definiert und beschrieben werden. Außerdem ermöglichen sie es, Outcomeanalysen vergleichbar zu machen und die Transparenz der Versorgungskosten zu gewährleisten (2).

Eine Methode zur Bewertung und Optimierung von Analysen beschreibt die Receiver Operating Characteristic (ROC)-Kurve. Werte annähernd 1 lassen auf eine hohe Vorhersagekraft schließen. 2005 untersuchte Guzzo in einer Kohortenstudie 15534 Patienten mit unterschiedlichen Scoresystemen und verglich dies mit dem nachfolgenden Outcome. In diesem Fall wurde die ROC als Qualitätsmaß herangezogen. Er konnte mit einem ROC von 0,88 für den Revised Trauma Score und einem ROC von 0,97 für den Trauma and Injury Severity Score zeigen, dass die physiologischen bzw. kombinierten Scores bessere qualitative Validität besitzen als einzeln angewendete anatomische Scores. So weisen ISS mit ROC 0,79 und GCS mit 0,79 schlechtere Werte auf (6).

1.4 Epidemiologie, Todeszeitpunkte und Ursachen

Die Auswirkungen eines Traumas auf ein Individuum, seine Familie, die Umwelt und schließlich auf die gesamte Gesellschaft sind enorm. So sind nicht nur 9% aller Todesfälle auf Verletzungen zurückzuführen, sondern das Trauma ist auch die häufigste Todesursache der unter 45-Jährigen. Das Trauma steht, gerechnet auf Hospitalisationstage, an erster Stelle, 6% aller Verletzungen führen zu dauerhafter Invalidität (7).

Die Verteilung der Todeszeitpunkte war schon in vielen Arbeiten Thema. Bereits in den 1980er Jahren wurde die sogenannte Trimodale Verteilung von Trunkey beobachtet, die bis heute ihre Gültigkeit behalten hat.

So kann zwischen unmittelbaren, frühen und späten Todesfällen (8) unterschieden werden. Etwa 50% der Trauma-Tode sind unmittelbare Tode. Das heißt die Patienten versterben innerhalb von Sekunden bis Minuten. Ursachen hierzu sind:

- schwere Läsionen am ZNS
- Schwere Verletzungen des Herzens
- Aortenruptur und Verletzungen großer Gefäße

Da in den genannten Fällen sogar die effektivste Rettungskette wenig zu bewirken vermag, sollte hier die Prävention im Vordergrund stehen. Beispielhaft für eine derartige Präventionsmaßnahme ist die Verbesserung der aktiven und der passiven Fahrzeugsicherheit.

Ungefähr 30% fallen in die Kategorie der frühen Tode, was das Ableben innerhalb der ersten 2-3 Stunden bedeutet. Die hauptsächlichen Gründe eines frühen Todes sind:

- Schädel-Hirn-Trauma mit raumfordernden Blutungen
- hämorrhagischer Schock und Blutungskomplikationen
- Hypoxie mit akuten Atemwegsverletzungen

Hier sollte auf eine optimale Prähospital- und frühe Hospitalphase besonders geachtet werden. Die zeitgerechte Stabilisierung und Stillung von Blutungen sowie die operative Versorgung des Schädel-Hirn-Traumas reduziert die Mortalität in dieser Gruppe. Spezielle Kurse und Schulungen für das Personal reduzieren die Sterblichkeit. Ein durch spezielle Ausbildungen (z.B. ATLS[®]-Advanced Trauma Life Support) geschultes Team vermag durch raschere Entscheidungsfindung und Therapie, eine Mortalitätsreduktion zu bewirken. (siehe Kapitel 1.6.2)

Die späten Todesfälle fallen laut Trunkey mit etwa 20% ins Gewicht. Die Patienten versterben nach Tagen oder Wochen nach dem Unfall. Im Vordergrund stehen hier:

- sekundäre Hirnschädigungen
- SIRS/ Sepsis
- Multiorganversagen

Einige das späte Versterben fördernde Risikofaktoren sind Schockzustände, Ischämie-Reperfusionssyndrom, peritoneale Kontamination, Fehlernährung etc. In diesen Fällen sollte eine genaue intensivmedizinische Überwachung der einzelnen Organsysteme erfolgen und operationstaktische Überlegungen in die Behandlung miteinbezogen werden (9).

Zusammengefasst kann man sagen, dass der Patient vom Unfallereignis bis zum Abschluss der Intensivbehandlung vom hypoxisch-metabolischen Zelltod akut gefährdet ist. Vereinfacht wird das durch die „6 gefährlichen H's“ ausgedrückt (10):

- Hypoventilation
- Hypotonie
- Hypovolämie
- Hypothermie
- Hypokoagulation
- Hypoenergie

Dementsprechend gilt als Rüstzeug zur Lebensrettung bezogen auf die 6 H's:

- Oxygenierung, ggf. Intubation und Atemwegssicherung
- Volumenersatztherapie mit Kristalloiden/Kolloiden oder Transfusionen
- Angepasste medikamentöse Therapie
- Chirurgische Therapie unter dem Aspekt des richtigen Zeitpunktes

1.5 Pathophysiologie

Der Denkansatz, das Polytrauma sei eine rein mechanische Störung, ist überholt. Vielmehr gilt das Trauma als systemische Krankheit, wie es auch Osterwalder beschreibt (11). Schwere Verletzungen lösen im Körper komplexe Abwehrmechanismen aus, welche unter dem Begriff „host defence response“ zusammengefasst werden. Um dies verständlicher zu präsentieren, wurde das „First-Hit-Second-Hit-Modell“ entwickelt:

Der erste „Schlag“ (engl.: hit) beschreibt die primäre Verletzung in Verbindung mit Hypoxie und Hypotension sowie die daraus resultierenden frühen und unmittelbaren Tode. Überlebt der Patient, reagiert er mit einem SIRS (siehe unten).

Als zweiter Schlag werden äußere Stressfaktoren, beispielsweise invasive diagnostische Maßnahmen oder auch chirurgische Interventionen, gesehen. Die oben beschriebenen Abwehrmechanismen treten aber auch bei den „Second-Hits“ auf. Hierbei gilt, dass durch sekundäre oder sequentielle Hits leichte SIRS Formen in schwere irreversible übergehen können. Folge davon ist ein spätes MODS (multi organ dysfunction syndrome). Sowohl endogene als auch exogene Faktoren können sekundäre Hits darstellen (12):

Zu den endogenen Hits zählen auszugsweise (13):

- Respiratorischer Distress (Hypoxie)
- Wiederholte Kreislaufinstabilitäten
- Metabolische Azidose
- Ischämie- Reperfusionsschäden
- Gewebenekrosen
- Fremdkörper und allgemeine Infektionen

Die exogenen Hits können mit chirurgischen und anderen interventionellen Tätigkeiten in Zusammenhang gebracht werden. Hierzu zählen unter Anderem:

- Zusätzliche Gewebsschädigung
- Hypothermie
- Blutungen
- Massentransfusionen
- Inadäquate oder verspätete chirurgische Eingriffe und Intensivtherapie
- Übersehene oder unterschätzte Verletzungen

Da die späten Todesfälle in den letzten 20 Jahren immer mehr in den wissenschaftlichen Fokus gerückt sind, gilt das Multiorganversagen heute als die bedeutendste Komplikation bei Schwerstverletzten. Sie ist die direkte Folge eines MODS (Multiple organ dysfunction syndrome). Durch frühzeitige Stabilisierungsmaßnahmen und frühe operative Eingriffe überleben viele Patienten den prolongierten hämorrhagischen Schock.

Die nachfolgende Entzündungsreaktion birgt eine große Gefahr für den Patienten. Um den Schritt von der Entwicklung des Traumas zum MODS oder zum MOV verstehen zu können, wurde das SIRS-MODS-CARS-Paradigma beschrieben. Überlebt der Patient den ersten Hit, reagiert der Körper mit einer systemischen Entzündungsreaktion (SIRS) bis hin zur Sepsis.

SIRS (zwei oder mehr Kriterien erfüllt)	Sepsis
Atemfrequenz über 20/min	SIRS und Nachweis einer Infektion
Herzfrequenz über 90/min	
Körpertemperatur <36 ° oder >38,5°Celsius	
Linksverschiebung des Blutbildes und >10% unreife Leukozyten	

Tabelle 4. SIRS und Sepsis

Die SIRS beruht auf der Freisetzung von lokalen und systemischen pro-inflammatorischen Entzündungsmediatoren, Akut-Phase Proteinen, Arachidonsäure-

Metaboliten, der plasmatischen Kaskade, Komplementfaktoren und diversen hormonellen Faktoren. Diese werden im Rahmen der Gewebeschädigung ausgeschüttet und dienen:

- der Abschottung der Schadenszone,
- dem Abbau von Nekrosen,
- der Aktivierung der Immunologischen Abwehr
- und der Inangsetzung reparativer Vorgänge.

Als unmittelbare Folge können eine disseminierte intravasale Gerinnung (DIC) sowie die Zerstörung von Endothel- (capillary leak) und Parenchymzellen mit Fortschreiten der SIRS bis hin zum MODS bzw. Multiorganversagen kommen. Es besteht ein direkter Zusammenhang zwischen der Mortalität und Ausprägung des SIRS (14).

Um die ungehinderte, körpereigene Gewebeschädigung durch das SIRS zu limitieren, steuert der Körper mit CARS (compensatory antiinflammatory response syndrome) entgegen. Die Ausprägung des CARS ist wiederum von der Schwere des Traumas abhängig. Eine optimale Heilung ist bei einer Balance zwischen SIRS-CARS zu erwarten. Eine Dysbalance hingegen steigert das Risiko für ein MODS.

Bei Überwiegen des SIRS kann eine Autodestruktion vitaler Organe auftreten. Überwiegt CARS, nimmt die körpereigene Abwehr ab. Osterwalder vermutet jedoch auch, leichte bis mittelschwere SIRS-Formen könnten den Heilungsprozess fördern – dabei würden höchstens reversible Organschäden entstehen. Das schwere Trauma hingegen führe primär zum ungebremsten SIRS und in weiterer Folge zum frühen MODS (innerhalb von 72 h) (9).

Die Reaktion auf ein Trauma wird durch vielerlei Faktoren beeinflusst. Nur gestreift seien im Folgenden die neuroendokrinen und die metabolischen Reaktionen welche durch Schmerz und Stress getriggert werden. Die Stoffwechsellumstellung führt zu einer Überaktivierung des Immunsystems, weshalb eine adäquate Schmerz- und Stresstherapie im Rahmen der Akutbehandlung von großer Bedeutung ist.

Als eigenständiger und unabhängiger Mortalitätsprädiktor konnte die Koagulopathie identifiziert werden. Durch Verlust von großen Mengen an Gerinnungsfaktoren und übermäßige Ausscheidung von Thrombomodulin führt dies unweigerlich zu systemischer Gerinnungsstörung, Hyperfibrinolyse und Aktivierung von Protein C.

Bereits 1997 konnten die unter der Tödlichen Trias zusammengefassten und bis heute gültigen wichtigsten physiologischen Marker und beeinflussbaren Größen, welche ein MODS auslösen, identifiziert werden. Dazu zählen (15):

- Hypothermie
- Metabolische Azidose
- Koagulopathie

1.6 Grundlagen der Traumaversorgung

Die strukturierte Behandlung von Schwerverletzten beginnt mit der Grundversorgung im Rahmen einer organisierten Rettungskette direkt an der Unfallstelle. Durch eine fundierte Grundversorgung können bereits die Weichen für ein besseres Outcome des Patienten gestellt werden. Einerseits ist die Evidenzlage aufgrund variierender Umgebungsbedingungen an den Unfallstellen sehr niedrig. Andererseits ist das Erfahrungs- oder Expertenwissen eben durch diese Variabilität in seiner ganzen Bandbreite umfassend.

Dementsprechend konnten viele Erkenntnisse über die verschiedenen Rettungssysteme gewonnen werden. Die Frage der Übertragbarkeit einzelner Rettungsmaßnahmen auf die spezielle Unfallsituation ist jedoch vielfach – z.B. aufgrund mangelnder Erfahrungswerte – schwer zu beantworten (16).

1.6.1 Golden Hour

Der Begriff der Golden Hour beschreibt die Wichtigkeit des Faktors Zeit in der Akutversorgung des Traumapatienten. So sollte der Patient möglichst rasch primär versorgt und einem Schockraum zugewiesen werden.

Donald Trunkey etablierte die „drei-R“ Regel (17): „Get the Right patient to the Right hospital in the Right time“. Die Epidemiologie hat gezeigt, dass die rasche und gezielte Versorgung und die Unterbringung in einem Traumazentrum höchste Priorität hat. Bereits 1980 konnte man der Stabilisierung von Atmung und Kreislauf sowie der Blutungskontrolle hohe Bedeutung in Bezug auf das Überleben zuweisen, was 1983 zur Entwicklung des Konzepts der Golden Hour führte. Aufbauend auf diesem Wissen wurden Traumasysteme eingeführt, die das Konzept vom Arzt am Unfallort realisierten.

Die Grundideen dieser Traumasysteme sind die Folgenden (18):

- Die Traumaversorgung beginnt bereits am Unfallort
- Alle mittel- bis schwerverletzten Patienten werden direkt in einem Traumazentrum behandelt
- Auf allen Stufen, von der Primärversorgung bis zur Rehabilitation, erfolgt eine zeitgerechte Versorgung durch den am besten geeigneten Arzt

Seither wurden viele Vergleichsstudien zwischen Ländern mit etablierten und solchen ohne Traumasystemen durchgeführt. Die Mortalitätsrate ist bei ersteren signifikant niedriger (19), das Outcome besser und die Lebensqualität der Überlebenden höher (20).

Im Folgenden werden nun die Schockraumversorgung anhand der ABCDE-Regel im Rahmen des Advanced Trauma Life Support-Konzepts (kurz ATLS®) sowie das Damage-Control Konzept beschreiben.

1.6.2 Advanced Trauma Life Support (ATLS®)

Der Begriff ATLS® bezeichnet ein strukturiertes Vorgehen in der Schockraumphase aber auch der Phase der Erstbeurteilung (Prehospital Trauma Life Support- PHTLS®). Zum ersten Mal wurde das ATLS-Konzept nach zweijähriger Forschungsarbeit im Jahre 1978 von Paul E. Collicott beschrieben. Anstoß dazu gab der Amerikanische Unfallchirurg James Styner, der 1976 mit seiner Familie in einem Privatflugzeug verunglückte. Er erkannte gravierende Mängel in der ärztlichen Ausbildung zur Versorgung von Schwerverletzten. Kurz danach, im Jahre 1980, wurde es vom American College of Surgeons (ACS) übernommen und weiterentwickelt. Vorerst lediglich in den USA angewendet, fand das Konzept des ATLS rasch auch internationale Anerkennung. Bis zum Jahr 2000 wurden mehr als 250.000 Ärzte in mehr als 15.000 Kursen ausgebildet (21).

ATLS beschreibt ein umfassendes Konzept, welches standardisiert und prioritätenbezogen als Training absolviert wird. Die Grundidee des ATLS orientiert sich an der Tatsache, dass gewisse Verletzungsmuster innerhalb einer bestimmten Zeitspanne unweigerlich zum Tod führen. Deshalb gilt es Patienten mit solchen Verletzungsmustern durch einfache Methoden herauszufiltern und adäquat zu behandeln. Dies soll durch den systematischen, prioritätengerechten ATLS gelingen.

Durch den systematischen, diagnostisch-therapeutischen Stufenplan soll die Entscheidungsfindung erleichtert werden. Seit der Einführung des ATLS im Jahre 2003 in Deutschland konnte durch strukturiertes Training die Behandlungsqualität von Schwerverletzten verbessert werden. Der ATLS fasst somit alle frühen diagnostisch-therapeutischen Maßnahmen, welche zur Sicherung der lebensnotwendigen Körperfunktionen sowie zur der Organ- und Extremitätenerhaltung beitragen, zusammen. Die Ziele des ATLS sind somit die Senkung der Morbidität und Mortalität sowie Minimierung von Komplikationen (22).

Beim Vorgehen nach dem ATLS-Schema werden zuerst dringliche diagnostische Erstbeurteilungen durchgeführt. Dieser dient der Erkennung einer akuten Vitalgefährdung und umfasst die ersten kritischen Minuten:

1.6.3 ABCDE- Regel

Ein relativ einfaches, einem bestimmten Algorithmus folgendes Prinzip ist die ABCDE-Regel. Wird die Arbeitsdiagnose Polytrauma gestellt, sollten Diagnose- und Behandlungsablauf diesem Schema folgen.

1.6.3.1 A: Airway (Luftwege)

Im Punkt A der ABCDE-Regel werden die oberen Atemwege inspiziert. Dabei gilt es auf Fremdkörper zu achten und diese gegebenenfalls zu entfernen. Ferner sollten Gesichtsschädelfrakturen, Verletzungen des Larynx und der Trachea erkannt werden. Ist der Verunfallte bei Bewusstsein, wird die verbale Antwort grob beurteilt. Bei normaler Atmung und adäquaten Antworten des Patienten kann in den meisten Fällen davon ausgegangen werden, dass die oberen Atemwege frei sind. Zeichen einer Obstruktion sind beispielsweise Stridor beim Antworten, zunehmende Heiserkeit, flache Atmung oder Tachypnoe. Auf eine Verletzung des Larynx bis hin zur Larynxfraktur würden ein subkutanes Emphysem und die Palpation der Fraktur hinweisen. Im Notfall sollte das Chin-lift- oder das Jaw-Thrust Manöver durchgeführt werden. Beides soll die Verlegung der oberen Atemwege durch die Zunge verhindern. Bessere Sicherheit gibt die Einlage eines oropharyngealen Tubus.

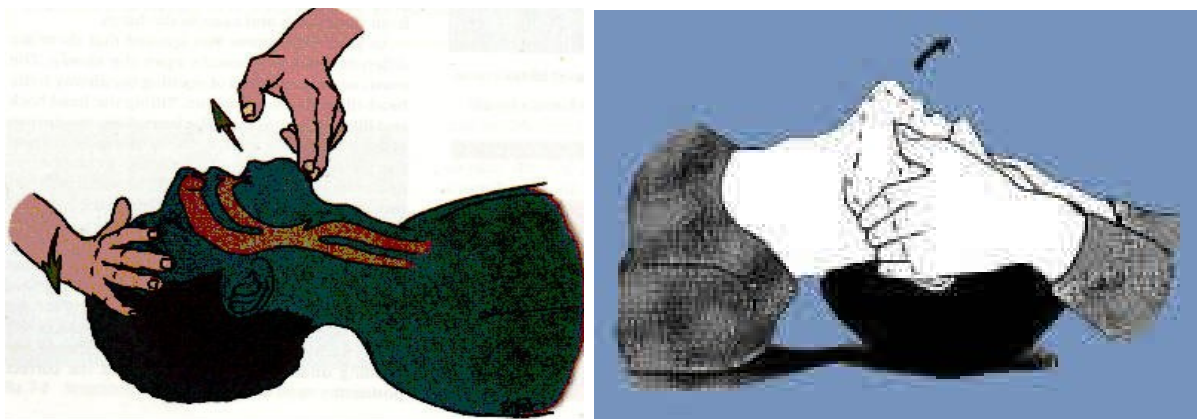


Abbildung 1. Chin-Lift- und Jaw-Thrust Manöver

Muss ein definitiver Atemweg sichergestellt werden, sollte endotracheal intubiert werden. Im äußersten Notfall bleibt die Möglichkeit der Notkoniotomie.

Jedenfalls ist bei exogener Manipulation zur Sicherung der Atemwege strikt auf die Vermeidung jeglicher HWS gefährdender Maßnahmen zu achten. Dringender Verdacht auf eine HWS-Verletzung besteht bei allen mehrfachverletzten Patienten, bei einem GCS unter 8, bei peripher-neurologischen Ausfällen und bei stumpfen Traumata oberhalb der Clavicula. Auf dem Markt existieren verschiedene Systeme zur Sicherung der HWS die flexibel auf unterschiedliche Größen angepasst werden

können. Beispiele hierfür sind der Stifneck® (Fa. Laerdal) oder der Neclock® (Fa. Ossur). Es ist wichtig diese Systeme richtig anzulegen, denn andernfalls kann es zu Hyperflexion oder Extension und in Folge auch zu venöser Stauung kommen.

Da jedoch selbst diese HWS Immobilisation keinen 100%igen Schutz bietet, muss die HWS bis zur Fixierung auf der Vakuummatratze oder dem Spineboard weiterhin manuell unterstützt werden.

1.6.3.2 B: Breathing (Atmung)

Als nächstes erfolgt die Überprüfung der Atmung und der Ventilation selbst. Dazu soll der Patient am Oberkörper entkleidet werden. Es wird auf Tachypnoe und Zyanose geachtet. Paradoxe Atembewegungen wie einseitige Hebung des Thorax deuten auf instabile Verhältnisse hin und sind typisch für Rippenserienfrakturen. Gestaute Halsvenen können hinweisend auf einen Spannungspneumothorax sein.

Als nächstes wird der Patient auskultiert. Unilateral abgeschwächte oder gar fehlende Atemgeräusche sind wiederum wegweisend für die Diagnose Pneumothorax. Gegebenenfalls folgt eine Perkussion des Brustkorbes wobei ein hypersonorer Klopfeschall auf einen Pneumo- oder Hämatothorax hinweist. Abschließend wird der Brustkorb palpirt. Tastbares Knistern kennzeichnet ein Hautemphysem und einen möglichen Spannungspneumothorax. Kompressionsschmerz mit Krepitationen ist wiederum für Rippenfrakturen typisch.

