

Aus der Chirurgischen Klinik und Poliklinik - Innenstadt

der Ludwig-Maximilians-Universität München

Direktor: Prof. Dr. med. W. Mutschler

Prädiktoren der Mortalität bei Abdominaltrauma

Dissertation

zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin

an der Medizinischen Fakultät der

Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Martina Sophie Fischer

aus

Augsburg

2012

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. Thomas Mussack

Mitberichterstatter: Prof. Dr. med. Wolfgang Hugo Hartl

Mitbetreuung durch den

promovierten Mitarbeiter: PD Dr. med. S. Huber-Wagner

Dekan: Prof. Dr. med. Dr. h.c. M. Reiser, FACR, FRCR

Tag der mündlichen Prüfung: 26.04.2012

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	S. 6
1.1 Epidemiologie und Bedeutung des Polytraumas	S. 6
1.2 Definition Polytrauma	S. 8
1.3 Abdominaltrauma	S. 9
1.4 Historische Grundlagen	S. 14
1.5 Bekannte Prädiktoren der Mortalität beim Polytrauma	S. 16
1.6 Fragestellung	S. 18
2. Patientenkollektiv und Methoden	S. 19
2.1 Patienten	S. 19
2.2 Erhobene Parameter	S. 20
2.3 Verwendete Scores und Klassifizierungen	S. 22
2.3.1 Scoringssysteme	S. 22
2.3.1.1 Physiologische Scores	S. 23
2.3.1.1.1 Glasgow Coma Scale	S. 23
2.3.1.1.2 Revised Trauma Scale	S. 25
2.3.1.2 Anatomische Scores	S. 26
2.3.1.2.1 Abbreviated Injury Scale	S. 26
2.3.1.2.2 Injury Severity Score	S. 28
2.3.1.3 Kombiniertes Scoresystem/Prognosemodell – TRISS	S. 29
2.3.1.4 Glasgow Outcome Score	S. 29
2.3.2 Multiorganversagen	S. 30
2.3.3 Verletzungseinteilung nach der Moore-Klassifikation	S. 30
2.3.4 Einteilung der Beckenverletzungen	S. 32

2.3.4.1 Beckenringfrakturen	S. 32
2.3.4.2 Acetabulumfrakturen	S. 34
2.4 Statistische Methoden	S. 36
2.4.1 Deskriptive Datenanalyse	S. 36
2.4.2 Dichotomisierung	S. 36
2.4.3 Bivariates Screening	S. 36
2.4.4 Logistische Regression	S. 37
3. Ergebnisse	S. 38
3.1 Deskriptive Datenanalyse	S. 38
3.1.1 Demographische Daten/Patientenkollektiv	S. 38
3.1.2 Klinische Daten	S. 39
3.1.2.1 Präklinische Phase	S. 39
3.1.2.2 Klinische Phase	S. 41
3.1.2.3 Labor	S. 43
3.1.2.4 Zeiten	S. 44
3.1.2.5 Volumen	S. 46
3.1.2.6 Verletzungsmuster	S. 46
3.1.2.7 Verletzungsschwere	S. 48
3.1.2.8 OP-Daten	S. 56
3.1.2.9 Verlauf und Outcome	S. 61
3.2 Dichotomisierung	S. 63
3.3 Bivariate Analyse	S. 65
3.4 Logistische Regression	S. 66

4. Diskussion	S. 69
4.1 Studienkollektiv – erhobene Daten	S. 70
4.2 Bi- und multivariate Analyse	S. 74
4.2.1 Glasgow Coma Scale	S. 77
4.2.2 Injury Severity Score	S. 78
4.2.3 Quick-Wert bei Schockraumaufnahme	S. 79
4.2.4 AIS Abdomen, AIS Extremitäten	S. 80
4.2.5 Systolischer Blutdruck bei Schockraumaufnahme	S. 81
4.2.6 Transfundierte Erythrozytenkonzentrate in den ersten 24 Stunden	S. 82
4.2.7 Pathophysiologische Aspekte	S. 84
4.3 Methodenkritik	S. 86
4.4 Schlussfolgerung	S. 90
5. Zusammenfassung	S. 91
6. Literaturverzeichnis	S. 93
7. Anhang	S.103
7.1 Danksagung	S.103

1. Einleitung

1.1 Epidemiologie und Bedeutung des Polytraumas

Das Trauma ist in Deutschland in der Altersgruppe bis 45 Jahre die häufigste Todesursache (44,9 %). Mit 56,7 % stellen Verkehrsunfälle die häufigste Unfallursache dar, gefolgt von Stürzen aus großer Höhe [1].

Bei der überwiegenden Mehrzahl aller Polytraumen in Deutschland handelt es sich um stumpfe Verletzungsmuster (90 %) [2].

Das Alter der Verletzten beträgt im Durchschnitt 39 Jahre [3].

Jährlich erleiden in Deutschland ca. 580.000 Menschen Verletzungen. Laut statistischem Bundesamt verstarben im Jahr 2008 19.089 Menschen an den Folgen schwerer Verletzungen [4].

Somit wurden mehr Erwerbstätigkeitsjahre pro Jahr durch Unfallfolgen verloren als durch die Summe von Herz-Kreislauf- und Tumorerkrankungen. Insgesamt resultiert in Deutschland eine Polytraumaletalität von etwa 14 % [5].

Das Trauma betrifft überwiegend im Arbeitsprozess stehende Menschen - demnach kommt ihm nicht nur aus medizinischer Sicht, sondern auch aus sozioökonomischer Sicht eine große Bedeutung zu.

In Deutschland werden die indirekten unfallbedingten Kosten pro Jahr auf rund 50 Milliarden Euro geschätzt [6].