Als bedeutendes Diagnostikum im präklinischen Management gilt heutzutage die Anlage der Pulsoxymetrie. Es können somit die Sauerstoffsättigungswerte des Patienten überwacht werden und beim Abfall dieser frühzeitig interveniert werden. Als potentielle Störquellen der pulsoxymetrischen O₂-Messung gelten unterkühlte Patienten wie z.B. Lawinenopfer. Ebenso liefert die Pulsoxymetrie keine verwertbaren Ergebnisse bei sehr niedrigen Blutdrücken und Kreislaufzentralisation. Bewegungsartefakte und hohe Konzentrationswerte von Methämoglobin verfälschen ebenfalls das Ergebnis. Nichtsdestoweniger wird das Pulsoxymeter als standardmäßiges Diagnostikum verwendet (23).

Als wichtiger oft vergessener Punkt gilt die Bestimmung der Atemfrequenz. Als Zeichen einer respiratorischen Insuffizienz gelten Frequenzen <6/Minute oder >30/Minute. Bei Apnoe oder Schnappatmung – Atemfrequenz <6 – sollte großzügig intubiert und eine Beatmung durchgeführt werden (GoR A). Weitere Intubationskriterien (GoR B) sind das schwere Thoraxtrauma mit insuffizienter Atmung (Atemfrequenz >30) (4).

Die ATLS-Richtlinien besagen, dass jedem traumatisierten Patienten zusätzlich Sauerstoff verabreicht werden soll (24). Der Bedarf an Sauerstoff beim Menschen im Ruhezustand beträgt etwa 250ml/min. Nach einem Trauma kann der Sauerstoffbedarf auf über 1000ml/min ansteigen. Also wird jedem Trauma-Patienten über eine O₂-Maske bzw. über den Tubus 4-10l/min Sauerstoff verabreicht, um eine ausreichende, der Situation angepasste Oxygenierung sicherzustellen.

Die Therapie des Spannungspneumothorax umfasst eine Punktion medio-klavikular im 2. Interkostalraum mit einer großkalibrigen Venenverweilkanüle. Dadurch kommt es zu einer akuten Druckentlastung und zu einer kurzfristigen Wiederherstellung stabiler Zirkulationsverhältnisse. Als definitive Versorgung wird in weiterer Folge eine Bülau-Drainage angelegt. Dieselbe Therapie wird zur Versorgung eines Hämatothorax empfohlen. Als Indiz für eine massive Gewalteinwirkung wird eine Rippenserienfraktur bzw. eine instabile Thoraxwand gesehen. Der Patient sollte engmaschig überwacht, angemessen schmerztherapiert sowie großzügiger intubiert werden, da es schmerzbedingt zum Versiegen der suffizienten Atmung kommen kann.

1.6.3.3 C: Circulation (Zirkulation)

Als nächstes werden laut ATLS-Schema die Zirkulation bzw. der Blutverlust kontrolliert. Als zentrale Frage stellt sich hier: Wie ist die Kreislaufsituation und die Gewebepfusion des Patienten zu beurteilen? Anders ausgedrückt: Ist der Patient schockiert? Die Definition des Schockes nach Bühnen lautet (25):

„Inadäquate Organperfusion und gestörte Gewebeoxygenierung infolge einer Störung des Kreislaufsystems mit akutem zellulärem Energiemangel aufgrund anhaltender Diskrepanz zwischen O₂- Bedarf und O₂- Angebot.“

Klinische Zeichen einer inadäquaten Organperfusion sind Angst, Unruhe, Verwirrtheit und Somnolenz. Ferner sind blasse kaltschweißige Haut, eine verlängerte Rekapillarierungszeit, reduzierte Ausscheidung bis hin zur Anurie Zeichen eines Schockes. Zu beachten ist allerdings, dass der Schock eine rein klinische Diagnose ist. Da feste Messgrößen wie der Schockindex oder Laktatwert im Serum nur Hinweise geben können, muss individuell anhand der klinischen Präsentation des Patienten entschieden werden.

Das Ansprechen auf therapeutische Maßnahmen wie etwa Volumensubstitution bestätigt die Diagnose. Freilich gibt es verschiedene Schockformen. Die wichtigsten in der Basisversorgung von Schwerverletzten sind aber der hypovolämisch-hämorrhagische und der kardiogene Schock.

1.6.3.3.1 Hypovolämisch-hämorrhagischer Schock

Der Hypovolämisch-hämorrhagische Schock wird durch akute interne oder externe Blutungen hervorgerufen. Wegweisend sind Befunde wie Tachykardie ($>100/\text{min}$), verminderte Blutdruckamplitude, Tachypnoe ($>20/\text{min}$) und Hypotonie. Wobei man beachten sollte, dass ein deutlich messbarer Blutdruckabfall erst ab einem Blutverlust von über 30% des Gesamtvolumens auftritt. Dies würde bei einem Körpergewicht von 70 kg einen Blutverlust von etwa 1500ml bedeuten.

Deshalb muss bei einem Verunfallten mit kühlen Extremitäten – als Zeichen einer Zentralisation – und Tachykardie bis zum Beweis des Gegenteils von einem Schock ausgegangen werden. Erst ab einem schweren Schock mit einem Blutverlust von 30-40% kann ein rascher Blutdruckabfall bemerkt werden.

Zur Orientierung der klinischen Einschätzung bezüglich des Blutverlustes und der Therapie gilt folgendes (26):

- Grad I: Blutverlust von $< 15\%$ oder etwa 750ml; in der Regel klinisch nicht fassbar
- Grad II: Blutverlust von 15-30% oder 750-1500ml; Tachykardie ($>100/\text{min}$), Tachypnoe, erregter Patient; Behandlung mit Kristalloiden
- Grad III: Blutverlust von 30-40% oder 1500-2000ml; Tachykardie ($>120/\text{min}$), merkbarer Blutdruckabfall, Verwirrung und verminderte Ausscheidung; Behandlung mit Kristalloiden und Erythrozyten- Konzentraten
- Grad IV: Blutverlust von mehr als 40% oder über 2000ml; Patient lethargisch, anurisch, Tachykardie ($>140/\text{min}$), massive Hypotonie; lebensgefährlicher Schockzustand; Kristalloide, Erythrozyten-Konzentrate, Gerinnungskonzentrate und chirurgische Blutstillung

Es werden im Primary Survey jedoch nicht alle Kompartimente auf Blutungszeichen untersucht. Man beschränkt sich auf jene, die bei einer Verletzung mit großem Blutverlust reagieren. So werden der Brustbereich, der Bauchbereich, die Hüften und Oberschenkel auf Blutungszeichen hin geprüft. Natürlich sollte auch Blut am Unfallort beachtet werden. Das Blutungsausmaß bei Frakturen ist abhängig vom Typ der Fraktur und von der seit dem Unfall verstrichenen Zeitspanne. So können bei einer Oberschenkelfraktur bis zu 1500ml Blut verloren gehen. Besonders gefährlich sind auch Beckenverletzungen nach massivem Beckentrauma. Vor allem dislozierte Beckenringverletzungen gehen mit großen Blutverlusten von bis zu mehreren Litern einher. So genannte „open-book“ Verletzungen bluten nach extra- und intraperitoneal und es besteht dringender Handlungsbedarf.

Als konservatives Behandlungsverfahren direkt an der Unfallstelle oder spätestens im Schockraum sollte ein Beckengürtel auf Höhe des Trochanter Major angelegt werden.

Dadurch werden eine grobe Reposition der Fraktur, eine Verkleinerung des Beckenvolumens mit dem Effekt der Selbsttamponade und eine relative Blutungskontrolle erreicht. Der Beckengurt sollte jedoch spätestens nach 48 Stunden durch ein externes oder internes Stabilisierungsverfahren ersetzt werden, um einen Weichteilschaden mit Schädigung der pelvinen Strukturen oder Muskulatur zu vermeiden. Ernst zu nehmen ist, dass bei solchen Verletzungsmustern ein besonders hohes Thromboserisiko besteht und dies in der medikamentösen Therapie entsprechend beachtet werden muss.

Typische Schockzeichen können allerdings auch bei kritischem Blutverlust fehlen. Beispielsweise können junge Sportler den Verlust großer Blutmengen tolerieren. Sie verfügen über ausgezeichnete Kompensationsmechanismen und bleiben daher klinisch lange stumm. Sie verlieren mehrere Liter Blut, bevor sie, dann aber sehr rasch, dekompensieren. Ebenso besteht bei Frauen in der Schwangerschaft eine physiologische Hypervolämie, die initial einen Blutverlust verschleiern kann. Ebenfalls sind Patienten unter Beta-Blocker Therapie nicht in der Lage, ihre Herzfrequenz adäquat und situationsangepasst zu steigern. In genannten Fällen ist im Rahmen der Beurteilung des Blutverlustes bzw. des Schockes besondere Vorsicht geboten.

1.6.3.3.2 FAST in der Diagnostik

Natürlich verliert der Patient gerade bei Verletzung gut durchbluteter Organe wie etwa der Leber beträchtliche Mengen an Blut. Bei Organbeteiligung gewinnt die FAST-Sonographie (Focused Assessment with Sonography for Trauma) bereits am Unfallort oder im Rettungsmittel immer mehr an Bedeutung. Spätestens jedoch im Schockraum sollte eine FAST durchgeführt werden. Sie ist eine wichtige diagnostische Säule zur Früherkennung von intraperitonealen Blutungen. Standardisiert wird nach freier Flüssigkeit perihepatisch im Morrison-Raum, um die Milz, im Becken bzw. im Douglas-Raum und im Herzbeutel sowie in der Pleura gesucht.

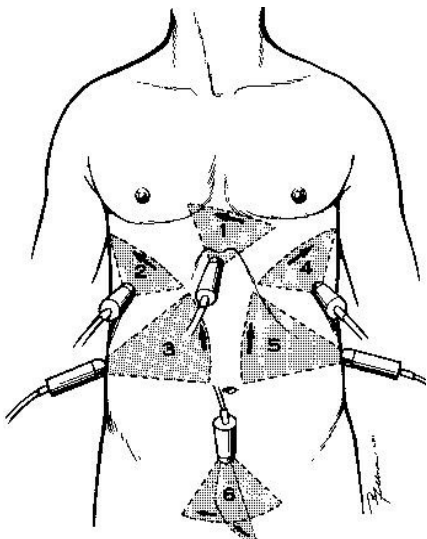


Abbildung 2. Schallkopfpositionen bei einer FAST-Untersuchung

Als schnelles und beliebig reproduzierbares Verfahren ist die FAST sowohl im Schockraum als auch auf der Intensivstation etabliert und gibt Antworten auf folgende Fragen (27):

- Sind sofortige Notfalleingriffe (Laparotomie, Thorakotomie) notwendig?
- Liegt ein Pneumothorax vor und ist eine Thoraxdrainage angezeigt?
- Erlaubt der Zustand des Patienten einen Übergang in die erweiterte Diagnostik?

Besondere Vorteile dieser Untersuchung sind die schnelle und leichte Durchführbarkeit, die Wiederholbarkeit und die fehlende Invasivität. Die FAST ist unbestrittenermaßen ein sinnvolles Diagnostikum, um lebensbedrohliche Zustände in der Primärdiagnostik zu erkennen. Ihr Potential ist jedoch noch nicht ausgeschöpft.

1.6.3.3.3 Kardiogener Schock

Der kardiogene Schock zeichnet sich durch akutes myokardiales Pumpversagen aus. Ursachen für einen kardiogenen Schock können eine Perikardtamponade, ein Spannungspneumothorax oder Herzkontusionen mit Abriss der Klappen sein. Als Therapie der Perikardtamponade muss eine Entlastung des Perikards erreicht werden. Dies geschieht bei einem traumatischen Hämato-perikard in erster Linie mittels Thorakotomie. Durch Entlastung des Kompartimentes kann das Herz seine Kreislauffunktion wiederaufnehmen. Als Therapie der Wahl des Spannungspneumothorax gilt die sofortige Dekompression mit einer großlumigen Venenverweilkanüle, die im vorherigen Kapitel bereits beschrieben wurde. Die Gefahr des Spannungspneumothorax besteht im Abknicken großer mediastinaler Gefäße und der dadurch bedingten Verringerung der myokardialen Auswurfleistung. Eine Stauung der Halsvenen als Zeichen einer oberen Einflusstauung gibt Hinweise darauf. Eine definitive Versorgung sollte mit einer Thoraxsaugdrainage erfolgen. Als Therapie der Herzkontusion können Katecholamine und Antiarrhythmika indiziert sein. Eine Senkung der Nachlast verbessert hier die Prognose (28).

1.6.3.4 D: Disability (Bewusstsein, neurologischer Status)

Im Punkt D des Schemas geht es um den neurologischen Status, die neurologische Einschätzung des Patienten. Als Instrument der objektiven Einschätzung wird der GCS ermittelt. Der Glasgow Coma Scale wurde bereits im Kapitel 1.3.1.1 beschrieben. Besonders geeignet, da mit sehr wenig Zeitaufwand verbunden, ist der GCS auch zur Verlaufsbeurteilung im Rahmen eines Re-Assessments. Eine Verlaufsbeurteilung wird somit möglich und eine Verschlechterung des AZ des Patienten kann frühzeitig entdeckt werden. Bei Verschlechterung muss laut ATLS eine sofortige Re-Evaluierung

erfolgen und beim Punkt A wieder begonnen werden. Wie oben schon erwähnt sollte ab einem GCS <9 eine prähospital Intubation durch den Notarzt erfolgen. Die körpereigenen Schutzreflexe würden nicht mehr ausreichen, um z.B. vor Aspiration zu schützen.

Neben dem GCS werden der Pupillenstatus und die Reaktion der Pupillen auf Licht getestet. Es wird vor allem auf die Größe, die Gleichheit und die Lichtreaktion hin untersucht. Mögliche pathologische Befunde können Hinweise auf eine ZNS-Schädigung geben. Einseitig weite und/oder entrundete Pupillen können Zeichen einer Hirndrucksymptomatik sein. Der Pupillenstatus hilft auch, Intoxikationen zu erkennen.

Abgeschlossen wird der Punkt D mit einem groben neurologischen Status. Dies ermöglicht die Früherkennung einer Halbseitensymptomatik bzw. eines Querschnitts. Ansprechbare und kooperative Patienten werden aufgefordert die Extremitäten vorsichtig zu bewegen. Durch sanftes Berühren bis hin zum Kneifen beim nicht ansprechbaren Patienten wird die Sensibilität überprüft. Für einen ausführlichen neurologischen Status ist in der Frühphase keine Zeit (29).

1.6.3.5 E: Environment, Exposure (weitere Verletzungen, Schutz vor Wärmeverlust etc.)

Im Punkt E des ABCDE-Schemas wird speziell auf die Umweltfaktoren, die auf den Patienten einwirken, eingegangen, bzw. auf weitere Verletzungen geachtet. Als erstes wird der Patient komplett entkleidet. Das verschafft einen guten Überblick auf weitere oder vorher eventuell übersehene Verletzungen wie etwa Stichwunden, Hämatome etc.

1.6.3.5.1 Hypothermie

Besonders zu beachten ist dabei der Faktor der Hypothermie. Ist die Umgebungstemperatur am Unfallort niedrig, muss der Patient vor Unterkühlung geschützt werden. Eine Hypothermie ist als ein Abfallen der Körperkerntemperatur unter 35°C definiert. Dies wird bei 12% bis zu 66% aller polytraumatisierten Patienten beschrieben (30). Obgleich eine therapeutische Hypothermie bei einigen elektiven Eingriffen indiziert ist und sich günstig auf den Patienten auswirkt, scheint sich die Hypothermie, die im Rahmen eines Polytraumas auftritt, ungünstig auf den klinischen Verlauf auszuwirken. Der Schweregrad der Hypothermie wird in der Tabelle unten erklärt, und kann als mild, moderat oder schwer klassifiziert werden. Anhand der Ursache kann eine Unterscheidung in endogen, kontrolliert-induziert oder akzidentiell getroffen werden.

	Traditionell °C	Polytrauma °C
Milde Hypothermie	<35-32	<35-34
Moderate Hypothermie	<32-28	<34-32
Schwere Hypothermie	<28	<32

Tabelle 5. Klassifikation der klassischen Hypothermie vs. Hypothermie beim Polytrauma

Beim schwerverletzten Patienten tritt in der Regel nur die akzidentielle Hypothermie auf, d.h. der unbeabsichtigte Abfall der Körpertemperatur, der aus einer Kälteexposition resultiert. So tritt z.B. ein Abfall der Körpertemperatur beim Einsatz von Anästhetika gemeinsam mit Muskelrelaxantien auf. Durch die fehlende Vasokonstriktion und ein durch die Muskelrelaxantien verhindertes physiologisches Kältezittern, das sog. Shivering, verliert der Körper an Temperatur. Ebenso verliert der Körper beim Einsatz von kalten Infusionen an Wärme. Deshalb sollte der Patient mit Wärmematten, durch warme Tücher, der Rettungsdecke oder vorgewärmten Infusionen vor Auskühlung geschützt werden.

Hypothermie wirkt sich nun in verschiedenster Art und Weise auf den Körper aus. So wird etwa die sympathische Aktivität gesteigert, es kommt unter anderem zum Anstieg der Atemfrequenz und zu Verwirrtheit. Besonders hervorgehoben sei allerdings der Einfluss der Hypothermie auf die Hämostase, das Gerinnungssystem. Mehrere Studien haben bewiesen, dass ein Abfall der Körpertemperatur sich negativ auf die posttraumatischen und perioperativen Blutverluste auswirkt. So konnte gezeigt werden, dass ein intraoperativer Abfall der Körperkerntemperatur auf 35°C mit signifikant höheren Blutverlusten einhergeht (31). Signifikante Unterschiede konnten prähospital allerdings erst ab einer Temperatur <34°C nachgewiesen werden. Es wird dabei vermutet, dass die durch Trauma verursachte Hyperkoagulabilität der hypothermiebedingten Auswirkung auf die Gerinnung zumindest teilweise entgegenwirkt. Ein Versuch, die hypothermische Hyperkoagulabilität zu erklären, beruht auf der Verminderung der Thrombinbildung bei niedrigen Temperaturen. Da Thrombin eine zentrale Rolle in der Aktivierung diverser Ko-Faktoren und Enzymen spielt und somit wesentlich zu Blutgerinnung beiträgt, wäre dies zumindest ein Erklärungsversuch. Darüber hinaus wird bei niedrigen Temperaturen eine verminderte Aktivität von Fibrinogen beobachtet. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass ein potenter Schutz vor Auskühlung grundlegend zum Patientenwohl beiträgt und Blutungskomplikationen verhindern kann (30).

Abgeschlossen wird die Untersuchung mit einer Inspektion des Rückens. Durch Drehen „en bloc“ des Patienten mit mindestens 3 Personen wird unter HWS-Schienung der Rücken begutachtet. Besonderes Augenmerk wird dabei auf Hämatome und sichtbare knöcherne Verletzungen gelegt.

Bei Komplikationen im Ablauf oder Verschlechterung einzelner Messparameter ist der Algorithmus von vorne zu beginnen. Dies bedeutet, dass bei Auftreten von Herzrhythmusstörungen oder eines Blutdruckabfalles als erstes die Atemwege bzw. die korrekte Tubuslage überprüft werden müssen. Danach sollte nach Zeichen eines Spannungspneumothorax gesucht und die korrekte Sauerstoffgabe sichergestellt werden. Erst anschließend, nach Ausschluss respiratorischer Probleme, sollte die Behandlung des zirkulatorischen Problems angegangen werden.

Die Prioritäten am Unfallort bezogen auf den ATLS sollten demnach sein (32):

- Sicherstellung der Oxygenierung
- Kontrolle von externen Blutungen
- Unverzögerlicher und schneller Transport
- Keine Intensivtherapie am Unfallort

Letzteres bedeutet, dass eine übermäßige Therapie direkt an der Unfallstelle nicht immer von Vorteil für den Patienten ist. Insbesondere bei Patienten mit beginnenden Schockzuständen oder Störungen der Bewusstseinslage gilt der rasche Transport in den Schockraum mit all seinen diagnostischen und therapeutischen Möglichkeiten als extrem wichtig. Bei diesen Patienten sind eine genaue Durchführung einer körperlichen Untersuchung oder andere aufwändige diagnostische Untersuchungen nicht mehr angezeigt. Die Rettungsphilosophie „stay and play“ gilt vor allem hier als überholt. Vielmehr rückt die Maxime „treat and run“, die auf dem Prinzip der „golden hour“ fußt, immer mehr in den Vordergrund.

1.6.4 Mechanismus und Verletzungsmuster

Um die Verdachts-/Arbeitsdiagnose Polytrauma zu stellen, sollte an der Unfallstelle der Unfallmechanismus genauer betrachtet werden. Hinweisend auf die Diagnose sind auszugsweise:

- Sturz aus mehr als 5 Metern Höhe
- Jede Art von Explosionsverletzung
- Herausschleudern aus einem Fahrzeug
- Einklemmung und Bergung aus einem Fahrzeug
- Verschüttung
- Verkehrsunfall eines Fußgängers oder eines Fahrradfahrers
- Motorrad- oder Autounfall mit hohen Geschwindigkeiten
- Tod eines Insassen

Danach folgt die Beurteilung der Verletzungsmuster. Wieder auf die Diagnose Polytrauma hinweisend sind hierbei:

- Instabiler Thorax
- Offene Thoraxverletzungen
- Instabile Beckenfraktur
- Zwei oder mehr Frakturen der unteren Extremität
- Amputationsverletzung von Arm und Bein

Schließlich sollten die Vitalparameter beurteilt werden:

- Atemfrequenz <10 oder >29 / Minute
- Sauerstoffsättigung $< 90\%$
- Blutdruck <90 mmHg
- GCS < 14

Sind ein oder mehrere oben genannte Parameter erfüllt, so ist die weitere Abklärung im Schockraum indiziert.

1.6.5 Rettungsmittel

Als entscheidender Faktor in Bezug auf die Transportzeit gilt die Wahl des Rettungsmittels, die sich an einer kurzen präklinischen Zeit orientieren sollte. Wieder im Hinblick auf die „golden hour“ sollten nur die Basismaßnahmen direkt an der Unfallstelle ausgeführt werden. Jede weitere therapeutische Maßnahme sollte entweder im Rettungswagen oder im Schockraum durchgeführt werden. Ist, wie etwa in den ländlichen Gegenden, mit einer verlängerten bodengebundenen Transportzeit zu rechnen, sollte der Rettungshubschrauber nachgefordert werden. Die Dauer der Versorgung am Unfallort sollte 15 Minuten nicht überschreiten. Ist mit einer längeren primären Versorgung direkt am Unfallort zu rechnen, sollte primär der Rettungshubschrauber verständigt werden (32).

Im Rahmen der Untersuchung von 17200 Patientendatensätzen aus dem Traumaregister wurden die Letalität und die Verweildauer am Unfallort von boden- und luftgebundenem Transport verglichen. Obwohl der Hubschrauber vom Unfallzeitpunkt über die Alarmierung bis hin zum Eintreffen am Unfallort durchschnittlich etwa 4 Minuten länger benötigte, zeigte sich ein spezifischer Überlebensvorteil der Gruppe von Patienten, die luftgebunden an die Klinik kamen. Ebenso war die Verweildauer des Hubschrauber-Teams an der Unfallstelle etwa 4 Minuten länger. Die Interventionsrate bei der luftgebundenen Rettung lag ebenfalls

höher. Es konnte trotz des verspäteten Eintreffens und der längeren Verweildauer ein Überlebensvorteil in der RTH-Gruppe nachgewiesen werden (33).

Nur kurz gestreift wird nun die Kinematik des Traumas. Sie sollte ein Grundpfeiler in der Anamnese sein. Beim Polytraumatisierten kann gegebenenfalls die Erhebung einer Fremdanamnese vonnöten sein. So kann anhand des Unfallherganges und der einwirkenden Kräfte und Bewegungen auf bestimmte Verletzungsmuster geschlossen werden. Das Wissen um die Menge an kinetischer Energie und die unterschiedlichen Toleranzen der verschiedenen Körperteile und Gewebe ist entscheidend für die Demaskierung von äußerlich nicht sichtbaren Verletzungen (34).

1.6.6 Erweiterte Diagnostik

Nach der Sicherung der Vitalfunktionen erfolgt die erweiterte Diagnostik, um die Anamnese und die klinische Untersuchung zu vervollständigen. Es soll somit ausgeschlossen werden, dass Verletzungen übersehen werden und der Überblick verloren geht. Dieser Schritt sollte allerdings nur durchgeführt werden, wenn der Patient hämodynamisch stabile Werte aufweist. Bei dauerhafter Instabilität oder Instabilität nach der Erstversorgung würde durch den zusätzlichen Zeitaufwand ein Nachteil für den Patienten entstehen. So ist zum Beispiel bei nachgewiesener freier Flüssigkeit im Bauchraum mit hämodynamischer Instabilität keine zusätzliche Bildgebung indiziert; der Patient sollte umgehend operiert werden.

Ist der Patient stabil, wird die Diagnostik um ausstehende situationsangepasste bildgebende Verfahren erweitert. Der Zeitbedarf und die Aussagekraft der Untersuchungen soll mit dem Nutzen abgewogen werden. Ob es nun ein Notfall-CT, angiographische Untersuchungen, transösophageale Echokardiographie etc. ist, muss patientenorientiert und individuell entschieden werden. Abschließend wird eine erste Befunddokumentation erstellt. Alle bisher erhobenen Diagnosen und Therapien sollen in den Befund mit einfließen.

Die Erweiterung der Anamnese kann nach dem AMPLE-Schema erfolgen und wird beim traumatologischen Patienten abgefragt (35):

A Allergie

- Allergie auf Medikamente wie z.B. NSAR, Kontrastmittel, Antibiotika; Asthma; frühere Zwischenfälle bei Operationen

M Medikamente

- Antihypertonika wie Betablocker verschleiern die Physiologische Antwort beim Schock
- Antidiabetika- die Möglichkeit einer Insulin-Überdosierung muss in Betracht gezogen werden, ev. Hypoglykämie als Unfallursache?
- Orale Antikoagulation erhöht das Risiko von Blutverlust
- NSAR erhöhen ebenfalls die Blutungsneigung
- Diuretika-Therapie als möglicher Grund für Hyperkaliämie
- Alkohol- und Drogenanamnese um unklare Bewusstseinsbilder zu erklären

P persönliche Anamnese

- Aktuell bestehende Krankheiten
- Relevante Vorerkrankungen oder Operationen
- Schwangerschaftsanamnese
- (beim bewusstlosen Patienten muss - soweit möglich - eine Fremdanamnese erhoben werden)

L Letzte Mahlzeit

- Erforderliche Nahrungskarenz bei operativen Eingriffen liegt bei 6 Stunden für Feste und bei 2 Stunden bei klaren Flüssigkeiten
- Für den Notfall gilt jeder Patient als operabel; jedoch immer eine Crush-Intubation beim nicht-nüchternen Patienten durchführen

E Ergebnisse in Bezug auf das Unfallgeschehen

- Zeitpunkt des Unfalls
- Wie wurde der Patient am Unfallort vorgefunden- initiale Bewusstlosigkeit?
- Welche Therapie hat der Patient bis jetzt erhalten
- Unfallart z.B. Verkehrsunfall, Arbeitsunfall etc.
- Wie war der Mechanismus des Unfalles: Hochgeschwindigkeitstrauma, Sturz aus großer Höhe, Schussverletzungen etc.

1.6.7 Damage Control Prinzip (Schadensbegrenzung)

Die gesamte Notfallbehandlung, von der Erstversorgung bis hin zur chirurgischen Intervention, sollte bei instabilen Patienten dem Damage Control Prinzip folgen. Dies heißt, dass langandauernde, für den Patienten belastende, chirurgische Eingriffe im Sinne eines Second Hits möglichst vermieden werden.

Ein gutes Beispiel für eine Damage Control Vorgehen ist ein „packing“ der Leber. Bei freier intraperitonealer Flüssigkeit und entsprechendem Leberbefund wird laparotomiert und die Leber tamponiert. Auf weitere therapeutische oder explorative Maßnahmen wird verzichtet und diese auf einen second oder third look verschoben. Selbiges gilt für das klassische Konzept der definitiven einzeitigen Frakturversorgung. Im Sinne einer Damage Control-Surgery wird die Fraktur grob reponiert und gegebenenfalls mit einem Fixateur externe versorgt. Nicht dringliche Eingriffe müssen also zu Gunsten einer Stabilisierung der Vitalfunktionen nach hinten verschoben werden. Dieses Konzept wurde bei uns in den letzten Jahrzehnten etabliert und stützt sich auf die Beobachtung, dass die posttraumatische Sterblichkeit bei Patienten mit persistierender metabolischer Azidose, Hypothermie und Koagulopathie (letale Trias) signifikant erhöht ist und durch belastende chirurgische Interventionen noch gesteigert wird (36). Dies inkludiert, dass ein schwerverletzter Patient bis zur weitgehenden Normalisierung seiner Vitalparameter auf die Intensivstation verlegt und engmaschig überwacht bzw. substituiert wird. Besonderen Wert wird gelegt auf: Normothermie, Normotension, Normoxämie, weitgehende Normalisierung der Koagulation und des Blutbildes, Revision der Laktatazidose und suffiziente Diurese.

Die zwei Ziele des Konzeptes sind die Kontrolle von Massenblutungen und die Dekompression von Körperhöhlen. Letztere umfasst die notfallmäßige Drainage von Spannungspneumothorax oder Hämatothorax. Die Kontrolle von Massenblutungen umfasst die Versorgung intrathorakaler oder intraabdomineller Massenblutungen wie Leber- und Beckenringzerreißen, intrakranielle Blutungen und Gefäßverletzungen.

Die Versorgung erfolgt standardisiert in drei Phasen (Staged Surgery):

Phase I: Initiale Damage Control mit Kontrolle von Massenblutungen und Dekompression von Körperhöhlen

Phase II: Transfer ad Intensivstation zur Behandlung der Kritischen Trias: Hypothermie, metabolische Azidose, Koagulopathie

Phase III: Reexploration zur definitiven chirurgischen Versorgung

Indikationen, um nach dem Damage Control Prinzip vorzugehen sind (37):

- Signifikante Blutung mit Transfusionsbedarf von mehr als 10 Blutkonserven
- Gerinnungsstörung mit einer PTT > 60s
- Hypothermie mit Abfall der Körpertemperatur unter 34 °Celsius
- ISS über 35
- Azidose mit Abfall des PH-Wertes unter 7,2
- Prolongierte Schockzustände
- Chirurgisch nicht behandelbare venöse Gefäßverletzungen
- Absehbar lange OP-Dauer bei nicht adäquater Stabilisierung des hämorrhagischen Schockes
- Lebensbedrohliche extraabdominale Verletzung

1.6.8 Algorithmus im Schockraum

Ein strukturiertes Vorgehen im Schockraum ist wie oben beschrieben von besonderer Bedeutung. Die folgende Graphik zeigt den Schockraumalgorithmus anhand ATLS bzw. Damage Control aus dem LKH Grazer abgebildet.

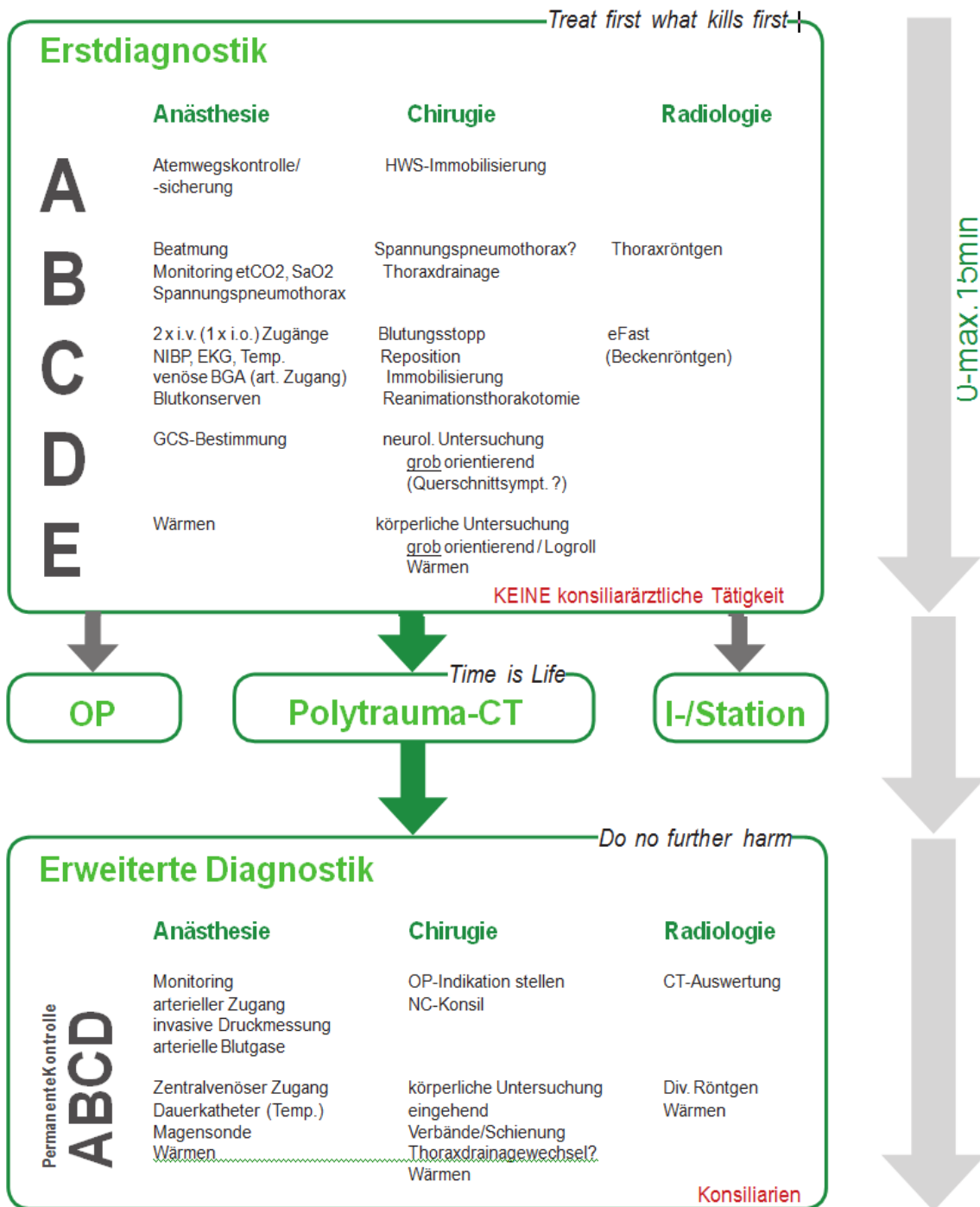


Abbildung 3. Schockraumalgorithmus am LKH Graz

1.7 Traumazentrum / Schockraum

Das LKH Graz ist als überregionales Traumazentrum für die Maximalversorgung mehrfach- und schwerstverletzter Personen verpflichtet. Das Weißbuch der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie gibt Empfehlungen für die Struktur, Organisation, Ausstattung sowie Sicherheit und Qualität in der Schwerverletztenversorgung vor. Im Folgenden werden diese erörtert.

Als überregionales Traumazentrum muss 365 Tage im Jahr, 24 Stunden am Tag genug personelle Ressourcen zur Verfügung gestellt werden, um Verletzungen als Notfall aber auch definitiv versorgen zu können. Es müssen mindestens zwei Schwerverletzte parallel versorgt werden können. Der Aufgabenbereich eines überregionalen Traumazentrums ist umfassend und der Personalaufwand dementsprechend hoch (38):

- Verpflichtung zur Weiterbehandlung aller Patienten im Verbund nach Verlegung von einem lokalen oder regionalen Traumazentrum
- Initiale Versorgung von Patienten mit speziellen Verletzungen wie z.B. Verbrennungen und spätere Weiterleitung in spezielle Einrichtungen
- Verpflichtung zur Beteiligung am Katastrophenschutz und Vorbereitung auf einen Massenansturm
- Verpflichtung zur Gewährleistung von fachspezifischen Fortbildungen
- Verpflichtung zur Beteiligung an klinischen Studien
- Sicherung der Versorgungsqualität durch Anwenden von interklinischen Qualitätssicherungsverfahren

1.7.1 Ressourcen und Schockraumteam

Um dies alles zu gewährleisten, ist ein hoher personeller und finanzieller Aufwand nötig. Speziell im Schockraum müssen Ärzte, Pflegekräfte und Ressourcen in 24-stündiger Verfügbarkeit sein. Folgende Ärzte sollten laut S3-Leitlinien innerhalb von 20-30 Minuten nach Alarmierung im Schockraum anwesend sein (16):

- Facharzt für Unfallchirurgie
- Facharzt für Allgemein Chirurgie (Viszeralchirurgie)
- Facharzt für Anästhesiologie
- Facharzt für Radiologie
- Facharzt für Neurochirurgie
- Alle an der Versorgung beteiligten Fachdisziplinen

Als Basisteam im Schockraum wird ein Facharzt für Unfallchirurgie, ein in Ausbildung stehender Unfallchirurg, jeweils ein Facharzt für Radiologie und Anästhesie, zwei Pflegekräfte der Chirurgie, eine Anästhesie-Pflegekraft, eine medizinisch-technische Radiologiefachkraft sowie Transportpersonal empfohlen.

Der Schlüsselempfehlung der S3-Richtlinie folgend, sollte das Basisschockraumteam aus mindestens 3 Ärzten (2 Chirurgen, 1 Anästhesist) bestehen, wobei mindestens 1 Anästhesist und 1 Chirurg Facharztstandard haben sollen (4).

Je nach Anforderung und Verletzungsmuster muss dieses Team durch Vertreter anderer Fachdisziplinen erweiterbar sein. So ist auch dies in den S3-Leitlinien verankert: Traumazentren sollen erweiterte Schockraumteams vorhalten. (4)

Neben den oben genannten Erfordernissen ist ein strukturiertes Zusammenarbeiten der unterschiedlichen Fachdisziplinen von besonderer Bedeutung. Eine gute Abstimmung und Koordination ist wesentlich für den Erfolg. So wird in den S3-Leitlinien empfohlen: Zur Polytraumaversorgung sollen feste Teams (sog. Schockraumteams) nach vorstrukturierten Plänen arbeiten und/oder ein spezielles Training absolviert haben (39). Sie sollte nach vorgegebenen Algorithmen erfolgen und in gemeinsamen Qualitätszirkeln regelmäßig evaluiert werden. Die Aus- und Weiterbildung der einzelnen Mitglieder (z.B. nach ATLS) hat hier höchste Priorität, dient dem Wohl des Patienten und bietet viele klinische Vorteile (40).

Hoff et al. konnten zeigen, dass die Einführung eines sogenannten „Traumaleaders“ zu einer Verbesserung der Versorgungsqualität und des Behandlungsablaufes führte (41). Jedoch wurde festgestellt, dass keine gravierenden Unterschiede in Bezug auf die Fachrichtung, aus der der „Traumaleader“ kommt, bestanden. Er müsse nur die nötige Expertise und Erfahrung mitbringen (42). Aufgaben des „Traumaleaders“ sind unter anderem:

- Verantwortlichkeit im Schockraum
- Leitstruktur zur Entscheidungsfindung, Koordination und Kommunikation im Rahmen des Schockraummanagement
- Qualitätssicherung im Rahmen von Qualitätszirkeln

1.7.2 Strukturelle und logistische Anforderungen

An ein überregionales Traumazentrum werden spezielle räumliche Anforderungen gestellt. So sollte der Schockraum genug Platz zur gleichzeitigen Versorgung von zwei Patienten oder zwei getrennte Schockräume mit einer Grundfläche von mindestens 50 m² bieten (4).

Ein Computertomograph sollte direkt im Schockraum (siehe Abb.4 unten) für eine schnelle Diagnostik bereitstehen. Optional ist ein Ultraschallgerät oder ein fixes Röntgengerät vorzuhalten. Eine interventionelle Angiographie-Einheit sollte im Schockraum bereitstehen. Die interklinischen Versorgungswege sollten möglichst kurz sein. Der Schockraum sollte sich in der Nähe der Krankenseinfahrt, des Hubschrauberlandeplatzes, der radiologischen Abteilung und der Operationsäle befinden, des Weiteren ist auf die räumliche Nähe des Notfall-OP zum Schockraum zu achten (16).



Abbildung 4. Schockraum des Wiener AKH mit fixem CT-Gerät

1.7.3 Aktivierung des Schockraumteams

Um eine Untertriage (keine Schockraumaktivierung trotz großer Verletzungsschwere) und eine Übertriage (Schockraumaktivierung bei niedriger Verletzungsschwere) zu verhindern, müssen Patienten präklinisch mittels Traumascores genau selektioniert werden (siehe Kapitel 1.3). Es gilt, die Rate der Untertriage möglichst gering zu halten und die Rate der Übertriage nicht unnötig zu erhöhen. Was aber nun die Kriterien die für eine Schockraumaktivierung sind, soll im Folgenden besprochen werden. In den S3-Leitlinien sind die Schlüsselempfehlungen verankert (4):

- Systolischer Blutdruck unter 90mmHg nach dem Trauma
- Vorliegen von penetrierenden Verletzungen der Rumpf-Hals-Region
- Vorliegen von Schussverletzungen der Rumpf-Hals-Region
- GCS unter 9 nach Trauma
- Atemstörungen/Intubationspflicht nach Trauma

- Frakturen von mehr als 2 langen Röhrenknochen
- instabiler Thorax
- Beckenfrakturen
- Amputationsverletzung proximal der Hände/Füße
- Querschnittverletzung
- offene Schädelverletzungen
- Verbrennungen > 20 % und Grad $\geq 2b$

Aufgrund guter Evidenz, sollte in folgenden Fällen das Schockraumteam aktiviert werden (4):

- Sturz aus über 3 Metern Höhe
- Verkehrsunfall (VU) mit
 - Frontalaufprall mit Intrusion von mehr als 50-75 cm
 - einer Geschwindigkeitsveränderung von $\Delta > 30$ km/h
 - Fußgänger-/Zweiradkollision
 - Tod eines Insassen
 - Ejektion eines Insassen

2 Material, Methoden, Patienten

Die Auswahl der Patienten in dieser Arbeit erfolgte nach folgenden Kriterien:

- Behandlung im Schockraum des Grazer LKH nach einem Trauma
- ISS >16 (definitionsgemäß als Polytrauma zu bezeichnen)
- Tod in weiterer Folge

Zu diesem Zwecke wurden im Schockraumbuch Patienten im entsprechenden Zeitintervall selektioniert (01.01.2010-31.12.2010). Über Traumaregister- und MEDOCS(elektronische Kommunikations- und Informationssoftware für die steirischen Landeskrankenhäuser)-Daten wurden Verletzungsgrad, Verletzungsmuster, Behandlungen etc. registriert. Sie wurden in einer EXCEL® (Microsoft Corporation, Redmond- Vereinigte Staaten) Datei zusammengetragen und gespeichert.

Für diese retrospektive Datenerhebung wurden 165 Patienten, die im Schockraum in Graz im Jahre 2010 behandelt wurden, herausgefiltert. Die Daten stammen aus dem Traumaregister der DGU (Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie), in welches jeder Schockraumpatient aufgenommen wird. Die Vorgabe war, dass diese Patienten im Zeitraum von 01.01.2010 bis zu 31.12.2010 im Schockraum behandelt wurden und in weiterer Folge verstorben sind.