Bevorzugte Verletzungsregionen sind bei Fußgänger- und Fahrradunfällen vor allem Schädelverletzungen, wohingegen Frakturen der unteren Extremität bei Motorradunfällen im Vordergrund stehen. Bei PKW-Kollisionen finden sich häufig Thorax- und Beckenläsionen,

bei Stürzen aus großer Höhe spielen vor allem Frakturen der BWS und der LWS eine wichtige Rolle.

Etwa ein Drittel der Schwerverletzten verstirbt während der ersten Sekunden oder Minuten nach dem Unfall in Folge der extremen Gewalteinwirkung. Der Grund dafür sind vor allem offene schwerste Hirnverletzungen, hohe Querschnittläsionen, Verletzungen des Herzens oder Rupturen von Aorta bzw. anderen großen Gefäßen [6].

Von den Patienten, die lebend die Klinik erreichen, versterben etwa 16 % während des Krankenhausaufenthaltes, die Hälfte davon in den ersten 24 Stunden [6]. Hierfür sind ursächlich v. a. die Folgen von Hypoxie, Hypotonie und Hypovolämie, akute Atemwegsverlegungen, akute Blutungen sowie akute raumfordernde intrakranielle Hämatome verantwortlich. Der frühen klinischen Schwerverletztenversorgung kommt somit ein entscheidender Stellenwert zu.

Im weiteren klinischen Verlauf bestimmen in erster Linie Inflammation, Infektionen, Organversagen und Schockfolgereaktionen das Bild [7-9].

Eine Senkung der Letalität von Schwerverletzten konnte in den letzten 30 Jahren durch bessere Kenntnisse pathophysiologischer Vorgänge nach Polytraumatisierung sowie durch Einführung flächendeckender Rettungssysteme und spezialisierter Traumazentren und einer strukturierten notfallmedizinischen und unfallchirurgischen Ausbildung erreicht werden.

So konnten Regel et al. in einer vergleichenden Studie zwischen den Jahren 1972 und 1991 einen Rückgang der Letalität bei Polytraumata von initial 40 % auf 18 % zeigen [1]. Zwischen 1993 und 2005 konnte auch im Traumaregister ein Rückgang der Letalität von 22,8 auf 18,7 % verzeichnet werden. Gründe hierfür könnten Verbesserungen im Bereich der

radiologischen Diagnostik, der weiterführenden Computertomographie und in diesem Rahmen auch der Durchführung eines Ganzkörper-CT, der Dauer bis zur Operation und auch in der Anwendung von „damage-control“-Strategien sein [10]. Um eine Verbesserung der Qualität der posttraumatischen Versorgung zu ermöglichen wurde 1980 das regelmäßig aktualisierte ATLS-Konzept (Advanced Trauma Life Support) etabliert, welches eine standardisierte fach- und klinikübergreifende Schockraumversorgung gewährleistet [11].

Dennoch resultieren für den einzelnen Polytraumatisierten nach wie vor schwere persönliche und sozioökonomische Folgen [1, 12, 13].

Somit darf nicht nur die Therapie der jeweiligen Einzelverletzungen im Vordergrund stehen, sondern immer auch die Summe der Verletzungen und der möglichen Komplikationen.

1.2 Definition Polytrauma

Entsprechend der Definition von Mutschler [14] versteht man unter einem Polytrauma die gleichzeitige Verletzung mehrerer Körperregionen oder Organsysteme, die einzeln oder in ihrer Kombination systemische, vital bedrohliche Funktionsstörungen bis zum Tod nach sich ziehen können. Zu unterscheiden ist das Polytrauma somit von der Mehrfachverletzung ohne vitale Bedrohung und der schweren lebensbedrohlichen Einzelverletzung [7].

Der weitere Verlauf wird entscheidend von der sich entwickelnden Entzündungsreaktion des Organismus geprägt, welche wiederum von den Einzelverletzungen, der persönlichen Ausgangssituation sowie dem bei der Versorgung durchgeführten Management abhängt. Der Patient ist somit sowohl durch die Summe der Einzelverletzungen als auch durch das teilweise oder vollständige Versagen physiologischer Abwehrmechanismen bedroht.

1.3 Abdominaltrauma

Während im angloamerikanischen Schrifttum das penetrierende Abdominaltrauma überwiegt, steht im deutschsprachigen Raum die stumpfe Verletzungsform im Vordergrund.

Stumpfe abdominale Verletzungen treten selten isoliert auf, sondern meist im Rahmen eines Polytraumas. Neben dem schweren Schädelhirntrauma und der Massenblutung stellt das Abdominaltrauma die häufigste Ursache für das Frühversterben innerhalb der ersten Stunden nach Eintritt des Ereignisses dar.

Präklinisch werden beim perforierenden Trauma das „load and go“ Konzept empfohlen, beim stumpfen Trauma eher die Anwendung etablierter Maßnahmen zur Schocktherapie und -prophylaxe mit ebenso schnellstmöglichem Transport in die Klinik (treat and run) [7, 8, 15-19].

Die Inzidenz des Bauchtraumas bei schwerer Mehrfachverletzung beträgt in Deutschland ca. 20 %, wobei es sich in 95 % der Fälle um ein stumpfes Trauma handelt [15].

Beim jungen Menschen (bis 35 Jahre) ist das Abdominaltrauma doppelt so häufig wie beim alten Menschen (> 60 Jahre).

Bei 90 % der Patienten bestehen Zusatzverletzungen, in 60 % liegt gleichzeitig ein Thoraxtrauma vor [15].

Vor allem solide Organe sind beim Abdominaltrauma betroffen, in erster Linie Milz und Leber. Seltener handelt es sich um Hohlorgan- oder Pankreasverletzungen.