Alle am Trauma-Netzwerk beteiligten Kliniken sind dazu verpflichtet, Behandlungsdaten von Unfallverletzten in das Traumaregister einzugeben. Anhand dieser Daten werden die Versorgungsqualität betreffende Aussagen und die Behandlungsmethoden auf ihre Effektivität untersucht.

Diese Daten sind zum Schutz anonymisiert und mit einer fortlaufenden DGU-ID Nummer versehen. Es wurde Zugang zur passenden Matchliste gewährt, um diese Daten zur Auswertung mit dem MEDOCS abzugleichen.

Viele in dieser Arbeit aufgelistete Daten wurden dem Traumaregister entnommen und anschließend ins Microsoft-Excel übertagen. Andere Datensätze wurden aus dem MEDOCS herausgesucht und zur Vervollständigung ebenfalls in die Datei übertragen. Als Grundlage wurde mir Einsicht im Operationsberichte, Schockraumprotokolle, Dekurse, Diagnosen etc. gewährt.

Die Untersuchung bezog sich auf epidemiologische Daten (Geburtsdatum, Alter, Unfallursache, Diagnosen) und auf Vitalparameter.

Sowohl auf stetige Merkmale (alle Werte können innerhalb eines Intervalls aufgetragen werden) als auch auf diskrete Merkmale (0/1 oder Ja/Nein) hin wurde folgendes untersucht:

- Präklinischer Blutdruck
- Präklinische Herzfrequenz
- Präklinische Sauerstoffsättigung
- Präklinischer Glasgow Coma Scale
- Präklinische Volumentherapie
- Instabil im Schockraum (Ja /Nein)
- Blutdruck im Schockraum (mmHg)
- Zeit vom Unfall bis zum Eintreffen im Schockraum
- Ob ein CT durchgeführt wurde und der Zeitraum vom Unfall bis zum CT
- Ob freie Flüssigkeit im Bauchraum mittels FAST gefunden wurde
- Behandlungsdauer im Schockraum
- Zeit bis zum Schnitt einer Früh-OP
- Zeit bis zum Versterben des Patienten
- Kausale Todesursache (Schädel, Bauch/Becken, Thorax, MOV)
- Unfallart (Verkehrsunfall, Sturz, Sonstiges)
- Hat der Patient Ery-Konzentrate im Schockraum bekommen
- Welche Notfalleingriffe wurden durchgeführt (Thorakotomie, Laparotomie mit pelvic packing, Kraniotomie, Hirndrucksonde, chirurgische Fraktur stabilisierung)
- Diagnosen wurden erhoben

Wie oben erwähnt ist die Grazer Klinik dem Traumaregister der DGU beigetreten, dessen Ziel es ist die Versorgung von Schwerverletzten in optimaler Weise zu sichern und ständig zu verbessern.

Seit dem Jahr 2003 wird der RISC (Revised Injury Severity Classification) Score zur Schweregrad-Adjustierung verwendet, um eine Vorhersage bezüglich der Prognose zu treffen. In den RISC-Score fließen Parameter wie Alter, new ISS, AIS Kopf, GCS, Gerinnung in Form von aPTT, base excess, Herzstillstand und Blutungszeichen in Form von Blutdruckabfall, Hb unter 9 und verbrauchte EK's ein. Immer besser werdende Diagnostik und Therapie lassen die Schere zwischen der prognostizierten und der tatsächlichen Letalität auseinandergehen. Dies kann anschaulich gemacht werden durch die SMR (Standardised Mortality Ratio), die das relative Verhältnis von Letalität und Prognose beschreibt. Ist der Wert über 1, sterben mehr Menschen als mit dem

RISC Score prognostiziert. Befindet sich der Wert unter 1, sterben weniger Menschen als vorhergesagt.

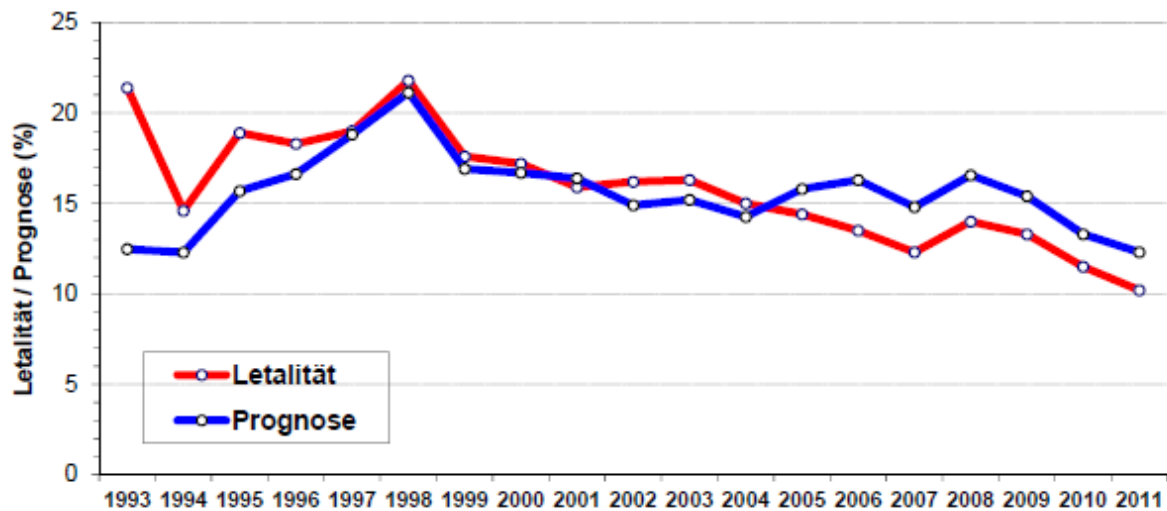


Abbildung 5. SMR- Unterschied zwischen prognostizierter und tatsächlicher Letalität

Seit 2005 liegt die SMR nachweislich unterhalb der Marke von 1 (43). Jedoch zeigt sich auch, dass in Graz die Sterberate höher ist als in anderen am Traumaregister beteiligten Kliniken und auch die SMR liegt seit 2008 wieder über 1. Daher ist es notwendig Ursachenforschung zu betreiben und die Managementabläufe zu beleuchten.

3 Ergebnisse

Von den 165 Patienten, die im Schockraum behandelt wurden, verstarben 30 im weiteren Verlauf, was einer Quote von 18,2 % des Gesamtkollektivs entspricht. Die Verstorbenen wurden in weiterer Folge in die Datenanalyse eingeschlossen, wohingegen die Überlebenden (n= 135 (81,8%)) keine Berücksichtigung fanden.

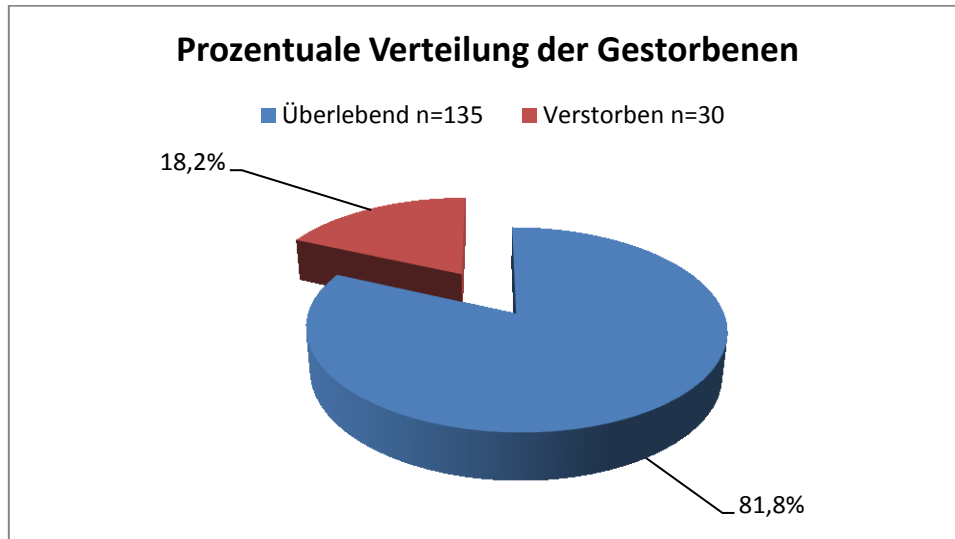


Abbildung 6. Darstellung der Überlebenden im Vergleich zu den Verstorbenen

Das folgende Diagramm zeigt die statistische Verteilung zwischen Frauen und Männern. Die Zahl der verstorbenen Männer ist mit 20 (2/3 der Verstorbenen) doppelt so hoch wie jene der Frauen mit 10 (1/3 der Verstorbenen).

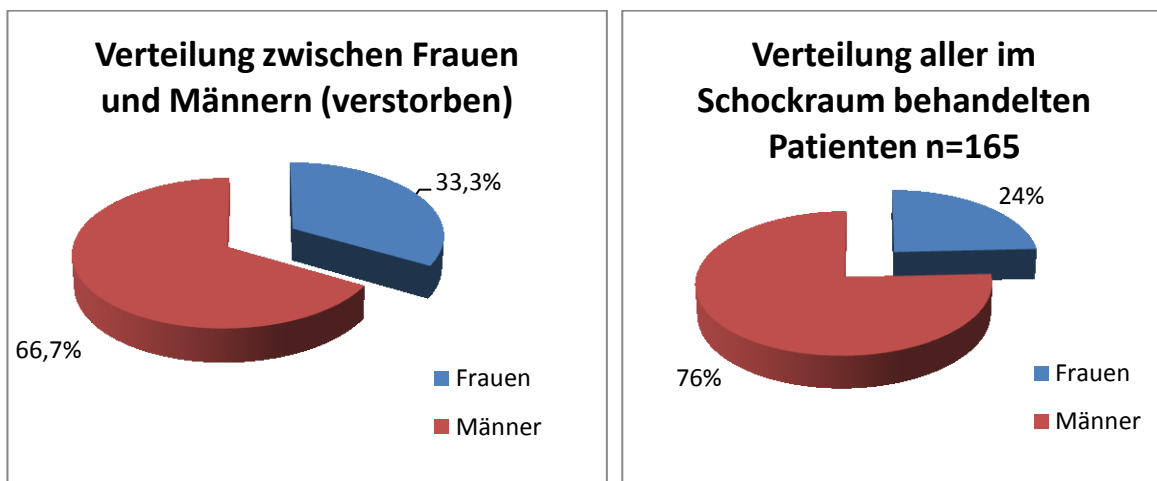


Abbildung 7. Darstellung der Verteilung zwischen Frauen und Männern

Abbildung 8. Verteilung aller im Schockraum behandelten Patienten

3.1 Alter am Unfallzeitpunkt und Todeszeitpunkte

Das Durchschnittsalter aller Patienten beim Tod war 66,8 Jahre (18 bis 91 Jahre). Das Durchschnittsalter aller verstorbenen Männer betrug 63,6 Jahre (18 bis 91 Jahre). Bei den Frauen zeigte sich ein durchschnittliches Alter von 73,4 Jahren (27 bis 88 Jahre). Die Männer waren somit zum Zeitpunkt ihres Ablebens im Schnitt 9,8 Jahre jünger. Das durchschnittliche Alter aller 165 Patienten im Schockraum betrug 50 Jahre, war also etwas niedriger.

Die Standardabweichung des Gesamtkollektivs betrug 21,5 Jahre, die Abweichung der männlichen Gruppe 21,3 und die der Frauen 21,4 Jahre. In der Abbildung unterhalb ist die Verteilung graphisch aufgetragen, wobei der schwarze Balken den durchschnittlichen Todeszeitpunkt und der blaue Balken die Standardabweichung markiert.

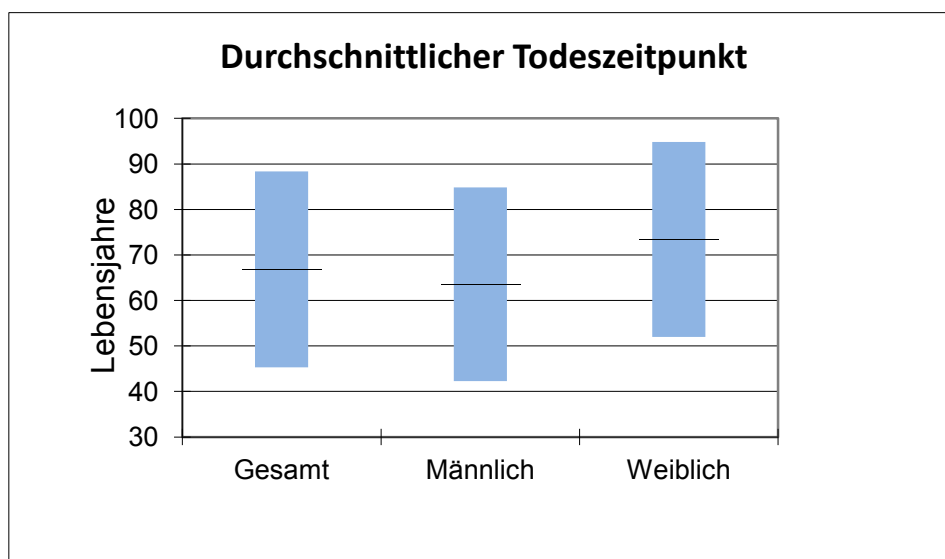


Abbildung 9. Durchschnittliche Verteilung der Todeszeitpunkte in der geschlechterspezifischen Verteilung

3.2 Dauer bis zum Versterben

Die durchschnittliche Dauer bis zum Tod betrug 63,6 Stunden. Zur Berechnung dieser Daten konnten nur 25 Datensätze verwendet werden, da bei 5 Datensätzen kein genauer Unfallzeitpunkt mehr nachvollziehbar bzw. dokumentiert war.

Die Gruppe der unmittelbaren Tode konnte hier nicht berücksichtigt werden. Sie versterben direkt an der Unfallstelle, kamen also nicht in den Schockraum und sind deshalb hier nicht dargestellt. In die Gruppe der frühen Tode fallen 4 Patienten, das sind 16% des Patientenkollektivs. Alle anderen, 21 Patienten oder 84%, hatten eine Überlebensdauer über 3 Stunden nach dem Trauma und fallen somit

definitionsgemäß in die Gruppe der späten Todesfälle. Wie oben erwähnt sind nur die beiden letzten Gruppen in der Tabelle angeführt. In der Tabelle unten ist die Verteilung graphisch dargestellt.

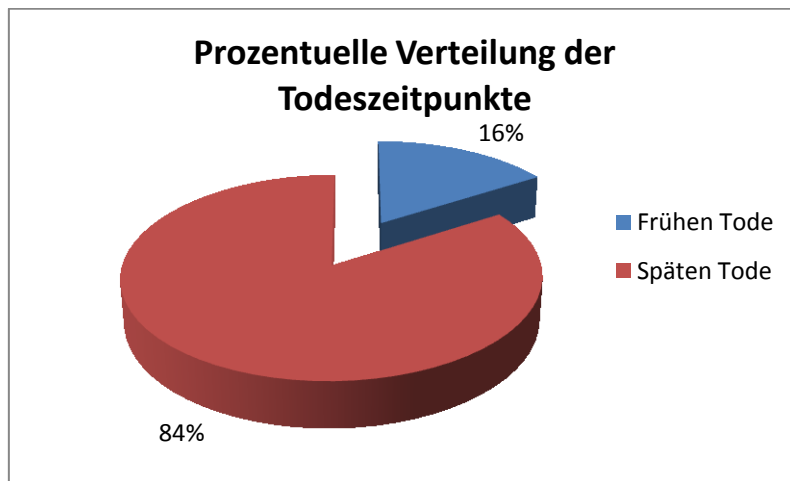


Abbildung 10. Statistische Verteilung in frühe und späte Tode

3.3 Präklinischer Blutdruck

Den ersten Blutdruckwert an der Unfallstelle betreffend mussten wiederum 5 Patienten aufgrund fehlender Daten aus der Analyse ausgeschlossen werden. Werte unter 90 mmHg systolisch gelten als instabil, jeder Wert über 90 mmHg gilt als stabil, wobei diese Absolutwerte selbstverständlich wenig über die tatsächliche hämodynamische Stabilität aussagen. Ein Mittelwert von 124 mmHg konnte ermittelt und eine Standardabweichung von 46,5 mmHg festgestellt werden. Bei 6 Patienten oder 24% wurde ein Wert unter 90 mmHg festgestellt, sie gelten definitionsgemäß als instabil. Der Rest, 19 Patienten oder 76%, war als stabil einzustufen. Im Gesamtkollektiv von 165 im Schockraum behandelten Patienten waren 21% als instabil einzustufen.

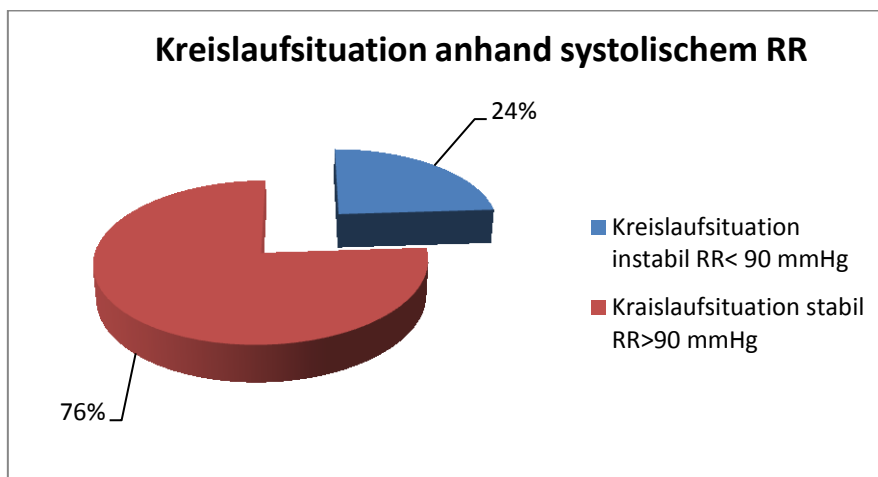


Abbildung 11. Kreislaufsituation an der Unfallstelle-Unterteilung in stabil/-instabil

3.4 Glasgow Coma Scale

Bezüglich des GCS mussten 4 Patienten aufgrund fehlender Daten aus der Analyse ausgeschlossen werden. Die Einteilung erfolgt wie im Einleitungsteil in leichtes, mittelschweres und schweres Schädelhirntrauma. 2 Patienten hatten kaum fassbare Beeinträchtigungen und einen GCS von 15, fallen aber laut Definition in die Gruppe der leichten Schädelhirntraumata.

Der durchschnittliche GCS im Kollektiv der Verstorbenen wurde mit 6,9 errechnet, die Standardabweichung mit 4,1. Im Vergleich dazu ist der GCS aller Schockraumpatienten (10,2 +/-5) aufgetragen. Der schwarze Balken in der Abbildung unten zeigt den durchschnittlichen GCS, der blaue Bereich markiert die Standardabweichung.

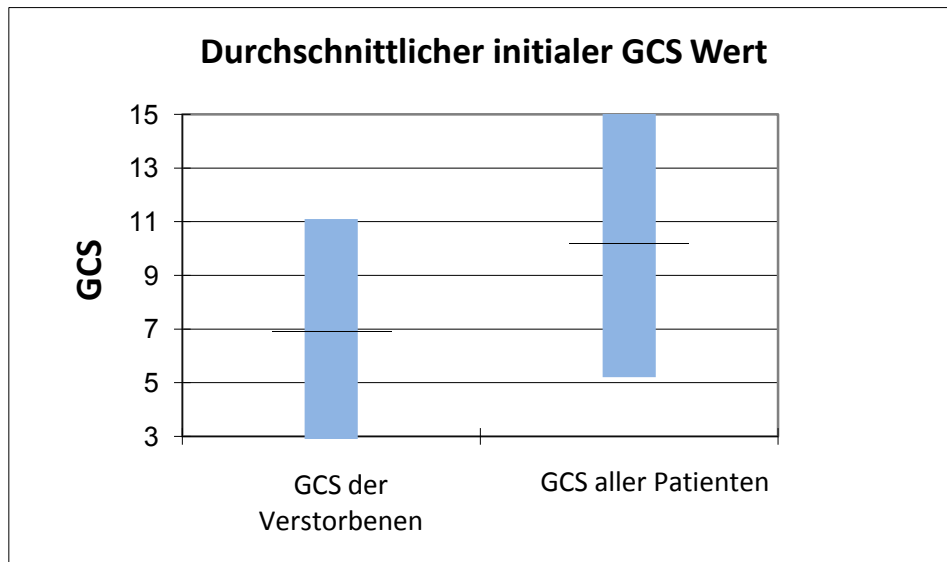


Abbildung 12. Durchschnittlicher erster GCS-Wert

3 Patienten oder 11,45% hatten zum Zeitpunkt der ersten GCS-Evaluation minimale Beeinträchtigungen und fallen in die Gruppe der leichten Schädelhirntraumata. 5 Patienten oder 19,23% fallen in die Gruppe der mittelschweren und 18 Patienten oder 69,23% fallen in die Gruppe der schweren Schädelhirntraumata. Im Gesamtkollektiv aller im Schockraum behandelten Patienten (n=165) fallen 39% in die Gruppe der schweren Schädelhirntraumata.