Das Abdominaltrauma geht mit einer hohen Morbidität und Letalität von etwa 25 % einher [15].

Die Ursache liegt hierbei meist nicht in letalen Blutungskomplikationen, sondern in der im Vergleich zu anderen Traumen nahezu doppelt so hohen Rate an konsekutivem Organversagen [15].

Übersehene Abdominalverletzungen stellen eine der häufigsten vermeidbaren Todesursachen beim Polytrauma dar [16, 20].

Maßgeblich wird die Prognose des Abdominaltraumas durch eine zeitsparende und präzise Diagnostik und Therapie bestimmt, welche sowohl präklinische Versorgungsmaßnahmen am Unfallort als auch das nachfolgende innerklinische Management beinhaltet [21].

Die in den Leitlinien des ATLS (Advanced Trauma Life Support) des American College of Surgeons geforderten etablierten Maßnahmen zur präklinischen und klinischen Diagnostik beim Abdominaltrauma finden sich auch in der Leitlinie zum Polytrauma der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie wieder [2, 15, 22-26].

Elementare Bestandteile in der Diagnostik des stumpfen Bauchtraumas sind zunächst die Überprüfung der Vitalfunktionen und die Erfassung der Gesamtverletzungsschwere.

Sie beeinflussen das weitere diagnostische und therapeutische Vorgehen maßgeblich.

Anschließend folgt basisdiagnostisch die Sonographie als Screeningmethode der Wahl (FAST – Focused Assessment with Sonography in Trauma) [27]. Sie ermöglicht die rasche Aussage darüber, ob eine abdominale Blutung beim kreislaufinstabilen Patienten vorliegt [28].

Die Spezifität und Sensivität auf freie abdominelle Flüssigkeit beträgt 95-100 %. Organverletzungen selbst sind jedoch nur in geringem Maße direkt erkennbar.

Die Peritoneallavage sollte auf Grund des Zeitaufwandes und der hohen Rate an falsch-positiven Befunden nur noch in Ausnahmefällen eingesetzt werden [16, 29].

Die Durchführung eines CT-Abdomen (mit i.v. Kontrastierung) sollte sich anschließen. Hierfür sind jedoch vielfach stabile Kreislaufverhältnisse und die fehlende Indikation für vordringliche Notoperationen als Voraussetzung gefordert.

Mögliche Indikationen für die Durchführung eines CT-Abdomen beim polytraumatisierten Patienten sind unter anderem gegeben beim klinischen oder sonographischen Verdacht auf eine intraabdominale Verletzung ohne dringliche Operationsindikation oder bei nicht sicherer Beurteilbarkeit im Ultraschall.

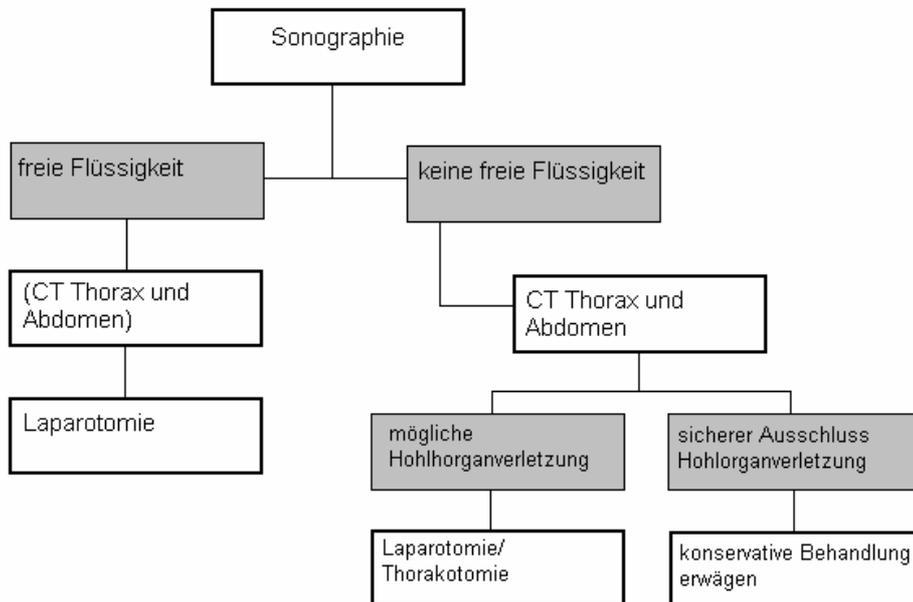
Entsprechend des ATLS Konzeptes sollte heutzutage jeder Patient mit stumpfem Bauchtrauma (kreislaufstabil) im Rahmen des secondary survey ein CT Abdomen erhalten [26].

In modernen Traumazentren wird darüber hinaus heutzutage aufgrund sehr guter Erfahrungen in der Regel routinemäßig ein Ganzkörper-CT durchgeführt [30-36].