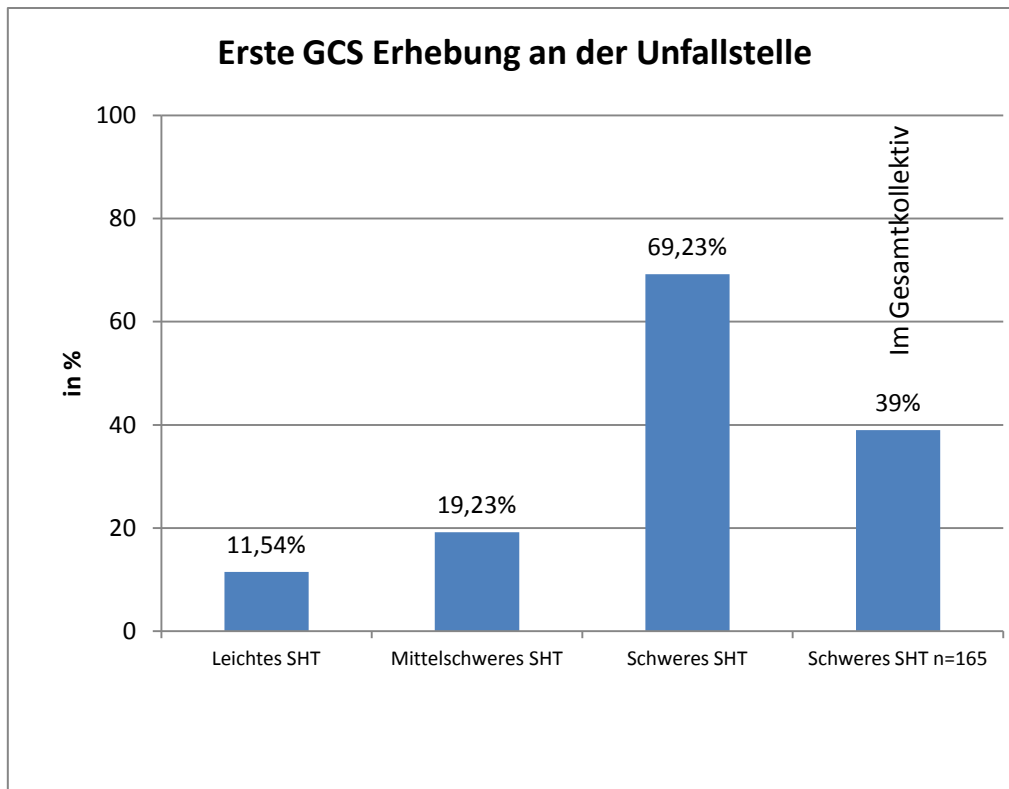


Abbildung 13. Einteilung in leichtes, mittelschweres und schweres Schädelhirntrauma der Verstorbenen und des Gesamtkollektives

3.5 Volumentherapie an der Unfallstelle

Die Einteilung der Volumentherapie erfolgte in 4 Gruppen: Volumentherapie bis 500ml, von 500-1000ml, von 1000-2000ml und über 2000ml. Dabei wurde keine Unterscheidung zwischen kristalloiden oder kolloidalen Ersatzmitteln getroffen.

Die durchschnittliche Substitution betrug 1224ml, die Standardabweichung war 748 ml. 8 Personen oder 32% fielen in die erste, 7 Personen oder 28 % fielen in die zweite, 9 Personen oder 36% fielen in die dritte und 1 Person, 4% war in der Gruppe die über 2000ml substituiert bekamen. Verglichen mit allen im Schockraum behandelten Patienten (n=165) wurde eine durchschnittliche Volumengabe von 1142ml ermittelt.

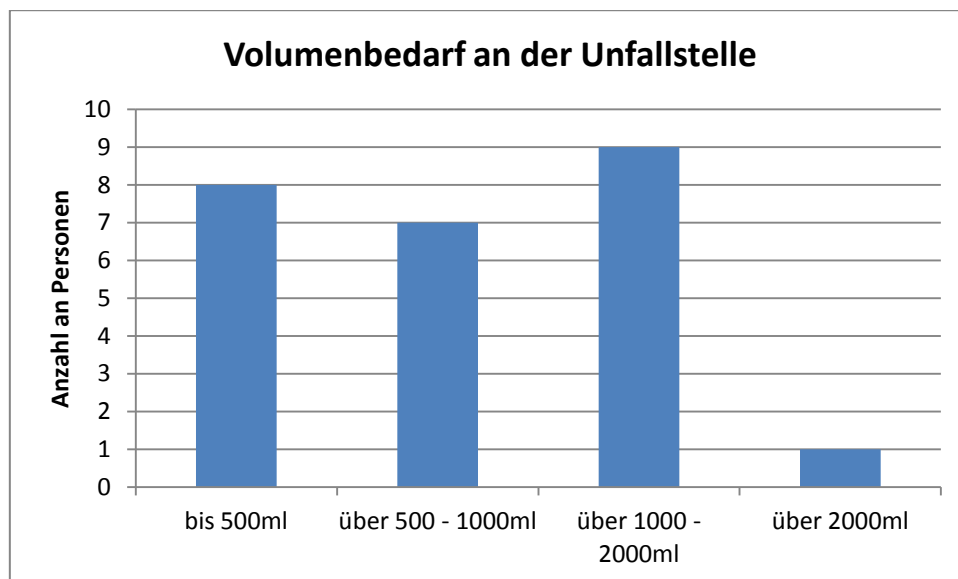


Abbildung 14. Volumenbedarf an der Unfallstelle mit Kristalloiden- oder kolloidalen Lösungen

3.6 Herzfrequenz an der Unfallstelle

Bei 21 Patienten wurde an der Unfallstelle die Herzfrequenz ermittelt. Die übrigen 9 Patienten mussten aufgrund fehlender Daten aus dieser Darstellung ausgeschlossen werden. Die Einteilung erfolgte in Normokardie (60-100 Schläge/min), in Tachykardie (>100 Schläge/min) und in Bradykardie (<60 Schläge/min). Anzumerken ist, dass auf die altersabhängige Herzfrequenzreduktion sowie auf frequenzrelevante Medikation hier keine Rücksicht genommen wurde.

Die durchschnittliche Herzfrequenz lag bei 87 Schlägen pro Minute, die Standardabweichung bei 31 Schlägen pro Minute.

Zwei Patienten (10%) wurden an der Unfallstelle als bradykard eingestuft. 15 Patienten (71%) wurden mit normaler Frequenz aufgefunden. Der Rest, 4 Patienten (19%) wurden als tachykard an der Unfallstelle eingestuft.

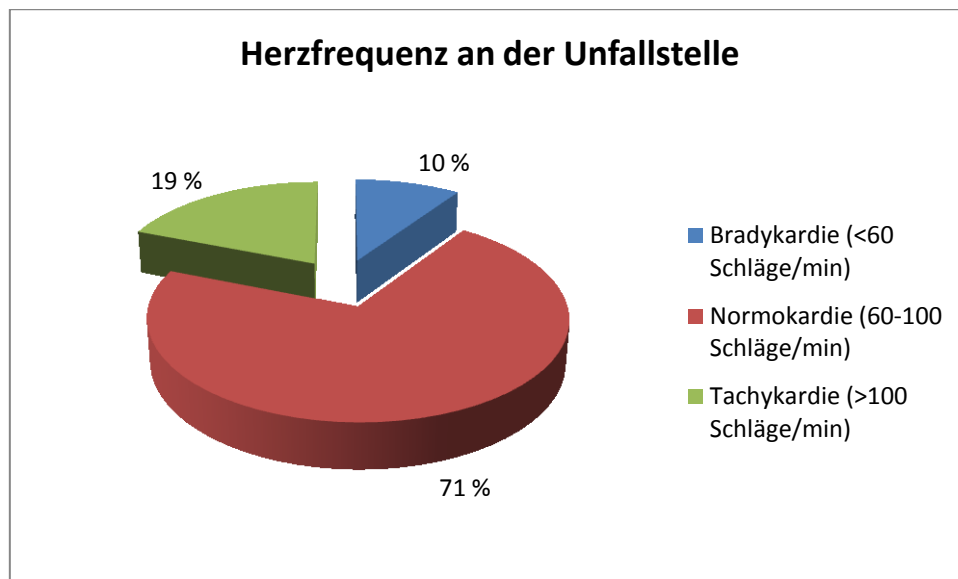


Abbildung 15. Herzfrequenz an der Unfallstelle, Unterteilung in Brady-, Normo-, und Tachykardie

3.7 Zeit bis zum Eintreffen an der Klinik

Im Folgenden wird die präklinische Zeit analysiert. In diesem Teil kann weder auf die Begleitumstände noch auf die Therapie am Unfallort eingegangen werden. Wie im Einleitungsteil besprochen muss immer individuell über die Art und den Umfang der Therapie am Unfallort entschieden werden.

24 Patienten wurden in die Analyse eingeschlossen, 6 mussten aufgrund fehlender Daten ausgeschlossen werden. Der Hauptgrund hierfür ist, dass der Unfallzeitpunkt nicht mehr nachvollziehbar war.

Der zeitliche Mittelwert vom Unfallereignis bis zum Eintreffen im Schockraum beträgt 132 Minuten, wobei einzelne Ausreißer (495 und 1065 Minuten) das Ergebnis verfälschen. Nach Ausschluss dieser Ausreißer wird ein korrigierter Mittelwert von 76 Minuten ermittelt. Die Standardabweichung mit den beiden Ausreißern beträgt 218 Minuten, ohne diese 32 Minuten. Abbildung 15 zeigt eine graphische Darstellung der Zeiten, ohne Berücksichtigung der Ausreißer. Der schwarze Balken markiert den Mittelwert, der blaue Balken die Standardabweichung. Im Vergleich dazu ist die präklinische Zeit des Gesamtkollektives (84 +/- 44 min) aufgetragen.

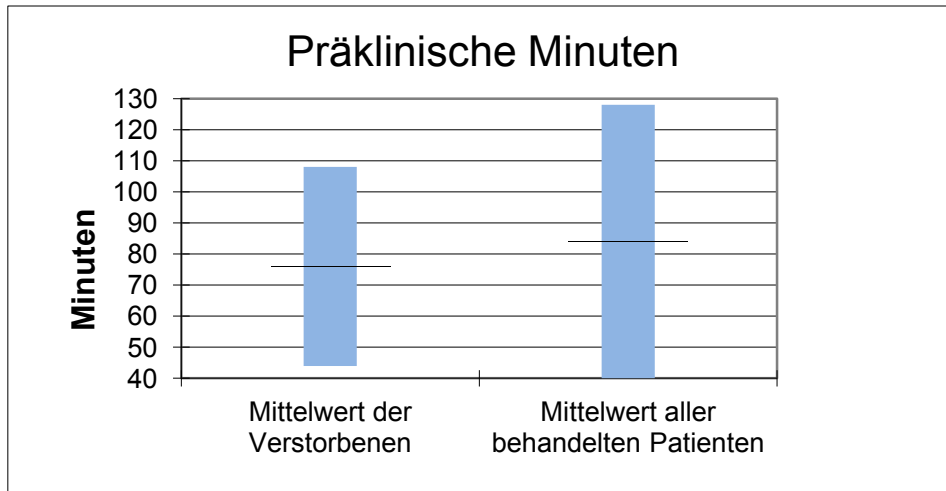


Abbildung 16. Darstellung der mittleren Zeit vom Unfallereignis bis zum Eintreffen im Schockraum im Vergleich der Verstorbenen zum Gesamtkollektiv

7 Patienten liegen im Bereich bis zu einer Stunde, 12 Patienten haben präklinische Zeiten von 2 Stunden oder darunter. Bei 3 Patienten wurden Zeiten von 3 Stunden oder darunter ermittelt. Die oben erwähnten beiden Ausreißer bilden die Gruppe über 180 Minuten.

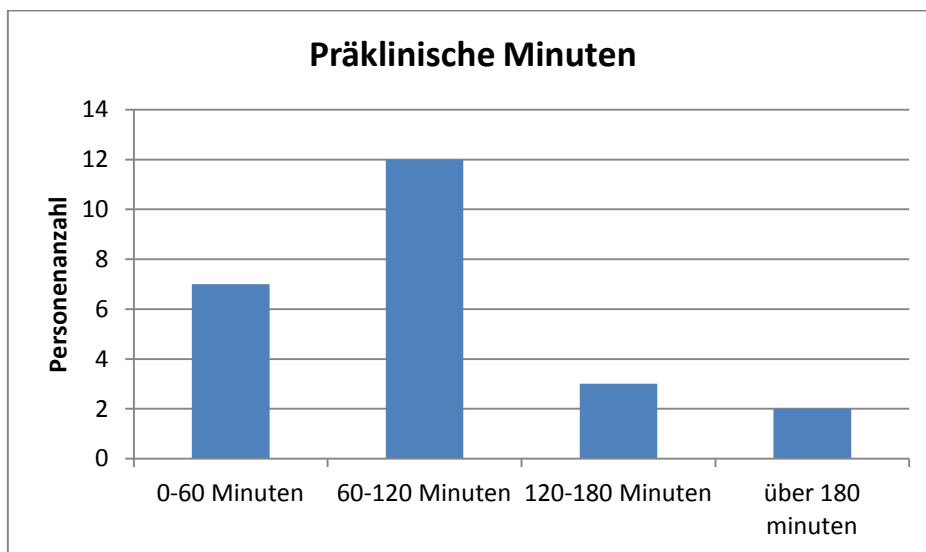


Abbildung 17. Zeit vom Unfall bis zum Eintreffen im Schockraum

3.8 Durchführung eines CT-Notfallscans

Bei allen Patienten mit Ausnahme von zwei wurde ein CT durchgeführt. Letztere verstarben im Schockraum noch vor der Durchführung des CT. Das sind 6,7 % vom Gesamtkollektiv. Wie oben schon erwähnt wurde bei 28 Patienten oder anders ausgedrückt bei 93,3 % ein CT durchgeführt.

3.9 Schockraumzeiten

Es konnten 26 Patienten in diese Analyse eingeschlossen werden. 2 Patienten mussten aufgrund fehlender Aufnahmezeiten im Schockraum ausgeschlossen werden. Weitere 2 Patienten verstarben im Schockraum, sodass die Schockraumdiagnostik nicht regulär beendet werden konnte. Auch diese wurden hier nicht berücksichtigt.

Der Mittelwert der Schockraumversorgung beträgt 37 Minuten, die Standardabweichung 28 Minuten. Bei der Untersuchung der Schockraumzeiten wurde weder auf die Therapie noch auf den damit verbundenen Zeitaufwand eingegangen.

Es wurde in 5 Gruppen unterteilt: Aufenthaltsdauer im Schockraum von unter 15 Minuten, von 15-30 Minuten, von 30-45 Minuten, von 45-60 Minuten und über 60 Minuten. 9 Patienten hatten eine Behandlungsdauer im Schockraum von 15 Minuten oder weniger, das sind 34,6% des Kollektivs. 4 Patienten oder 15,4% hatten eine Versorgungszeit unter 30 Minuten. 3 Patienten oder 11,5% wurden in weniger als 45 Minuten versorgt. Weitere 4 Patienten wurden in weniger als einer Stunde versorgt. Und 6 Patienten, das sind 23,1% aller Patienten wurden über eine Stunde im Schockraum versorgt.

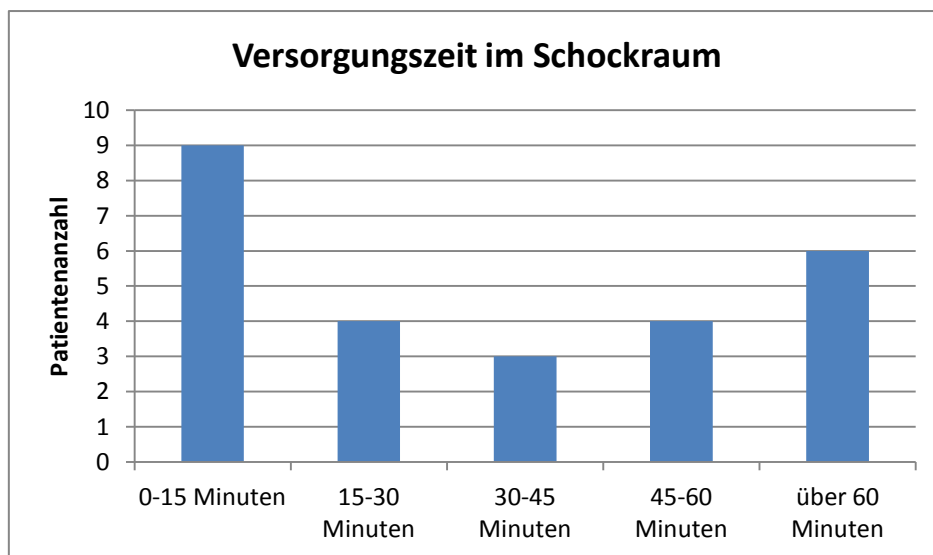


Abbildung 18. Aufenthaltsdauer oder Versorgungszeit im Schockraum

3.10 Todesursachen

In die Todesursachenanalyse konnten alle Patienten einbezogen werden. Folgende Einteilung wurde getroffen: Schädel (jede Verletzung des Gesichtes, des knöchernen Schädels, Gehirnverletzungen etc.), Abdomen (jede Verletzung der Bauchorgane und

der Aorta abdominales), Becken (Beckenfrakturen etc.), Thorax (Verletzung des knöchernen Thorax sowie des Herzens, der Lunge oder großer Gefäße etc.), jede internistische Todesursache und Multiorganversagen als späte Komplikation.

Die Einteilung erfolgte je nach Verletzungsmuster bzw. anhand der schwersten Verletzung. Bei eindeutig zuordenbarer Todesursache wurde ein Wert von 1 vergeben. Wenn angenommen werden musste, dass Verletzungen verschiedener Körperregionen zum Tod geführt hatten, wurde der Wert 1 aufgeteilt. So konnte in 9 Fällen keine eindeutige Zuordnung getroffen werden.

In 77,5% der Fälle konnten Verletzungen des Schädels oder zumindest eine Beteiligung des Schädels als Todesursachen bestimmt werden. Verletzungen des Abdomen waren in 4,2% als Todesursache festzumachen. Verletzungen des Thorax konnten in 13,3% als Todesursache ausgemacht werden und Beckenverletzungen hatten einen Anteil von 1,7%. Ein Patient oder 3,3% des Kollektivs starb an einer internistischen Todesursache.

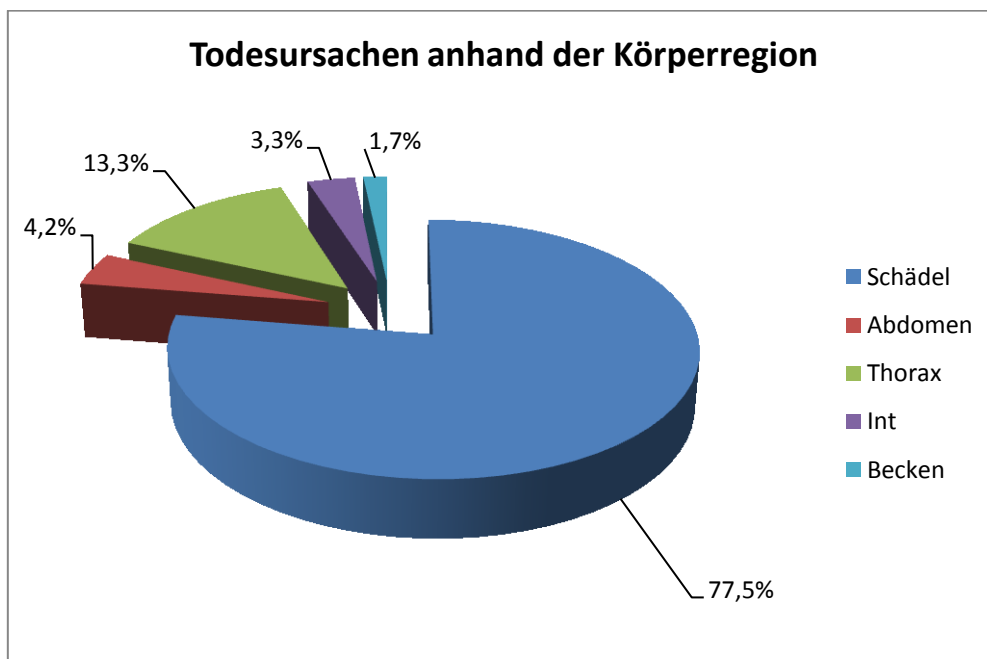


Abbildung 19. Unterscheidung der Todesursachen in Schädel, Abdomen, Thorax, Internistisch und Beckenverletzungen

3.11 Unfallmechanismus und Polytrauma

Wie in der Einleitung bereits beschreiben, existieren 2 Unfallmechanismen, die häufig mit einem Polytrauma assoziiert sind. Einerseits nimmt der Sturz aus über 5 Metern Höhe einen Großteil ein, andererseits hat auch der Verkehrsunfall einen

bedeutenden Stellenwert. Nach diesen beiden Unfallmechanismen wurde speziell gesucht. Unter dem Begriff „Sonstige“ wurden alle anderen Verletzungsmuster eingeordnet, wobei die Selbstverletzung in suizidaler Absicht mit Schusswaffen hierbei einen beträchtlichen Anteil einnimmt.

In die Analyse konnten alle Patienten eingeschlossen werden. Bei 50% oder 15 Patienten konnte ein Sturz aus über 5 Metern Höhe als Unfallmechanismus gefunden werden. In 30% der Fälle, was 9 Patienten entspricht, war der das Trauma verursachende Unfallmechanismus ein Verkehrsunfall. 6 Patienten oder 20% konnten in keine der beiden Gruppen eingeteilt werden und sind unter dem Begriff „Sonstige“ zusammengefasst.

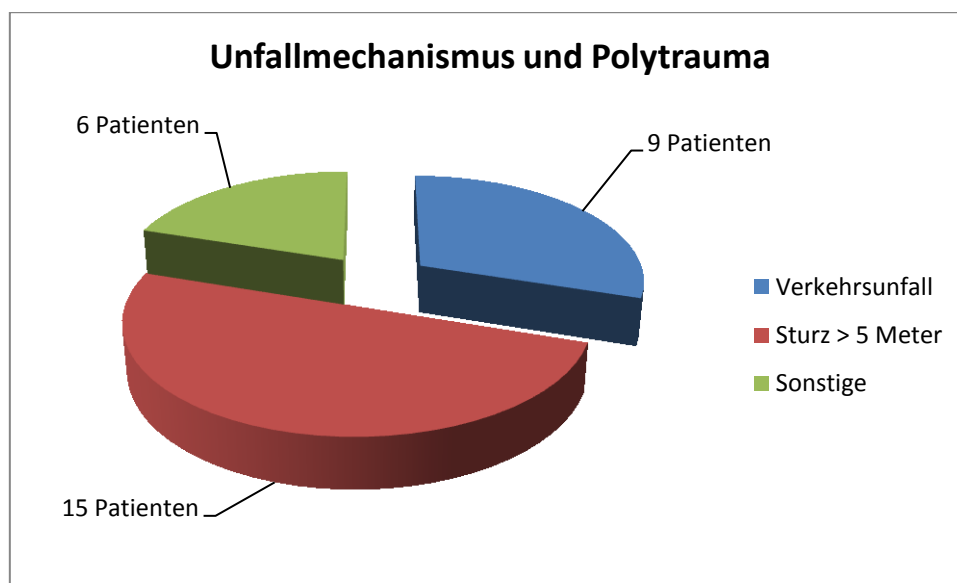


Abbildung 20. Unfallmechanismus und Zusammenhang mit Polytrauma; Unterteilung in Verkehrsunfall, Sturz aus großer Höhe und Sonstige

3.12 Notfalleingriffe und frühe Frakturversorgung

Im Folgenden wurde die Häufigkeit invasiver diagnostischer oder therapeutischer Eingriffe untersucht. Es wurde auf die Punkte Thorakotomie, Laparotomie/Pelvic packing, Kraniotomie, Anlage einer Hirndrucksonde und frühe chirurgische Frakturstabilisierung hin untersucht.

46,7% des Patientenkollektivs oder 14 Patienten mussten mit einem der obigen Notfalleingriffe versorgt werden. Bei den restlichen 16 Patienten wurde keine Intervention durchgeführt. Insgesamt wurden 22 Notfalleingriffe durchgeführt.

Zu bemerken und bei der Analyse zu beachten ist die Möglichkeit, dass an einem Patienten auch mehrere Notfalleingriffe durchgeführt werden können. Beispielsweise eine Kraniotomie mit anschließender Anlage einer Hirndrucksonde.

An 6 Patienten (20%) musste eine Thorakotomie durchgeführt werden. Ein Patient (3,3%) musste laparotomiert werden. Eine Kraniotomie wurde an 4 Patienten oder 13,3% des Patientenkollektivs durchgeführt. Am häufigsten wurde eine Hirndrucksonde zur Überwachung des Hirndruckes eingebracht. Dies wurde an 9 Patienten oder 30% des Kollektivs durchgeführt. Eine frühe chirurgische Frakturstabilisierung, im Sinne eines einzeitigen und primär definitiven Vorgehens, wurde an 2 Patienten oder 6,7% aller untersuchten Patienten durchgeführt.

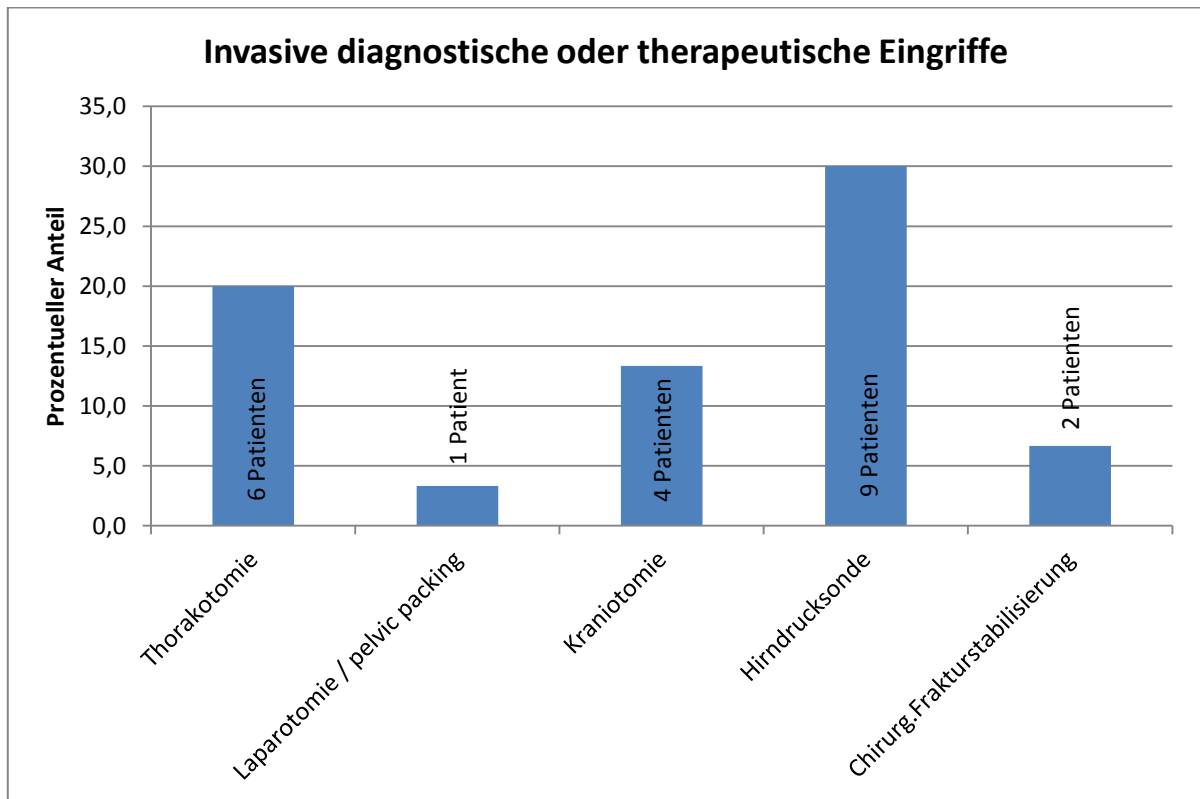


Abbildung 21. Häufigkeit diagnostischer oder therapeutischer Eingriffe

3.13 Dauer bis zur Durchführung der Notfalleingriffe und der frühen Frakturversorgungen

Wie oben bereits erwähnt mussten bei 14 Patienten Notfalleingriffe oder frühe Frakturversorgungen vorgenommen werden. Notfalleingriffe wurden folgendermaßen definiert: Abbruch der Schockraumdiagnostik mit sofortiger Verlegung in den OP oder Eingriffe direkt im Schockraum.

Aufgrund fehlender Daten bezüglich des Aufnahmezeitpunktes im Schockraum mussten zwei Patienten aus der Analyse ausgeschlossen werden. Ein Patient wurde bereits vor Schockraumaufnahme thorakotomiert und konnte somit ebenfalls nicht eingeschlossen werden. Zwei weitere Patienten wurden zuerst auf der Intensivstation

behandelt und danach in die Operationssäle gebracht. Folglich sind auch diese ausgeschlossen.

Es verbleiben somit 9 Patienten in der Analyse. Die durchschnittliche Dauer bis zur Intervention (alle Interventionen mit eingeschlossen) betrug 60 Minuten, die Standardabweichung von 38 Minuten. In der graphischen Darstellung markiert der schwarze Balken den Schnitt aller Werte und das blaue Feld die Standardabweichung. Das Zeitintervall bis zur Thorakotomie beträgt im Mittel 38,5 Minuten, jenes bis zur Kraniotomie oder Anlage einer Hirndrucksonde 70 Minuten.

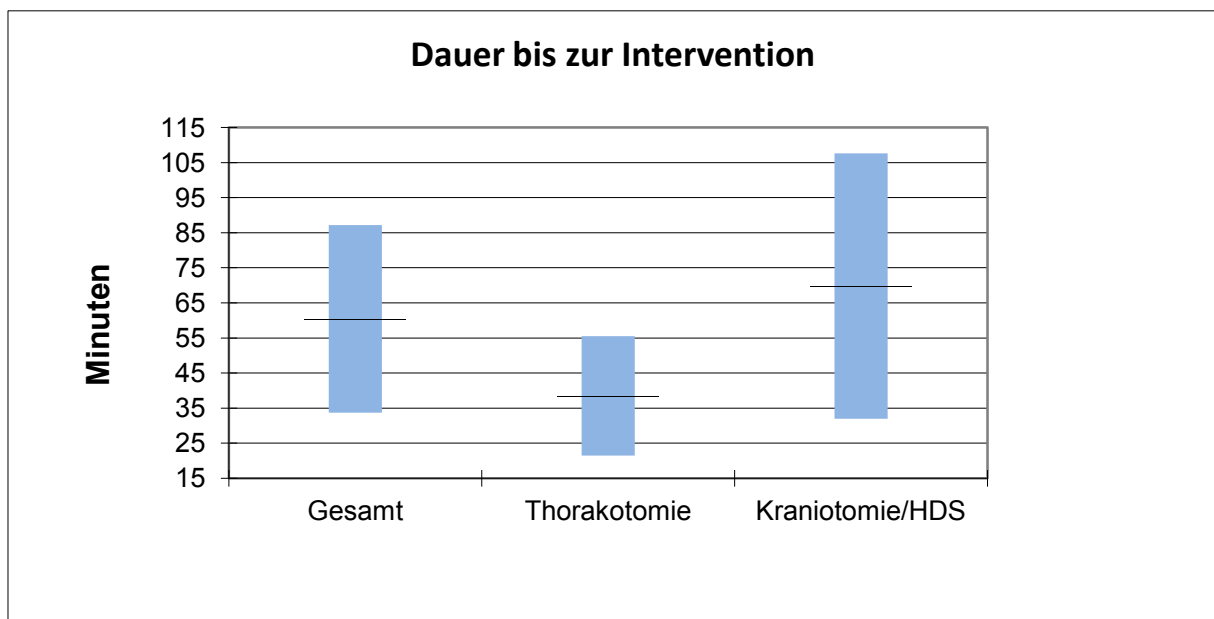


Abbildung 22. Zeit vom Beginn der Schockraumdiagnostik bis zur Not-OP

4 Diskussion

Alter am Unfall-/Todeszeitpunkt

Wie im Ergebnissteil beschrieben, war die Altersspanne der Patienten sehr groß. Sie reichte von 18 bis 91 Jahren. Das Durchschnittsalter der verstorbenen Patienten lag bei etwa 67 Jahren. Das Durchschnittsalter eines „normalen“ Polytraumapatienten 2010 beträgt 50 Jahre in Graz. Diese hohe Diskrepanz lässt sich folgendermaßen erklären: Wie Matthes et al. 2005 in einer prospektiven Studie herausfanden, lässt sich das Alter als unabhängiger Letalitätsfaktor herausfiltern (44). Auch Aufmkolk et al. konnten zeigen, dass ältere Menschen ein höheres Risiko haben, an einer schweren Unfallverletzung zu sterben. Er teilte das Patientengut in zwei Gruppen: Einerseits junge Patienten im Alter von 16-64 Jahren (n=1022) und andererseits ältere Patienten von 65-94 Jahre (n=132). Bei etwa gleicher Verletzungsschwere (ISS 28+/-1 in der jungen Gruppe, 27 +/-1 in der älteren Gruppe) starben die Menschen in der älteren Gruppe bei gleichen anatomischen Voraussetzungen häufiger (45).

Folglich unterliegen alte Menschen unabhängig von Co-Morbiditäten einem höheren Risiko, an einem Polytrauma zu versterben. In weiterer Folge erklärt sich, warum das durchschnittliche Alter der Verstorbenen höher ist als das der Überlebenden.

Dauer bis zum Versterben

Wie bereits beschrieben gilt die „Trimodale Verteilung nach Trunkey“ nach wie vor. Eine unterschiedliche Häufigkeit konnte festgestellt werden. So gilt nach Trunkey, dass etwa 30% der Patienten in die Gruppe der frühen Tode einzuordnen sind (8). Seine Arbeit wurde allerdings 1985 veröffentlicht, wo die Infrastruktur der Rettungskette, die mannigfaltige Möglichkeit der Diagnostik und Therapie etc. noch nicht so ausgereift waren wie heutzutage. Hochtechnisierte Schockräume, Trauma CT, engmaschige Intensivüberwachung – um nur einige zu nennen – führen zu einer Erhöhung der Lebenserwartung polytraumatisierter Patienten. So überleben in unserem Kollektiv nur 4 Patienten die ersten drei Stunden nicht. In dieser Untersuchung überwiegt der Anteil der späten Tode und so überlebten 21 Patienten die ersten 3 Stunden nach dem Trauma. Laut Trunkey wäre diese Gruppe mit 20% die kleinste (8). Eventuell gilt es hier, dem Zeitgeist folgend, neue epidemiologische Untersuchungen, den Todeszeitpunkt betreffend, anzustreben. Jedoch stellen die geringe Fallzahl und die nicht erfasste Zahl der unmittelbaren Tode hier einen deutlichen Bias dar.

Präklinischer Blutdruck

Der Blutdruck wird notfallmäßig als (wenn auch schlechter) Indikator des Blutverlustes gesehen. Definitionsgemäß gilt ein Blutdruckwert unter 90 mmHg als instabil. In der Analyse waren 6 Patienten oder 24% als instabil einzustufen. Nun drängt sich die Frage auf, ob der Rest der Patienten mit einem Blutdruck über 90mmHg wirklich hämodynamisch stabil war.

Wie wir in Kapitel 1.6.3.3 gehört haben, sind folgende Befunde wegweisend, um einen hämorrhagischen Schock zu diagnostizieren:

- Tachykardie über 100 Schläge pro Minute (verzerrt durch Schmerzen)
- Verminderte Blutdruckamplitude
- Tachypnoe mit einer Atemfrequenz über 20 pro Minute
- Hypotonie unter 90mmHg
- Neurologische Auffälligkeiten (Ängstlichkeit, Verwirrung, zunehmende Eintrübung)

Allerdings haben wir auch gehört, dass selbst Blutverluste von über 2000ml unter Umständen keine Änderung des Blutdruckes verursachen. Dies kann einerseits an der übermäßigen Sympathikusaktivierung, schmerzbedingt oder, was bei älteren Menschen oft der Fall ist, an einer Therapie mit Beta-Blockern liegen. Erst ab einem Blutverlust von 30-40% tritt – dann aber ein rascher – Blutdruckabfall ein. Die Kompensation von großem Blutverlust ist extrem unterschiedlich und von Patient zu Patient verschieden.

So ist der präklinische Blutdruck unter 90mmHg ein guter Indikator zur Aktivierung des Schockraumteams. Franklin et al. (46) zeigten in einer Untersuchung von 6976 Patienten, dass eine präklinische Hypotonie ein guter und wirksamer Indikator für die Schockraumteamaktivierung ist. Die Hälfte der untersuchten hypotonen Patienten erhielt im Anschluss eine Operation, ein Viertel wurde auf der Intensivstation weiterbehandelt. Auch Tinkoff (47) konnte zeigen, dass mit Blutdruckwerten unter 90mmHg eine signifikant erhöhte Sterblichkeit (24fach) einhergeht. Ob der Blutdruck allerdings die wahre hämodynamische Situation des Patienten widerspiegelt, ist aufgrund der oben beschriebenen Fakten kritisch zu hinterfragen. So wurde von Eastridge (48) 2008 eine Datenbankanalyse präsentiert, die 870.634 Patienten aus der National Trauma Data Bank einschloss. Er kam zu dem Ergebnis, dass die Schwelle zur Hypotonie bei 90mmHg zu niedrig angesetzt ist. Mit der Anhebung der „Hypotonieschwelle“ auf 110 mmHg würde dieser Parameter an klinischer Relevanz gewinnen.

GCS

Die Analyse der Glasgow Coma Scale ergab einen Durchschnittswert von 6.9 bei den Verstorbenen (vgl. GCS-Wert 10,2 bei allen Patienten 2010 in Graz). Die weitere Unterteilung erfolgte per definitionem in leichtes (15-13), mittelschweres (12-9) und schweres SHT (unter 8). Der Großteil, 18 Patienten hatten ein schweres SHT. 5 Patienten fallen in die Gruppe der mittelschweren SHT und lediglich bei 3 Patienten wurde ein leichtes SHT diagnostiziert.

Der GCS hat sich international als Werkzeug zur Einschätzung der Schwere der Hirnfunktionsstörung eingebürgert. Die erste Einschätzung am Unfallort hilft bei Entscheidungen, ob intubiert werden soll. Es geht um die Sicherung der grundlegenden Vitalfunktionen. Das „A“ (Airway, Atmung) und das „B“ (Breathing) sind als Erstmaßnahmen im Traumamanagement von höchster Priorität. In einer präklinischen Kohortenstudie konnte Klemen (49) einen positiven Effekt auf das Überleben der Patienten mit schlechten GCS Werten nachweisen, wenn jene endotracheal intubiert wurden. So werden die präklinische Notfallnarkose, die Intubation und die Beatmung bei GCS Werten unter 9 empfohlen.

Die Beurteilung des GCS hilft auch in der Entscheidungsfindung, ob das Schockraumteam aktiviert wird. So sehen Kohn et al. (50) einen GCS Wert unter 10 als wichtigen Prädiktor für das schwere Trauma. In seiner Untersuchung wurde bei 44,9% der Patienten aufgrund der niedrigen GCS Werte das Schockraumteam aktiviert und es konnte im Nachhinein eine große Verletzungsschwere nachgewiesen werden.

Der GCS ermöglicht darüber hinaus eine Verlaufsbeurteilung, welche auch in den Leitlinien verankert ist. Durch wiederholte GCS Beurteilungen kann sehr früh eine prognostische Abschätzung getroffen werden. So empfiehlt die Arbeitsgruppe um Marmarou (51) sowohl die regelmäßige Beurteilung des GCS als auch der Pupillenmotorik. Eine Verschlechterung dieser beiden Parameter korreliert mit einem schlechten Outcome.

Insgesamt ist die GCS Beurteilung ein wichtiger und einfach zu erhebender Wert, der aus der Notfallmedizin nicht mehr wegzudenken ist. Schwächen liegen in der Gefahr einer diagnostischen Lücke, die z.B. bei beginnendem Mittelhirnsyndrom auftritt. Hierbei werden spontane Strecksynergismen nicht erfasst. Ebenso zeigen sich Mängel in der Beurteilung von Rückenmarksverletzungen. Es ist darauf zu achten die Untersuchungen auf beiden Seiten an Arm und Bein durchzuführen.

Präklinische Volumensubstitution

Die durchschnittliche Menge an verabreichter Flüssigkeit an der Unfallstelle betrug 1224ml. Wobei 8 Personen bis zu 500ml, 7 Personen bis zu 1000ml, 9 Personen bis zu 2000ml und 1 Person über 2000ml an Volumen bekam. Verglichen mit allen im Schockraum behandelten Patienten kommt man hier auf ähnliche Werte. Betrachtet man alle 165 Patienten wurden durchschnittlich 1142ml an Flüssigkeit substituiert. Die Art und die Menge an Flüssigkeitssubstitution sind in den S3-Leitlinien mit unterschiedlichen Angaben, je nach Verletzungsmuster empfohlen. Werte Es existieren viele Arbeiten die sich teilweise widersprechen. Nichts desto weniger sollte bei jedem schwer verletzten Patienten eine Volumentherapie eingeleitet werden. Bei unkontrollierbaren Blutungen, vor allem aber bei penetrierenden Verletzungen des Brustkorbes und des Bauchraumes, sollte dies jedoch in zurückhaltender Form geschehen. So zeigte eine prospektive Untersuchung von 1069 Patienten, durchgeführt von Bickell et al. (52), dass sich große Flüssigkeitsmengen, negativ auf das Überleben der Patienten auswirken. Das Ziel dabei ist, den Kreislauf auf einem niedrig stabilen Niveau zu halten und so große Blutverluste zu verhindern.

Andere Expertenmeinungen weisen jedoch darauf hin, dass sich eine adäquate Volumensubstitution günstig auf das Outcome der Patienten auswirkt (53) (54). So wird vor allem bei Extremitäten-Verletzungen zu einer forcierten Volumentherapie geraten (55).

Turner et al. (56) konnten dies allerdings in einer später durchgeführten, randomisiert-kontrollierten Studie nicht bestätigen. Er teilte die 1309 Patienten präklinisch in eine Gruppe mit und in eine Gruppe ohne Volumentherapie. Es zeigte sich kein Unterschied in Mortalität und Morbidität des Langzeitergebnisses.

Außerdem sollte beim akuten SHT Flüssigkeit substituiert werden, um eine Normotension zu erreichen (4). Die Hypothese dahinter besagt, dass der erhöhte intrakranielle Druck eine Minderversorgung des Hirngewebes zur Folge hat. Eine Normotension sollte hier das Gleichgewicht zwischen großem Blutverlust und ausreichender Versorgung des Hirngewebes gewährleisten. (57)

Im speziellen erwähnen möchte ich den Einfluss der Hypothermie. Wie in Kapitel 1.6.3.5.1. beschreiben, wirkt sich die Hypothermie negativ auf die Gerinnung aus. Eine Hypothermie wird bei vielen Traumapatienten beobachtet und kann zu großen Blutverlusten führen. Deshalb verweist Bukur et al. (58) besonders auf einen ausreichenden Schutz vor Wärmeverlust in der Polytraumaversorgung. Er behauptet, der Substitutionsbedarf könne durch konsequenten Schutz vor Auskühlung vermindert und das Outcome verbessert werden.