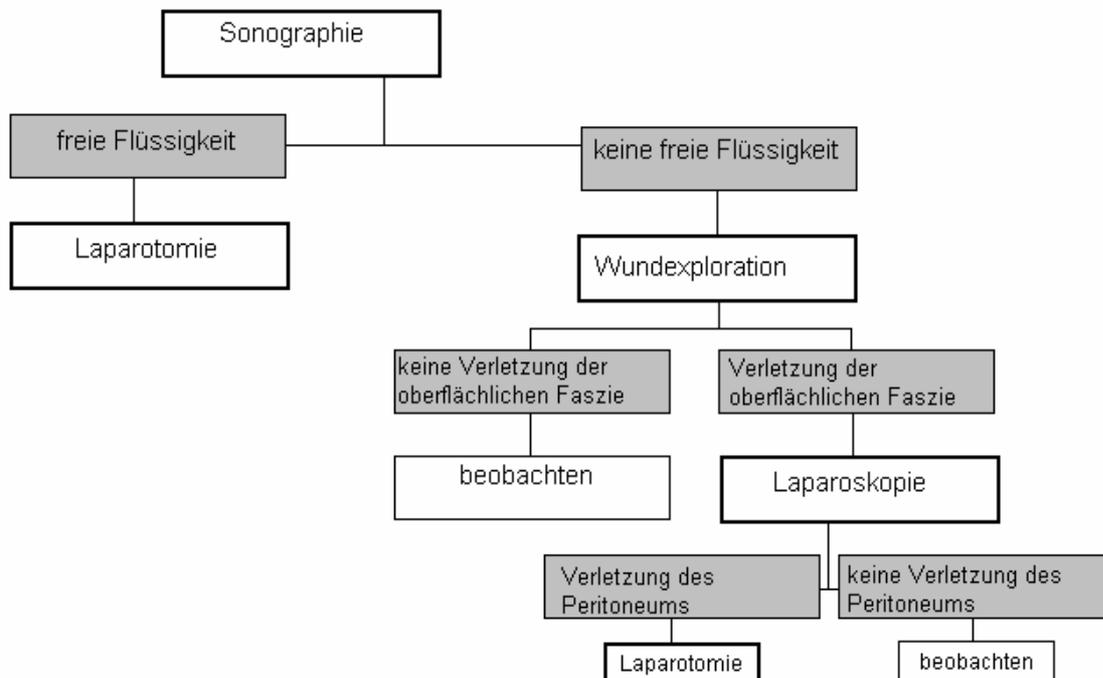
Die Durchführung eines CT-Abdomen ermöglicht die direkte Darstellung von Läsionen von Leber, Milz und Niere sowie den Nachweis aktiver Blutungen (KM-Austritt). Nur selten ist hingegen der direkte Nachweis von Verletzungen des Pankreas, des GI-Traktes und der Blase möglich.

Eine Indikation zur anschließenden Angiographie ist in der Akutdiagnostik bei sekundärem Hinweis auf eine Gefäßverletzung mit der Möglichkeit, diese unter Umständen gleichzeitig durch Embolisation zu versorgen, gegeben. Stabile Kreislaufverhältnisse sind hierbei wieder die Voraussetzung [2, 23, 24].

Vorgehen beim kreislaufstabilen Patienten mit Schussverletzung des Abdomens



Vorgehen bei abdomineller Stichverletzung und kreislaufstabilem Patienten



Vorgehen bei stumpfem Bauchtrauma

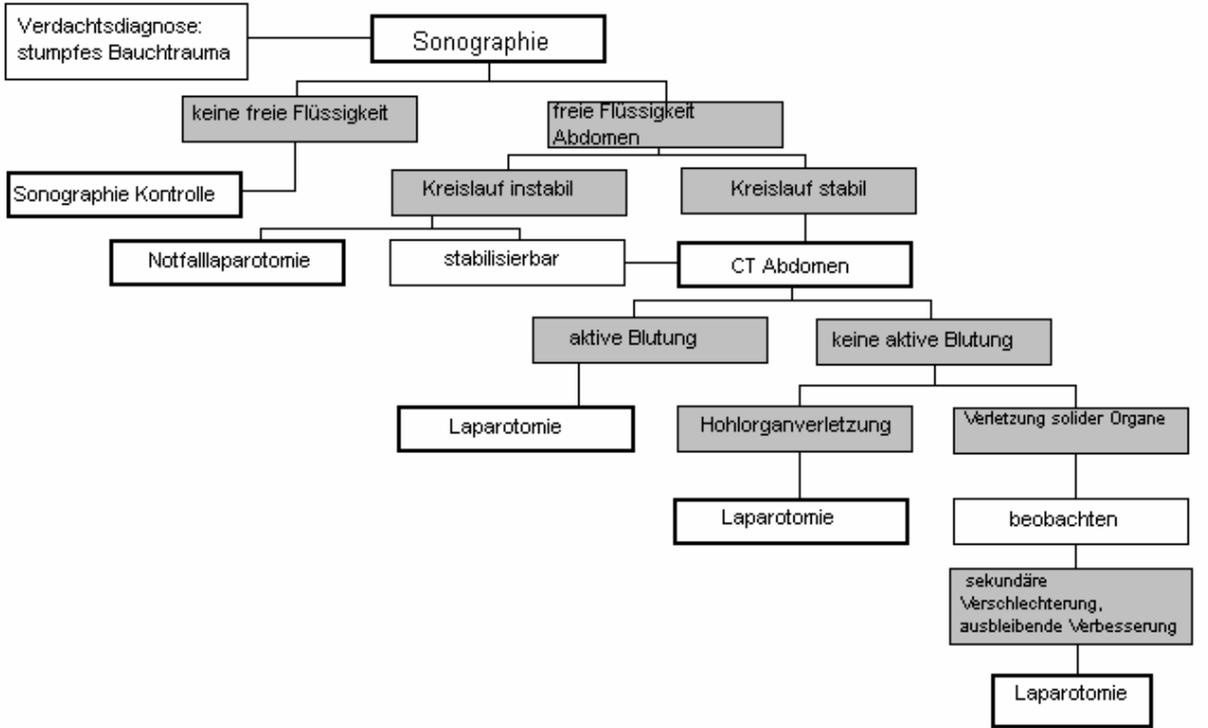


Abbildung 1: Algorithmus für Bauchtrauma stumpf/penetrierend [15].