Zeit bis zum Eintreffen im Schockraum/Präklinische Zeit

Wie bereits mehrere Male erwähnt spielt der Faktor Zeit eine besondere Rolle im Polytraumamanagement. Die Art und der Umfang der Therapie an der Unfallstelle gestalten sich von Fall zu Fall verschieden, was auch bei der Analyse meiner Daten zu unterschiedlichen Ergebnissen führte. 7 Patienten waren in weniger als einer Stunde im Schockraum, 12 Patienten innerhalb von 2 Stunden, 3 Patienten im Bereich bis zu 3 Stunden im Schockraum. 2 Patienten wurden als Ausreißer eingestuft, sie lagen im Bereich über 3 Stunden. Der korrigierte Durchschnitt wurde mit 76 Minuten ermittelt.

Nun fließen mehrere Faktoren in die präklinische Zeit ein: Der Anfahrtsweg des Rettungsmittels, Art und Umfang der Therapie, Wahl des Rettungsmittels (RTH oder NAW) etc. Die durchschnittliche präklinische Zeit aller Patienten liegt laut DGU Jahresbericht bei 84 min. Dieser Unterschied könnte einerseits daran liegen, dass Patienten weit aus der Peripherie angeliefert werden, und so längere Anfahrtszeiten entstehen. Andererseits ist die luftgebundene Rettung mit einer längeren Transportzeit verbunden (59). Zwar scheint es, als würde am RTH mit einer aggressiveren präklinischen Versorgungsstrategie gearbeitet werden, die Effektivität dieser aggressiven Therapie ist jedoch nur unvollständig belegt (60) (61).

CT- Notfallscan

Es wurde bei allen im Schockraum behandelten Patienten ein Notfall-CT durchgeführt. Ausnahme waren zwei Patienten, die nicht stabilisiert werden konnten und im Schockraum vor der Untersuchung verstarben.

Es wurde in mehreren Studien ein Überlebensvorteil für Patienten erkannt (62) (63) (64), die ein CT erhielten. So empfiehlt auch das Weißbuch ein CT-Gerät, am besten direkt im Schockraum. Auch die Empfehlung zu einem Multi-Slice-CT im Falle eines Abdominaltraumas findet in den Leitlinien ihre Verankerung. Die hohe Sensitivität und höchste Spezifität ist am besten geeignet, um intraabdominelle Verletzungen zu detektieren. Liu et al. untersuchten schon vor etwa 20 Jahren Patienten auf die diagnostische Aussagekraft von FAST, diagnostischer Peritoneallavage (DPL) und CT. An jedem der untersuchten Patienten wurden alle drei Untersuchungen durchgeführt. Er kam zu dem Ergebnis, das CT sei mit einer Sensitivität von 97,2% und einer Spezifität von 94,7% den anderen Untersuchungen überlegen (65). Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch neuere Studien (66).

So ist beim Schädel-Hirn-Trauma ebenfalls ein CCT indiziert. Da beim polytraumatisierten Patienten immer von einer großen Gewalteinwirkung ausgegangen werden muss, sollte bei Symptomen einer Gehirnschädigung immer

eine Bildgebung mittels CT erfolgen. Aufgrund der raschen Verfügbarkeit und der schnellen Untersuchungsdauer hat sich die Untersuchung als Goldstandard eingebürgert (4). Im Falle einer neurologischen Verschlechterung ist ein Kontroll-CT indiziert(4). Nicht operationsbedürftige Befunde im erstmaligen CT können sich innerhalb von kurzer Zeit verändern und eine Intervention als Therapie zur Folge haben.

Positiv anzumerken ist die hohe Rate an CT-Untersuchungen im LKH. Jeder nicht primär verstorbene Patient wurde leitliniengerecht einem CT unterzogen.

Schockraumzeiten

26 Patienten konnten in die Analyse der Schockraumzeiten mit eingeschlossen werden. Der Mittelwert der Schockraumzeiten betrug 37 Minuten mit einer Standardabweichung von 28 Minuten. Im DGU-Gesamtschnitt waren es 2010 39 Minuten; SD +/- 31 Minuten. Ist eine operative Intervention oder eine Verlegung auf die Intensivstation erfolgt, verlängerte sich die Zeit auf 75 Minuten +/- 45 Minuten (67).

Es existieren Arbeiten, die den Einfluss der Schockraumzeit auf ein höheres Überleben der Patienten belegen. Ruchholtz et al. untersuchten den Einfluss eines Schockraumalgorithmus, unter anderem bezogen auf die Dauer der Schockraumbehandlung. Er kam zu dem Ergebnis, dass die Patienten unter einer strukturierten und somit kürzeren Schockraumbehandlung ein besseres Outcome hätten (68). Empfehlungen zur Dauer der Zeit im Schockraum gibt es aufgrund der unterschiedlich angewendeten Diagnostik und Therapie jedoch nicht.

Todesursachen

In die Todesursachenanalyse konnten alle Patienten mit einbezogen werden. Bei eindeutig zuordenbarer Todesursache wurde ein Wert von 1 vergeben. Wenn angenommen werden musste, dass Verletzungen verschiedener Körperregionen zum Tod geführt hatten, wurde der Wert 1 aufgeteilt.

In 77,5% der Fälle konnten Verletzungen des Schädels oder zumindest eine Beteiligung des Schädels als Todesursachen bestimmt werden. Verletzungen des Abdomen waren in 4,2%, Beckenverletzungen mit 1,7% als Todesursache festzumachen. Verletzungen des Thorax waren in 13,3% als Todesursache auszumachen oder zumindest beteiligt. Ein Patient, oder 3,3% des Kollektivs, starb an einer internistischen Ursache.

Zuverlässige Daten zur Analyse der Todesursachen sind selten. Auch in meiner Analyse stellte sich die Auswertung als schwierig dar. Es galt die vermutlich schwerste Verletzung anhand radiologischer Befunde, sowie der ICD-Befunde zu identifizieren. Dort taten sich teils große Unterschiede in der Art der Dokumentation und der Kodierung auf.

Die Aufteilung des Wertes 1 erfolgte nach eigenem Ermessen, und Ermessen meiner Diplomarbeits-Betreuer. Es konnte nur angenommen werden, welchen Anteil im Endeffekt die einzelnen Verletzungen am Tod des Patienten hatten. Die oft deutlichen Unterschiede in der Dokumentation erschwerten dies zusätzlich.

Nichts desto weniger muss man bemerken, dass überdurchschnittlich viele letale Ausgänge auf Verletzungen des Kopfes zurückzuführen sind. In meiner Analyse war eine Verletzung des Kopfes oder des Gesichtes in 77,5% der Fälle zumindest am Tod beteiligt. In einer 2011 durchgeführten Untersuchung veröffentlichten Bratzke und Weber (69) eine epidemiologische Untersuchung in Bezug auf tödliche SHT. Sie konnten einen Rückgang tödlicher SHT von 20% des Sektionsgutes (Autopsie wegen nicht natürlicher Todesursache) auf etwa 15 % in den vergangenen Jahrzehnten beschreiben. Dies ist sowohl auf die bessere Fahrzeugsicherheit als auch die Fortschritt in Diagnostik und Therapie zurückzuführen. Dessen ungeachtet beschreiben Otte et al. (70) in einer Analyse der Todesursachen von 1994-99, dass tödliche Ausgänge hauptsächlich auf Schädel- oder Brustverletzungen zurückzuführen sind.

Wie ist also die hohe Zahl in meiner Analyse zu erklären? In den gängigen Untersuchungen wurde eine genauere Unterteilung der anatomischen Regionen getroffen. Zum Beispiel in Kopf und Gesicht. In meiner Arbeit werden diese beiden unter dem Punkt Schädel zusammengefasst. Dies erhöht den prozentuellen Anteil der zu beschuldigenden Todesursache. Zudem wurde eine außergewöhnlich hohe Rate an Suiziden beobachtet. Dies geschah in einer Mehrzahl der Fälle mit penetrierenden Schusswaffen. Auch diese Fälle mussten in die Gruppe der Schädelverletzungen mit eingeschlossen werden und erhöhen die Rate an Schädelverletzungen. Ein weiterer Faktor ist die „negative“ Selektion von schweren Schädelverletzungen als Level-1-Traumazentrum, da in Graz die einzige Neurochirurgie steiermarkweit und im Einzugsgebiet Südburgenland und in Teilen Kärntens ist.

Unfallmechanismus

Die Ergebnisse bezüglich des Unfallmechanismus korrelieren gut mit jenen der derzeitigen Forschung. Die beiden Hauptursachen, die zum Polytrauma führen, sind der Sturz aus großer Höhe und der Verkehrsunfall (71). Dies stimmte gut mit meinen

Ergebnissen überein. 9 Patienten waren in einen Verkehrsunfall involviert. Vorrangig waren es Fußgänger oder Radfahrer die mit einem Fahrzeug kollidierten. 15 Patienten stürzten aus großer Höhe. Laut einer prospektiven Studie von Kohn et al. (72) sind ab einer durchschnittlichen Fallhöhe von 6 Metern 10% der Patienten polytraumatisiert. Yagmur et al. (73) untersuchten die Durchschnittshöhe des Sturzes von 1643 Patienten, die anschließend verstarben. Ein Wert von 9 Metern konnte ermittelt werden.

6 Patienten mussten in die Kategorie Sonstige eingeteilt werden. Darunter fallen Arbeitsunfälle, aber auch ein nicht unbeträchtlicher Anteil an Suiziden.

Notfalleingriffe oder frühe Frakturversorgung, Zeit bis zur Durchführung der Eingriffe

Als Notfalleingriffe wurden Thorakotomie, Laparotomie/Pelvic packing, Kraniotomie, Anlage einer Hirndrucksonde und frühe chirurgische Frakturstabilisierung definiert. Bei 46,7% der Patienten musste ein solcher Eingriff durchgeführt werden. Da bei manchen Patienten mehrere Eingriffe ausgeführt wurden, konnte die Gesamtanzahl von 22 Notfalleingriffen beobachtet werden.

Die Analyse ergab, dass die Dauer von der Aufnahme bis zur Notoperation im Mittel bei 60 Minuten lag. Die Standardabweichung beträgt 38 Minuten. Für die genauere Aufschlüsselung siehe unten.

Thorakotomie

6 Patienten mussten sich aufgrund von Thoraxverletzungen einer Thorakotomie unterziehen. Laut Leitlinien sind Indikationen zur Thorakotomie (4):

- penetrierende Thoraxverletzungen die ursächlich für eine hämodynamische Instabilität verantwortlich gemacht werden können
- Blutverlust über die Thoraxdrainage von >1500ml oder fortwährender Blutverlust von 250ml/h über 4 Stunden

In mehreren Arbeiten wurde die Wichtigkeit dieser Notoperation bestätigt. Wenn diese indiziert ist, sollte sie so früh wie möglich ausgeführt werden (74). Wird jedoch der Blutverlust als Thorakotomie-Kriterium herangezogen, so muss von einer korrekten Platzierung und uneingeschränkten Durchgängigkeit der Drains ausgegangen werden. In einer von Karmy-Jones (75) durchgeführten multizentrischen Studie wurden die Thorakotomien, in Abhängigkeit der geförderten Blutmenge untersucht. Er konnte einen linearen Zusammenhang der Mortalität und der geförderten Blutmenge zeigen. Die geförderte Blutmenge scheint also ein guter

Indikator zur Thorakotomie zu sein. Das Zeitintervall von der Aufnahme bis zum Eingriff ist in seiner Arbeit im Mittel mit 2,4 Stunden angegeben.

In dieser Untersuchung zeigten sich mit 38,5 Minuten bis zum Eingriff kürzere Werte. Dies kann einerseits durch die größere Verletzungsschwere der untersuchten Patienten, andererseits durch die Tendenz zur schnellen Thorakotomie erklärbar sein.

Kraniotomie/HDS

Bei 9 Patienten wurde eine Hirndrucksonde angelegt und/oder eine Kraniotomie durchgeführt. Diese hohe Anzahl korreliert gut mit der großen Anzahl an Schädelverletzungen wie oben beschrieben. Ziel dieser Operationen ist die Entlastung bzw. die Überwachung des traumatisch geschädigten Hirngewebes, um etwaige Sekundärschäden zu minimieren. Die Indikation zur Operation ist allerdings nie in einer randomisiert-kontrollierten Studie überprüft worden. Jedoch finden sich gute Hinweise für einen positiven Effekt in mehreren retrospektiven Analysen (76) (77). Auffallend ist die im Vergleich zur Thorakotomie längere Zeit bis zur Operation. Das Intervall bis zum Eingriff beträgt 70 Minuten bei einer Standardabweichung von 38 Minuten. Josan (78) untersuchte den Effekt der frühen Kraniotomie (<24 Stunden) bei Kindern in Bezug auf das Outcome. Seine Messparameter waren die Sterberate und neurologische Defizite. Er konnte einen Zusammenhang zwischen früher Operation und besserem Outcome herstellen. Ob dies allerdings auf Erwachsene übertragbar ist, bleibt kritisch zu hinterfragen.

Bei zwei Patienten wurde eine frühe chirurgische Frakturstabilisierung durchgeführt, ein Patient wurde laparotomiert und seine Leber wurde gepackt.

Schockraum- personelle und apparative Voraussetzungen

Wie in Kapitel 1.7 beschrieben, ist für eine optimale Versorgung schwerverletzter Patienten ein großer Aufwand an strukturellen und personellen Ressourcen zu betreiben. Neben dem konventionellen Röntgen und der FAST-Ultraschalluntersuchung ist die CT Untersuchung mittlerweile unverzichtbar. Huber-Wagner et al. konnten kürzlich einen nachweisbaren Überlebensvorteil für Patienten herausfinden, die in der Schockraumphase als Diagnostikum ein Ganzkörper-CT erhielten (79). Um diesen Ergebnissen im klinischen Alltag gerecht zu werden, ist auch die Rate an CT-Untersuchungen am Klinikum in Graz sehr hoch.

Als problematisch erweist sich die räumliche Entfernung zwischen Schockraum und CT-Gerät in der radiologischen Abteilung. Dies erfordert, den Patienten nach dem ersten Diagnostik soweit zu stabilisieren, dass ein Transport zur Untersuchung

möglich ist. Wertvolle Minuten vergehen, bis die Untersuchung überhaupt begonnen hat.

Des Weiteren müssen im Grazer System die bekannten Transport- und Lagerungsrisiken in Kauf genommen werden. Nur als Beispiel sei der Schockraum am Wiener AKH erwähnt. Er ist mit einem fix installierten CT-Gerät bestückt, das in zwei verschiedene Richtungen frei beweglich ist, und ermöglicht es, ohne Lagerungs- und Transportrisiken, schnelle und hochsensitive diagnostische Aussagen treffen zu können. Der Aufwand, der in Graz betrieben werden muss, ist ungleich höher und kritisch zu hinterfragen. Freilich wären die Umbaukosten diesbezüglich hoch, da CT-Gerät und Abschirmung teuer sind. Allerdings könnten durch einen modernen Schockraum wertvolle Minuten im Sinne der Golden Hour of Shock gewonnen werden.

Ebenso ist in den S3-Leitlinien verankert, dass sich die Operationssäle, insbesondere jener zur Durchführung von Notoperationen, in unmittelbarer Nähe zum Schockraum befinden sollen. In Graz befindet sich der Saal für Notoperationen in einem anderen Stockwerk. Das heißt, man muss die zusätzliche Transportzeit und die Wartezeit am Aufzug in Kauf nehmen. Clark et al. (80) konnten zeigen, dass bei Patienten mit intraabdominellen Blutungen die Überlebenschance alle drei Minuten um 1% sinkt, wenn diese keine Laparotomie erhalten. Zeit ist also ein knappes Gut in der Schwerverletztenversorgung. In Graz ist diese strukturelle Voraussetzung, die unmittelbare Nähe von Schockraum und Not-OP, nicht gegeben.

Ein weiterer Kritikpunkt im Sinne der strukturellen Voraussetzungen findet sich in der Anforderung von Blutkonserven. Werden Blutkonserven bzw. Erythrozyten-Konzentrate im Schockraum benötigt, so wird die Grazer Blutbank verständigt, die sich in einem anderen Gebäude befindet. Nun wird eine Pflegekraft losgeschickt, um die Konserven zu holen, was den erneuten Verlust wertvoller Minuten bedeutet. Im Wiener AKH wurde dies wiederum besser gelöst. Nach der telefonischen Anforderung wird die Konserve mittels Rohrpost direkt in den Schockraum gesendet. Der Zeitaufwand beträgt weniger als eine Minute.

Wie im Kapitel 1.6 beschrieben, ist ein strukturierter Ablauf der Patientenversorgung essentiell. ATLS-Kurse geben Hilfestellung bezüglich der lebensrettenden Sofortmaßnahmen und des Schockraum-Algorithmus. Strukturierte Abläufe in der Patientenversorgung steigern nachweislich die Überlebenschancen der Patienten (81) (82). Zudem erhöhen ATLS-Kurse die individuelle Sicherheit in der manchmal hektischen Polytraumaversorgung. Anzudenken ist hier ein verpflichtender ATLS-Kurs für alle Ärzte und diplomiertes Pflegepersonal, die mit polytraumatisierten Patienten

arbeiten oder am Schockraumteam beteiligt sind, verbunden mit regelmäßigen praktischen Übungen im Sinne eines „Schockraumtrainings“.

Literaturverzeichnis

1. Mutschler WE, Kanz KG. Akutmedizin- Die ersten 24 Stunden. München: Elsevier; 2009.
2. Lehnert M, Marzi I. Polytrauma-Orthopädie und Unfallchirurgie. München: Elsevier; 2011.
3. Bouillon. Assessment of emergency care in trauma patients. Acta Neurochirurgica Supplement. 1993: p. 137-140.
4. DGU. S3 – Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung. 2011; Berlin: Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie.
5. Mutschler WE, Kanz KG. Polytrauma- Versorgung präklinisch und im Schockraum-Akutmedizin- Die ersten 24 Stunden. München: Elsevier; 2009.
6. Guzzo JL, Bochicchio GV, Napolitano LM, Malone DL, Meyer W, Scalea TM. Prediction of outcomes in trauma: anatomic or physiologic parameters? Journal of the American College of Surgeons. 2005 Oct: p. 891-897.
7. Grifka J, Kuster M. Modernes Traumamanagement-Orthopädie und Unfallchirurgie. Berlin: Springer; 2011.
8. Trunkey D. Towards optimal trauma care. Archives of Emergency Medicine. 1985 Feb: p. 181-195.
9. Osterwalder JJ, Weber D. Modernes Traumamanagement-Orthopädie und Unfallchirurgie Heidelberg: Springer; 2011.
10. Mutschler WE, Kanz KG. Polytrauma- Versorgung präklinisch und im Schockraum-Akutmedizin- Die ersten 24 Stunden. München: Elsevier; 2009.
11. Osterwalder JJ, Weber D. Modernes Traumamanagement. München: Springer; 2011.
12. Keel M, Trentz O. Pathophysiology of polytraumata. Injury. 2005 Jun: p. 691-709.
13. Dunham CM, Damiano AM, Wiles CE, Cushing BM. Post-traumatic multiple organ dysfunction syndrome. Injury. 1995: p. 373-378.
14. Kuhls DA, Malone DL, McCarter RJ, Napolitano LM. Predictors of mortality in adult trauma patients: the physiologic trauma score is equivalent to the Trauma and Injury Severity Score. Journal of the American College of Surgeons. 2002 Jun: p. 695-704.
15. Rotondo MF, Zonies DH. The damage control sequence and underlying logic. The surgical clinics of North America. 1997 Aug: p. 761-777.

16. DGU. Kurzversion der S3- Leitlinie Polytrauma/ Schwerverletztenbehandlung. 2011 Jul 01.
17. Cowley RA. Trauma center. A new concept for the delivery of critical care. The Journal of Medical Society of New Jersey. 1977 Nov: p. 979-987.
18. Osterwalder JJ, Weber D. Modernes Traumamanagement-Orthopädie und Unfallchirurgie. Berlin: Springer; 2011.
19. Papa L, Langland-Orban B, Kallenborn C, Tepas JJ, Lottenberg L, Celso B, et al. Assessing effectiveness of a mature trauma system: Association of trauma center presence with lower injury mortality rate. The Journal of Trauma. 2006 Aug: p. 266-267.
20. Davis JW, Hoyt DB, McArdle MS, Mackersie RC, Eastman AB, Virgilo RW, et al. An analysis of errors causing morbidity and mortality in a trauma system: a guide for quality improvement. The Journal of Trauma. 1992 May: p. 665-666.
21. Institut für Notfallmedizin und Medizinmanagement (INM). ATLS- Advanced Trauma Life Support. Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie. München: 2005.
22. Wöfl CG, Gliwitzky B, Wentzensen A. Standardised primary care of multiple trauma patients. Prehospital Trauma Life Support und Advanced Trauma Life Support. Unfallchirurg. 2009 Oct: p. 846-853.
23. Forstner K, Faust U. Pulsoxymetrie. Biomedizinische Technik. 1990: p. 38-46.
24. Niethart , Pfeil , Biberthaler. Orthopädie und Unfallchirurgie Stuttgart: Thieme Verlag; 2009.
25. Bühren. Schock-Checkliste Traumatologie S.24 Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2011.
26. Bühren V, Keel M, Marzi I. Dringliche Erstmaßnahmen: "Primary Survey" und Sicherung der Vitalfunktionen-Checkliste Traumatologie. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2011.
27. Osterwalder JJ. Minireview- Update FAST. PRAXIS. 2010: p. 1545-49.
28. Bühren , Keel , Marzi. Schock- Diagnostik und Therapie-Checkliste Traumatologie. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2011.
29. RDSS. Einsatzort- Erstversorgung des Patienten. In Einsatzort- Erstversorgung des Patienten; 2011; Saar: Rettungsdienstschule Saar GmbH. p. 15-16.
30. Hildebrandt F, Probst C, Frink M, Huber-Wagner S, Krettek C. Bedeutung der Hypothermie beim Polytrauma. Unfallchirurg. 2009 Oct 10: p. 959-964.
31. Schmied H, Kurz A, Sessler D. Mild Hypothermia increases blood loss and transfusion requirements during total hip arthroplasty. Lancet. 1996: p. 289-292.