1.4 Historische Grundlagen [2, 37]

Im 20. Jahrhundert hat die Versorgung und Behandlung Schwerstverletzter eine rasche Entwicklung erfahren. Wichtige Erkenntnisse konnten an Hand diverser Studien während Kriegszeiten gewonnen werden.

In der Zeit des ersten Weltkrieges wurde der Einfluss der Flüssigkeitssubstitutionstherapie durch George Crile of Cleveland beschrieben. Ebenso konnten diverse Studien zum Thema Schock bei Schwerverletzten durchgeführt werden. Balock und Bradburn beschrieben noch bis zum 2. Weltkrieg das Versagen des kardiovaskulären Systems durch hämorrhagischen Schock als limitierenden Faktor für das Überleben Polytraumatisierter und konnten die Auswirkungen derartigen Blutverlustes auf die diversen Organ- und Zellfunktionen identifizieren.

1952 konnte E. D. Churchill in der Arbeit „Physiologic Effects of Wounds“ die Zusammenhänge zwischen Verletzungen und der Herzkreislaufreaktion, der posttraumatischen hepatischen Dysfunktion und des Nierenversagens darlegen [38].

Nachdem der hämorrhagische Schock durch Etablierung der Volumentherapie in den 40er Jahren besser behandelt werden konnte, wurde die Prognose des posttraumatischen Nierenversagens in den 50er Jahren durch Einführung der Dialyse im Rahmen der Erfindung der „künstlichen Niere“ durch W. Kolff entscheidend beeinflusst [2].

In den 60er Jahren stand das Versterben Polytraumatisierter durch respiratorische Insuffizienz und das traumatisch bedingte „Acute Respiratory Distress Syndrome“ (ARDS) wissenschaftlich im Vordergrund [2].

Während des Koreakrieges ergaben sich weiterführende Erkenntnisse bezüglich der Traumaversorgung. Vor allem im Bereich der gefäßchirurgischen Eingriffe gab es zahlreiche Fortschritte zu verzeichnen [38].

Durch die Entwicklungen des 20. Jahrhunderts hinsichtlich bildgebender Verfahren konnten sowohl die Diagnosestellung als auch die Therapie Polytraumatisierter immer weiter verbessert werden.

Mit der Klassifizierung und Abschätzung des Verletzungsschweregrades nach Polytrauma beschäftigte sich die Medizin seit den 60er Jahren. 1969 wurde der Abbreviated Injury Scale (AIS-69) entwickelt, um mit einer einfachen numerischen Methode Verletzungen an Hand des Schweregrades klassifizieren und vergleichen zu können. Dadurch wurde gleichzeitig die Terminologie zur Beschreibung von Verletzungen standardisiert. Der Schwerpunkt lag hierbei vor allem auf stumpfen Verletzungen. Der AIS konnte im Folgenden durch zahlreiche Revisionen verbessert werden (2005 erfolgte die letzte Überarbeitung – AIS-2005) [39, 40].

Zahlreiche weitere Methoden zur Einstufung der Verletzungsschwere wurden entwickelt [2, 41, 42].

Einigkeit besteht nach wie vor über die Notwendigkeit von zuverlässigen Trauma-Scoring-Methoden, um die Versorgungsqualität sinnvoll evaluieren zu können.

1.5 Bekannte Prädiktoren der Mortalität beim Polytrauma

Eine frühe Prognoseabschätzung hinsichtlich des Outcome und der Mortalität bei schwerverletzten Patienten erscheint im klinischen Alltag oftmals schwierig und beruht zum großen Teil auf der Einschätzung eines erfahrenen Kliniklers, was wiederum mit vielen Fehlerquellen verbunden sein kann [43]. Eine frühe objektive Einschätzung der Situation und Prognose des Patienten ist jedoch hinsichtlich der Therapiesteuerung und der Auswahl des Gesamtbehandlungskonzeptes von entscheidender Bedeutung.

Im klinischen Alltag wird deshalb bei einem polytraumatisierten Patienten eine große Anzahl an unterschiedlichen Variablen in der frühen klinischen Phase erhoben, die jedoch in ihrer Wertigkeit hinsichtlich der Fähigkeit der Prognoseabschätzung unterschiedlich zu bewerten sind. Um diese Masse der anfallenden klinischen Informationen besser werten und interpretieren zu können wird versucht, klinische Prognosemodelle hinsichtlich der Mortalität zu entwickeln, die gleichermaßen auf anatomischen und physiologischen Scores basieren [44].

Ein häufig verwendetes Prognosemodell ist der Trauma and Injury Severity Score (TRISS), welcher versorgungsunabhängige, vom Trauma und Patienten vorgegebene Faktoren zusammenfasst [12].

Der TRISS setzt sich aus den physiologischen Faktoren des Revised Trauma Score (RTS) (Bewusstsein, Blutdruck, Atmung), dem Alter des Verletzten, dem Verletzungsmechanismus sowie dem anatomischen Score (Verletzungsschwere nach dem Injury Severity Score (ISS)) zusammen und ermöglicht eine Prognose bezüglich der Mortalität des Polytraumatisierten (Vgl. 2.3.1.3)

Mit dem Ziel einer Präzisierung des TRISS, in Erkenntnis weiterer auf die Prognose Einflussnehmender Faktoren, untersuchte Rixen in seiner Arbeit „Prognoseabschätzung des

Schwerverletzten – Eine Analyse von 2069 Patienten des Traumaregisters der DGU“ von 2001 diverse Variablen in Bezug auf ihre Fähigkeit zur Abschätzung der Prognose von polytraumatisierten Patienten [44].

Ausgehend von den Ergebnissen früherer Studien wurden bekannte relevante Parameter in die multivariate Analyse eingeschlossen, wobei sich nach Auswertung der Daten von 2069 schwerverletzten Patienten aus 20 Kliniken die Variablen **Alter, GCS, ISS, Base-Excess und der Quick-Wert** als wichtigste Prognosefaktoren zur Abschätzung der Wahrscheinlichkeit zu versterben herausstellten. Darauf aufbauend konnte ein neues Prognosemodell entwickelt werden (DGU-Score von Rixen) [44].

Die Revised Injury Severity Classification (RISC) [12, 45], ein 2009 von Lefering entwickeltes Schweregrad-Klassifikationssystem, befasst sich mit diversen Variablen aus denen sich äußerst genau eine Überlebenswahrscheinlichkeit errechnen lässt.

Es handelt sich dabei um die Variablen PTT, Alter, Glasgow Coma Scale, Base Excess, New ISS, Kopfverletzung (AIS), Extremitätenverletzung (AIS), Herz-Kreislauf-Stillstand sowie indirekte Blutungszeichen.

Das so entwickelte Prognosemodell wurde anhand der Zahlen des Deutschen Traumaregisters entwickelt, evaluiert und angewandt und liefert sehr präzise Ergebnisse [46].

Speziell für das Abdominaltrauma existieren in der Literatur bislang keine vergleichbaren Prognosemodelle und Variablen.

1.6 Fragestellung

Ziel dieser Arbeit ist die Analyse präklinischer und klinischer Parameter von Abdominalverletzten im Rahmen einer Polytraumatisierung, erhoben an polytraumatisierten Patienten, die am Klinikum der Universität München, Chirurgische Klinik und Poliklinik – Innenstadt, im Verlauf der Jahre 1997 – 2004 behandelt wurden.

Anhand einer statistischen Auswertung sollen folgende Fragestellungen herausgearbeitet werden:

1. Welche Faktoren eignen sich als unabhängige Prädiktoren nach einem Polytrauma mit Abdominalverletzung in Hinblick auf die Mortalität?
2. Welche der erhobenen präklinischen und klinischen Werte stehen in signifikantem Zusammenhang mit der Mortalität der Polytraumatisierten mit Abdominaltrauma?
3. Welche der Variablen sind potentiell klinisch beeinflussbar, so dass sich neue, therapierelevante Punkte bei der präklinischen und klinischen Versorgung polytraumatisierter Patientienten mit Abdominalverletzungen ergeben könnten?

2. Patientenkollektiv und Methoden

2.1 Patienten

In der vorliegenden Untersuchung wurden alle Patienten der Jahre 1997 – 2004 erfasst, die nach einem Polytrauma am Klinikum der Universität München, Chirurgische Klinik und Poliklinik – Innenstadt, behandelt wurden.

Ein positives Votum der Ethikkommission des Klinikums der LMU München für die Durchführung der Untersuchung wurde erteilt.

Als Einschlusskriterium diente die im deutschsprachigen Raum übliche Polytrauma-Definition nach Mutschler, also eine gleichzeitige Verletzung mehrerer Körperregionen oder Organsysteme, deren Kombination systemische Funktionsstörungen bis zum Tod nach sich ziehen können [14].

Zusätzlich wurden eine Mindestverletzungsschwere eines Injury Severity Score (ISS) ≥ 16 sowie das Vorhandensein einer Abdominalverletzung (Milz, Leber, Niere, Harnblase, Retroperitoneum, Darm, Pankreas, Mesenterium) oder einer Beckenverletzung als weitere Kriterien festgelegt. Auch von anderen Kliniken zuverlegte Patienten wurden – soweit die nötigen prä- und frühklinischen Angaben vorlagen – mit in die Studie aufgenommen.

Hinsichtlich des Patientenalters wurde das Einschlusskriterium Alter ≥ 16 Jahre gesetzt.

Anschließend wurde im Archiv der Chirurgischen Klinik und Poliklinik Einsicht in die Krankenakten genommen. Alter und Geschlecht konnten den Akten direkt entnommen werden. Aus den Notarztprotokollen waren präklinische Parameter ersichtlich. Schockraum- und Anästhesieprotokoll gaben Aufschluss über die innerklinische Erstversorgung. Den Operationsprotokollen waren Angaben zu Erst- und Folgeeingriffen zu entnehmen. Der weitere Verlauf, das therapeutische Vorgehen, Komplikationen, Vorerkrankungen, Verlegungen sowie Abschlussdiagnosen konnten anhand der Arztbriefe und der (Intensiv-) Verlaufsbögen dokumentiert werden. Röntgen- sowie Laborbefunde konnten den entsprechenden Klinikinformationssystemen entnommen werden.

2.2 Erhobene Parameter

Folgende Parameter wurden aus den Akten für die in die Studie eingeschlossenen Patienten erhoben:

1. Allgemeine Patientendaten:

Name, Alter, Geschlecht, Aufnahme Nummer

2. Diagnose:

Abdominaldiagnose, restliche Diagnosen

3. Präklinische Angaben:

Unfalltag und Uhrzeit

Art des Traumas (stumpf vs. spitz)

Vitalparameter: initialer GCS, Herzfrequenz, Atemfrequenz, sys. Blutdruck,

Sauerstoffsättigung

Scores: Revised Trauma Score (RTS), Injury Severity Score (ISS), Probability of Survival (P_s)

Maßnahmen: Kristalloide, Kolloide, Hyperhaes, Narkose, Intubation, Katecholamine,

Cardiopulmonale Reanimation (CPR)