32. Mutschler WE, Kanz KG. Polytrauma- Versorgung präklinisch und im Schockraum-Akutmedizin- Die ersten 24 Stunden. München: Elsevier; 2009.
33. Frink M, Probst C, Hildebrand F, Richter M, Hausmanninger C, Wiese B, et al. Einfluss des Transportmittels auf die Letalität bei polytraumatisierten Patienten. *Der Unfallchirurg*. 2007 Nov 04: p. 334-340.
34. Grifka J, Kuster M. Modernes Traumamanagement-Orthopädie und Unfallchirurgie. Berlin: Springer; 2011.
35. Bühren V, Keel M, Marzi I. Klinische Erstmaßnahmen bei Patienten ohne akute vitale Bedrohungs-Checkliste Traumatologie. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2011.
36. Stahel PF, Heyde CE, Wyrwich W, Ertel W. Aktuelle Konzepte des Polytraumamanagements: Von ATLS zu Damage Control. *Orthopäde*. 2005 Aug 03: p. 823-836.
37. Pape HC, Krettek C. Frakturversorgung des Schwerverletzten – Einfluss des Prinzips der “Verletzungsadaptierten Behandlungsstrategie” (“damage control orthopaedic surgery”). *Der Unfallchirurg*. 2003: p. 87-96.
38. DGU. Weißbuch- Schwerverletztenversorgung. Berlin; 2012.
39. DGU- Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie. S3 – Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung. Berlin; 2011.
40. Dodek P, Herrick R, Phang P. Initial management of trauma by a trauma team: effect on timeliness of care in a teaching hospital. *American Journal of Medical Quality*. 2000 January: p. 3-8.
41. Hoff W, Reilly P, Rotondo M. The importance of the command-physician in trauma resuscitation. *Journal Trauma*. 1997: p. 772-777.
42. Champion H, Sacco W, Copes W. Improvement in outcome from trauma center care. *Archives of Surgery*. 1992: p. 333-338.
43. DGU. Jahresbericht 2012- Universitätsklinikum Graz. Köln; 2012.
44. Matthes G, Seifert J, Bogatzki S, Steinhage K, Ekkernkamp A, Stengel D. Age and survival likelihood of polytrauma patients. "Local tailoring" of the DGU prognosis model. *Unfallchirurg*. 2005 Apr: p. 288-92.
45. Aufmkolk M, Majetschak M, Voggenreiter G, Obertacke U, Schmid-Neuerburg KF. Follow-up and prognosis of severe accidental trauma in the aged. *Unfallchirurg*. 1997 Jun: p. 477-82.
46. Franklin GA, Boaz PW, Spain DA, Lukan JK, Carillo. Prehospital Hypotension as a Valid Indicator of Trauma Team Activation. *Journal of Trauma-Injury Infection & Critical Care*. 2000 Jun: p. 1034-1039.

47. Tinkoff GH, O'Connor RE. Validation of new trauma triage rules for trauma attending response to the emergency department. *Journal of Trauma-Injury Infection & Critical Care*. 2002 Jun: p. 1153-1159.
48. Eastridge BJ, Salinas J, McMagnus JG, Blackburn L, Bugler EM, Cooke WH, et al. Hypotension begins at 110 mm Hg: redefining "hypotension" with data. *The Journal of Trauma*. 2008 Aug: p. 291-99.
49. Klemen P, Grmec Š. Effect of pre-hospital advanced life support with rapid sequence intubation on outcome of severe traumatic brain injury. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*. 2006 Jul: p. 1250-54.
50. Michael A, Kohn MD, Jean M, Hammel MD, Stephen W, Bretz MD, et al. Trauma Team Activation Criteria as Predictors of Patient Disposition from the Emergency Department. *Academic Emergency Medicine*. 2008 Jan: p. 1-9.
51. Marmarou A, Juan L, Butcher I, McHugh GS, Murray GD, Steyerberg EW, et al. Prognostic Value of The Glasgow Coma Scale And Pupil Reactivity in Traumatic Brain Injury Assessed Pre-Hospital And on Enrollment: An IMPACT Analysis. *Journal of Neurotrauma*. 2007 Feb: p. 270-80.
52. Bickell WH, Wall MJ, Pepe PE, Martin RR, Ginger VF, Allen MK, et al. Immediate versus delayed fluid resuscitation for Hypotensive Patients with Penetrating Torso Injuries. *New England Journal of Medicine*. 1994 Oct: p. 1105-09.
53. Adams H, Piepenbrock S, Hempelmann G. Volume replacement solutions-pharmacology and clinical use. *Anesthesiologie Intensivmedizin Notfallmedizin*. 1998: p. 2-17.
54. Marzi I. Hemorrhagic shock. *Anaesthesist*. 1996: p. 976-992.
55. Pargger H, Studer W, Rüttimann U. Volume therapy in hypotensive trauma patients. *Schweizerische Medizinische Wochenschrift*. 2000 Oct: p. 1509-15.
56. Turner J, Nicholl J, Webber L, Cox H, Dixon S, Yates D. A randomised controlled trial of prehospital intravenous fluid replacement therapy in serious trauma. *Health Technology Assess*. 2000 Apr: p. 1-57.
57. Singbartl G. Significance of preclinical emergency treatment for the prognosis of patients with severe craniocerebral trauma. *Anesthesie Intensivtherapie Notfallmedizin*. 1985: p. 251-60.
58. Bukur M, Hadjibashi AA, Ley EJ, Malinoski D, Singer M, Barmparas G, et al. Impact of prehospital hypothermia on transfusion requirements and outcomes. *Journal of Trauma Acute Care Surgery*. 2012 Nov: p. 1195-201.
59. Galvagno SM, Haut ER, Zafar SN, Millin MG, Efron DT, Koenig GJ, et al. Association between helicopter vs. ground emergency medical services and survival for adults with major trauma. *Journal of the American Medical Association*. 2012 Apr: p. 1602-10.

60. Biewener A, Aschenbrenner U, Rammelt S, Grass R, Zwipp H. Impact of Helicopter Transport and Hospital Level on Mortality of Polytrauma Patients. *Journal of Trauma*. 2004 Jan: p. 94-98.
61. Cunningham P, Rutledge R, Baker CC, Clancy TV. A comparison of the association of helicopter and ground ambulance transport with the outcome of injury in trauma patients transported from the scene. *Journal of Trauma*. 1997 Dec: p. 940-6.
62. Klöppel R, Schreiter D, Dietrich J, Josten C, Kahn T. Early clinical management after polytrauma with 1 and 4 slice spiral CT. *Radiologe*. 2002 Jul: p. 541-6.
63. Wurmb TE, Frühwald P, Hopfner W, Keil T, Kredel M, Brederlau J, et al. Whole-body multislice computed tomography as the first line diagnostic tool in patients with multiple injuries: the focus on time. *Journal of Trauma*. 2009 Mar: p. 658-65.
64. Wurmb TE, Quaisser C, Balling H, Kredel M, Muellenbach R, Kenn W, et al. Whole-body multislice computed tomography (MSCT) improves trauma care in patients requiring surgery after multiple trauma. *Emergency medicine journal*. 2011 Apr: p. 300-4.
65. Liu M, Lee C, P'eng FK. Prospective comparison of diagnostic peritoneal lavage, computed tomographic scanning, and ultrasonography for the diagnosis of blunt abdominal trauma. *Journal of Trauma*. 1993 Aug: p. 267-70.
66. Pal JD, Victorino GP. Defining the role of computed tomography in blunt abdominal trauma: use in the hemodynamically stable patient with a depressed level of consciousness. *Archives of Surgery*. 2002 Sep: p. 1029-32.
67. DGU. DGU- Jahresbericht 2011. Köln; 2011.
68. Ruchholtz S, Zintl B, Nast-Kolb D, Waydhas C, Schwender D, Pfeifer KJ, et al. Quality management in early clinical polytrauma management. Optimizing therapy by treatment guidelines. *Der Unfallchirurg*. 1997: p. 859-866.
69. Bratzke , Weber. Epidemiologie tödlicher Schädel-Hirn-Traumen aus forensischer Sicht. *Rechtsmedizin*. 2011 Aug: p. 258-64.
70. Otte D, Pohlemann T, Wiese B, Krettek C. Änderung des Verletzungsmusters Polytraumatisierter in den zurückliegenden 30 Jahren. *Der Unfallchirurg*. 2003 Jun: p. 448-55.
71. Ruchholtz S, Nast-Kolb D, Waydhas C, Schweiberer L. The injury pattern in polytrauma. Value of information regarding accident process in clinical acute management. *Der Unfallchirurg*. 1996 Sep: p. 633-41.
72. Kohn MA, Hammel JM, Bretz SW, Stangby A. Trauma Team Activation Criteria as Predictors of Patient Disposition from the Emergency Department. *Academic Emergency Medicine*. 2008 Aug: p. 1-9.

73. Yagmur Y, Güloğlu C, Aldemir M, Orak M. Falls from flat-roofed houses: a surgical experience of 1643 patients. *Injury*. 2004: p. 425-28.
74. Hunt PA, Greaves I, Owens WA. Emergency thoracotomy in thoracic trauma. *Injury*. 2005 Feb: p. 1-19.
75. Karmy-Jones R, Jurkovich GJ, Nathens AB, Shatz DV, Brundage S, Wall MJ, et al. Timing of urgent thoracotomy for hemorrhage after trauma: a multicenter study. *Archives of Surgery*. 2001 May: p. 513-8.
76. Münch E, Horn P, Schürer L, Piepgras A, Torsten P, Schmiedek P. Management of Severe Traumatic Brain Injury by Decompressive Craniectomy. *Neurosurgery*. 2000 Aug: p. 315-23.
77. Maas AIR, Dearden M, Teasdale GM, Braakman R, Cohadon F, Iannotti F, et al. EBIC-Guidelines for management of severe head injury in adults. *Acta Neurochirurgica*. 1997: p. 286-94.
78. Josan VA, Sgouros S. Early decompressive craniectomy may be effective in the treatment of refractory intracranial hypertension after traumatic brain injury. *Child's nervous system*. 2006 Oct: p. 1268-74.
79. Huber-Wagner , Lefering , Qvick , Körner , Kay , Pfeifer , et al. Effect of whole-body CT during trauma resuscitation on survival: a retrospective, multicentre study. *The Lancet*. 2009 Mar 24: p. 1455-61.
80. Clarke , John , Trooskin , Stanley , Doshi , Prashant , et al. Time to Laparotomy for Intra-abdominal Bleeding from Trauma Does Affect Survival for Delays Up to 90 Minutes. *Journal of Trauma-Injury, Infection & Critical Care*. 2002 Mar: p. 420-25.
81. Hedges JR, Adams AL, Gunnels MD. ATL Spractices and survival at rurallevel-III-traumahospitals, 1995-1999. *Prehospital Emergency Care*. 2002 Sep: p. 299-305.
82. Radvinski DS, Yoon RS, Schmitt PJ, Prestigiacomo CJ, Swan KG, Liporace FA. Evolution and Development of the Advanced Trauma Life Support (ATLS) Protocol: A Historical Perspective. *Orthopedics*. 2012 Apr: p. 305-11.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1. Chin-Lift- und Jaw-Thrust Manöver	14
Abbildung 2. Schallkopfpositionen bei einer FAST-Untersuchung.....	18
Abbildung 3. Schockraumalgorithmus am LKH Graz.....	28
Abbildung 4. Schockraum des Wiener AKH mit fixem CT-Gerät.....	31
Abbildung 5. SMR- Unterschied zwischen prognostizierter und tatsächlicher Letalität.....	35
Abbildung 6. Darstellung der Überlebenden im Vergleich zu den Verstorbenen.....	36
Abbildung 7. Darstellung der Verteilung zwischen Frauen und Männern	36
Abbildung 8. Verteilung aller im Schockraum behandelten Patienten	36
Abbildung 9. Durchschnittliche Verteilung der Todeszeitpunkte in der geschlechterspezifischen Verteilung.....	37
Abbildung 10. Statistische Verteilung in frühe und späte Tode.....	38
Abbildung 11. Kreislaufsituation an der Unfallstelle-Unterteilung in stabil/-instabil	38
Abbildung 12. Durchschnittlicher erster GCS-Wert	39
Abbildung 13. Einteilung in leichtes, mittelschweres und schweres Schädelhirntrauma der Verstorbenen und des Gesamtkollektives	40
Abbildung 14. Volumenbedarf an der Unfallstelle mit Kristalloiden- oder kolloidalen Lösungen.....	41
Abbildung 15. Herzfrequenz an der Unfallstelle, Unterteilung in Brady-, Normo-, und Tachykardie ..	42
Abbildung 16. Darstellung der mittleren Zeit vom Unfallereignis bis zum Eintreffen im Schockraum im Vergleich der Verstorbenen zum Gesamtkollektiv	43
Abbildung 17. Zeit vom Unfall bis zum Eintreffen im Schockraum	43
Abbildung 18. Aufenthaltsdauer oder Versorgungszeit im Schockraum	44
Abbildung 19. Unterscheidung der Todesursachen in Schädel, Abdomen, Thorax, Internistisch und Beckenverletzungen	45
Abbildung 20. Unfallmechanismus und Zusammenhang mit Polytrauma; Unterteilung in Verkehrsunfall, Sturz aus großer Höhe und Sonstige.....	46
Abbildung 21. Häufigkeit diagnostischer oder therapeutischer Eingriffe.....	47
Abbildung 22. Zeit vom Beginn der Schockraumdiagnostik bis zur Not-OP.....	48

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1. Beurteilung der Glasgow Coma Scale	3
Tabelle 2. Triage Revised Trauma Score (TRTS)	4
Tabelle 3. Abbreviated Injury Scale.....	4
Tabelle 4. SIRS und Sepsis	9
Tabelle 5. Klassifikation der klassischen Hypothermie vs. Hypothermie beim Polytrauma	21

Curriculum vitae

Maximilian Tribuser
Sinning 13
5771 Leogang
Geburtsdatum: 25.07.1985
Ledig
Staatsbürgerschaft Österreich

BILDUNGSWEG:

1991-1995	Grundschule in Leogang
1995-1999	Nordische Schihauptschule Saalfelden (Ausbildung zum Nordischen Kombiniierer)
1999-2003	HIB in Saalfelden, im Leistungszweig für Sportler weiterführende Ausbildung zum nordischen Kombinierer, Abschluss mit Matura
2003	Ausbildung zum Lehrwart im Bereich Skisprung und Langlauf
seit WS 04/05	Student an der Medizinischen Universität in Graz +ein Jahr Wartezeit auf den zweiten Abschnitt

Voraussichtlicher Abschluss des Studiums mit Anfang März 2013

PRAKTIKA UND FAMULATUREN:

- Anstalt für misshandelte Kinder in Graz
- Gynäkologie am LKH
- 4wöchige Famulatur KH Zell am See / Unfallchirurgie
- 4wöchige Famulatur KH St. Johann in Tirol / Unfallchirurgie
- 4wöchige Famulatur KH St. Johann in Tirol / Interne Abteilung
- 4wöchige Famulatur KH St. Johann in Tirol / Orthopädie
- 6wöchiges Praktikum bei Dr. Ederer (Allgemeinmediziner in Weiz)
- Praktisches Jahr: Chirurgische Fächergruppe an der Abteilung für Unfall-, Hand-, Wiederherstellungs- und Wirbelsäulen Chirurgie in Passau
- Praktisches Jahr: Interne Fächergruppe an der I. Medizinische Klinik mit Schwerpunkten Gastroenterologie und Hepatologie, Nephrologie, Stoffwechselerkrankungen, Ernährungsmedizin und Infektionskrankheiten

-Praktisches Jahr: Kleine Fächergruppe an der Universitätsklinik für Mund-
Kiefer- und Gesichtschirurgie

BERUFSTÄTIGKEIT:

2003	Tätigkeit als Leistungssportler im ÖSV- B- Kader
Sommer 2004	RS- Sport als Sportartikelverkäufer
Winter 2004	Sport Mitterer im Skiverleih
Sommer 2005	Dipl. Ing. Zehentner, als Vermesser
Winter 2005	Sport Mitterer im Skiverleih
Sommer 2006	-Anstellung bei Bundesforsten als Forstarbeiter -Klimatechnik Kammerlander als Installateur
Winter 06/07 bis Ostern	Sport Mitterer im Skiverleih
Ostern 07- Okt. 07	Klimatechnik Kammerlander als Installateur
Winterferien 07/08	Sport Mitterer im Skiverleih
Winterferien 08/09	Sport Mitterer im Skiverleih
Sommer 09	Arbeiter bei den Leoganger Bergbahnen
Winterferien 09/10	Sport Mitterer im Skiverleih
Winterferien 10/11	Sport Mitterer im Skiverleih
Winterferien 11/12	Sport Mitterer im Skiverleih

Ethikkommissionsvotum

Ethikkommission



Medizinische Universität Graz

Auenbruggerplatz 2, A-8036 Graz
ethikkommission@medunigraz.at
Tel.: +43 / 316 / 385-13928, Fax: -14348

VOTUM gültig bis 04.01.2013

EK-Nummer: 24-145 ex 11/12
Studientitel: Tod nach Trauma 2010 am LKH Graz - Analyse der Todesursachen bei polytraumatisierten Patienten im Jahre 2010, an der Universitätsklinik für Unfallchirurgie am LKH in Graz
Prüfer: Dr. Paul Puchwein
Univ.Klinik für Unfallchirurgie
Sponsor: *) Med.Uni Graz
Ansprechpartner: Max Tribuser, 8010 Graz, Goethestrasse 11/7
CRO: -

*) Antragsteller

Die o.a. Studie wurde von der Ethikkommission erstmals im 'expedited Review' am 13.12.2011 behandelt. Die Ethikkommission ist zu folgendem Schluss gekommen:

Es besteht kein Einwand gegen die Durchführung der Studie in der vorliegenden Form.

Kommissionsmitglieder, die für diesen Tagesordnungspunkt als befangen anzusehen waren und daher gemäß Geschäftsordnung an der Entscheidungsfindung und Abstimmung nicht teilgenommen haben: keine

Zur Beurteilung vorliegende Dokumente:

Dokumente eingegangen am 05.12.2011, begutachtet im 'expedited Review' am 13.12.2011

✓ Antragsformular	05.12.2011
Originalprotokoll 1.1	04.12.2011

Dokumente eingegangen am 19.12.2011 (in der nächsten Begutachtung mitbegutachtet)

✓ Case Report Form (undatiert)	
--------------------------------	--

Dokumente eingegangen am 03.01.2012, begutachtet im 'expedited Review' am 04.01.2012

✓ Originalprotokoll 2.0	03.01.2011
-------------------------	------------

Die Ethikkommission geht - rechtlich unverbindlich - davon aus, dass es sich um keine klinische Prüfung nach AMG bzw. MPG handelt.

Es handelt sich um eine Studie im Rahmen einer Diplomarbeit.

Das Votum der Ethikkommission berührt in keiner Weise die alleinige Verantwortung der Prüferin / des Prüfers / der Prüfer für die ordnungsgemäße Durchführung der Studie unter Einhaltung aller einschlägiger gesetzlicher Bestimmungen und Richtlinien.

Weiters machen wir darauf aufmerksam, dass der Kommission unverzüglich zu melden sind:

- Abweichungen vom Protokoll aus Sicherheitsgründen oder Protokolländerungen

- Änderungen, die das Risiko der Teilnehmer/-innen erhöhen oder die Durchführung der Studie wesentlich beeinflussen

- Mutmaßliche unerwartete schwerwiegende Nebenwirkungen - SUSARs (AMG-Studien ab 1.5.2004) oder schwerwiegende unerwünschte Ereignisse - SAEs (andere Studien)

EK-Nummer: 24-145 ex 11/12

Votum

Seite 1 von 2

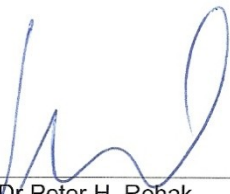
Medizinische Universität Graz, Auenbruggerplatz 2, A-8036 Graz. www.medunigraz.at

Rechtsform: Juristische Person öffentlichen Rechts gem. Universitätsgesetz 2002. Information: Mitteilungsblatt der Universität und www.medunigraz.at. DVR-Nr. 210 9494.
UID: ATU 575 111 79. Bankverbindung: Bank Austria Creditanstalt BLZ 12000 Konto-Nr. 500 948 400 04, Raiffeisen Landesbank Steiermark BLZ 38000 Konto-Nr. 49510.

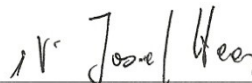
- Jegliche Information über sonstige Umstände, die die Sicherheit der Teilnehmer/-innen oder die Durchführung der Studie beeinträchtigen können

Dieses Votum gilt für ein Jahr ab dem Datum der Ausstellung. Bei längerer Studiendauer ist rechtzeitig vor Ablauf der Gültigkeit des Votums ein Zwischenbericht vorzulegen (Berichtsformular), um eine etwaige Verlängerung zu erlangen.

Graz, 04. Jänner 2012



Univ.Prof.DI Dr.Peter H. Rehak
Vorsitzender



Univ.Prof.DDr.Hans-Peter Kapfhammer
Stv. Vorsitzender

Achtung: Bitte bei allen das Projekt betreffende Schreiben oder telefonischen Anfragen die EK-Nummer angeben!