Art des Rettungsmittels

4. Klinische Angaben:

Aufnahmezeitpunkt

Zuverlegung ja/nein

Zeitpunkt + Befund der ersten Sonographie und des ersten CT

Vitalparameter

Blutgasanalyse (BGA), Beatmungsparameter

Volumenersatz + Blutersatz vor/während/nach OP

Summe Blutersatz (Erythrozytenkonzentrate) 24 h

Laborwerte zu fünf Zeitpunkten (Aufnahme, 3h, 6h, 12h, 24h): BGA, Hb,

Thrombozyten, Quick-Wert, PTT, ATIII, Bilirubin, GOT, GPT, GGT, AP,

Lipase, LDH, Kreatinin, Lactat, CK

5. Klassifikation der Verletzungsschwere:

AIS (Kopf, Gesicht, Thorax, Abdomen, Extremitäten, Weichteile)

AIS des betroffenen Abdominalorgans (entnommen aus dem OP-Bericht, bzw. falls nicht möglich aus Sonographie-, Röntgen- oder CT-Befunden)

Moore-Klassifikation des betroffenen Abdominalorgans (Intra-OP + CT-Befund)

Angaben zum CT: KM-Austritt, Bildqualität

6. Daten zur operativen Versorgung

Durchführung einer OP

Schnittdatum, Schnittzeitpunkt

Operationsdauer

Operationstechnik (nach Organ gegliedert)

Anzahl der Revisionen

Angaben zu weiteren, nicht die Abdominalorgane betreffende Operationen

Angaben zu interventionellen Therapien

Durchführung einer offenen Bauchbehandlung

7. Angaben zum stationären Verlauf:

Aufnahmezeitpunkt auf Intensivstation

Aufenthaltsdauer auf Intensivstation

Aufenthaltsdauer auf Normalstation

Klinikgesamtaufenthaltsdauer

Beatmungsdauer

8. Outcome

Auftreten Multiorganversagen, ggf. Dauer

Krankenhausmortalität

Glasgow Outcome Score (GOS)

Insgesamt ergaben sich für jeden Patienten retrospektiv 235 zu erfassende Parameter. Die Daten wurden tabellarisch, nach unterschiedlichen Organen gruppiert, elektronisch erfasst, anonymisiert in ein excel-Datenblatt eingegeben, anschließend auf Plausibilität geprüft und mittels des Programms SPSS 13.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) analysiert und statistisch ausgewertet. Fehlende Werte wurden in der excel-Datenerfassungstabelle bzw. in SPSS mit -99 gekennzeichnet.

2.3 Verwendete Scores und Klassifizierungen

2.3.1 Scoringssysteme

Bei den in der Studie angewandten Scoringssystemen zur Einteilung von Verletzungsschwere und Prognose handelt es sich um die allgemein gebräuchlichen Parameter GCS, RTS, AIS, ISS und die TRISS-Methode.

Verschiedene Scoringssysteme ermöglichen bei der Versorgung Polytraumatisierter zum einen eine frühzeitige Einschätzung der Gefährdung eines Patienten, die Prognoseabschätzung, und bei wiederholter Bestimmung eine Kontrolle des Verlaufs vom Unfallort bis zur Behandlung

auf der Intensivstation. Zum anderen gestattet die quantitative Erfassung den Vergleich schwer- und mehrfachverletzter Patienten im Rahmen der Qualitätskontrolle und den Leistungsvergleich unterschiedlicher Versorgungskonzepte [7, 42, 47-49].

2.3.1.1 Physiologische Scores

Physiologische Scores erfassen vor allem die Reaktion der physiologischen Systeme auf ein Trauma und eignen sich für die präklinische Situation und die erste Einschätzung im Schockraum.

Durchgesetzt haben sich der Glasgow Coma Scale (GCS) und der Revised Trauma Score (RTS).

2.3.1.1.1 Glasgow Coma Scale

Der GCS, 1974 von Teasdale und Jennett publiziert, ermöglicht durch die genaue Erfassung der Bewusstseinslage eine klinisch-neurologische Einschätzung des Verletzten und ist ein sehr weit verbreitetes objektives Instrument, das auch in viele unfallchirurgische und intensivmedizinische Score-Systeme mit einbezogen wurde, wie z. B. dem APACHE II (Acute Physiology and Chronic Health Evaluation) [50] und dem Sofa-Score (Sequential Organ Failure Assessment) [7, 51].

Er setzt sich aus drei Komponenten zusammen (Augen öffnen, Reaktion auf Ansprechen, motorische Reaktion), die jeweils bewertet und addiert werden und kann somit einen Wert zwischen 3 und 15 einnehmen [52]. Als Bewusstlosigkeit wird in der Literatur häufig ein $GCS \leq 8$ Punkte definiert.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Einteilung der GCS im Detail:

Augen öffnen	Spontan	4 Punkte
	Auf Aufforderung	3 Punkte
	Auf Schmerzreiz	2 Punkte
	Keine Reaktion auf Schmerzreiz	1 Punkt
Beste verbale Kommunikation	Konversationsfähig, orientiert	5 Punkte
	Konversationsfähig, desorientiert	4 Punkte
	Inadäquate Äußerung	3 Punkte
	Unverständliche Laute	2 Punkte
	Keine Reaktion auf Ansprache	1 Punkt
Beste motorische Reaktion	Auf Aufforderung	6 Punkte
	Auf Schmerzreiz: gezielt	5 Punkte
	Auf Schmerzreiz: abnorme Abwehr	4 Punkte
	Auf Schmerzreiz: Beugeabwehr	3 Punkte
	Auf Schmerzreiz: Strecksynergismen	2 Punkte
	Keine Reaktion auf Schmerzreiz	1 Punkt

Tabelle 1: Glasgow Coma Scale [52].

2.3.1.1.2 Revised Trauma Score

Der RTS erfasst keine Verletzungen (Vgl. ISS), sondern nur deren Auswirkungen auf den Organismus. Er umfasst als Parameter den GCS, den systolischen Blutdruckwert und die Atemfrequenz. Diese werden mit einem Wert von 0 – 4 kodiert, mit einem regressionsanalytisch ermittelten Koeffizienten multipliziert und anschließend addiert [49].

Die Punktwerte für die Variablen des RTS:

Bewusstsein GCS	Blutdruck (RR) Systol. in mmHg	Atmung (AF) Atemzüge/min	Punkte
13 – 15	≥ 90	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: Revised Trauma Score [49].

$$\text{RTS} = 0,9368 \times \text{kodierte Punktzahl GCS} + 0,7326 \times \text{Punktzahl RR} + 0,2908 \times \text{Punktzahl AF}$$

Der so ermittelte RTS Wert liegt zwischen 0 und 7,84.

2.3.1.2 Anatomische Scores

2.3.1.2.1 Abbreviated Injury Scale

Anatomische Scores basieren auf den verletzten anatomischen Strukturen und ermöglichen nach abgeschlossener Diagnostik eine definitive Festlegung der Verletzungsschwere. Grundlage ist die Abbreviated Injury Scale (AIS), 1969 von Copes, Sacco et al. [47] eingeführt und seither mehrfach überarbeitet (zuletzt 1990).

Zur Berechnung wird der Körper in sechs Körperregionen (Kopf mit Hals, Gesicht mit Halswirbelsäule, Thorax mit Brustwirbelsäule, Abdomen mit Beckenorganen und Lendenwirbelsäule, Extremitäten und knöchernes Becken, Weichteile und Haut) eingeteilt [39].

Dieser Katalog ordnet alle Einzelverletzungen einem Schweregrad von 1 bis 6 zu, wobei

1 = leicht

2 = mäßig

3 = schwer, nicht lebensbedrohlich

4 = schwer, lebensbedrohlich, Überleben möglich

5 = kritisch, Überleben unsicher

6 = tödlich

Da es sich beim AIS um eine Ordinalskala handelt, besteht keine lineare Korrelation zur Letalität.

Grad	Beschreibung	AIS-90 Punkte
I	Hämatom subkapsulär, < 10 % der Oberfläche oder Laceration < 1 cm Tiefe	2
II	Hämatom subkapsulär, 10 – 50 % der Oberfläche oder Hämatom intraparenchymal < 10 cm Durchmesser oder Laceration 1 – 3 cm tief, < 10 cm Länge	2
III	Hämatom subkapsulär, > 50 % der Oberfläche oder Hämatom intraparenchymal > 10 cm oder Laceration > 3 cm Tiefe	3
IV	Parenchymdestruktion 25 – 75 % eines Leberlappens oder 1 – 3 Lebersegmente	3
V	Parenchymdestruktion > 75 % eines Leberlappens oder > 3 Lebersegmente oder Verletzung der juxtahepatischen Gefäße	5
VI	Avulsion der Leber	6

Tabelle 3: AIS-Klassifikation am Beispiel der Leber [15, 53].

2.3.1.2.2 Injury Severity Score

Der auch in der vorliegenden Studie angewandte Injury Severity Score (ISS) berechnet sich aus der Summe der Quadrate der höchsten AIS-Werte von den drei am schwersten betroffenen Körperregionen, eingeteilt in Kopf und Hals, Gesicht, Thorax, Abdomen, knöchernes Becken und Extremitäten, Weichteile).

$$ISS = AIS_1^2 + AIS_2^2 + AIS_3^2$$

Der maximal erreichbare ISS-Wert liegt bei 75. Ein einzelner AIS-Wert von 6 führt definitionsgemäß zu einem ISS = 75 [48].

Region	AIS	Gewertet	ISS
Kopf	5	5	25 + 16 + 25 = 66
Gesicht	2	-	
Thorax	2	-	
Abdomen	4	4	
Extremitäten	5	5	
Weichteile	0	-	

Tabelle 4: Berechnung des ISS-Wertes an einem Beispiel.

2.3.1.3 Kombiniertes Score-System/Prognosemodell - TRISS

Durch Verknüpfung verschiedener Scores und prognostisch relevanter Faktoren lässt sich die Vorhersagegenauigkeit verbessern. In der vorliegenden Arbeit wurde die TRISS-Methode (Trauma and Injury Severity Score) zur Bestimmung der Überlebenswahrscheinlichkeit angewendet. Sie kombiniert ISS, RTS, Patientenalter (falls über 55 Jahre) und Verletzungsmechanismus (stumpf vs. penetrierend) [19, 42, 54].

Die entsprechenden Formeln wurden 1987 von Boyd, Tolson und Copes erstmals publiziert.

$$\text{TRISS} = 1 / (1 + e^{-x})$$

mit

$$x = 0,9544 * \text{RTS} - 0,0768 * \text{ISS} - 1,9052 * (\text{Alter} \geq 55) - 1,1270 \text{ (für stumpfe Verl.)}$$

$$x = 1,1430 * \text{RTS} - 0,1516 * \text{ISS} - 2,6676 * (\text{Alter} \geq 55) - 0,6029 \text{ (für penetr. Verl.)}$$

2.3.1.4 Glasgow Outcome Score [7, 55]

Der Glasgow Outcome Score (GOS) – 1975 von Jennett und Bond eingeführt – ermöglichte in der vorliegenden Arbeit die Einstufung des Erholungszustandes eines Patienten in 5 Kategorien am Ende des Krankenhausaufenthaltes.

Glasgow Outcome Score (GOS)	
GOS - 1	gute Erholung
GOS - 2	mäßige Behinderung ohne fremde Hilfe in der täglichen Lebensführung
GOS - 3	schwere Behinderung mit fremder Hilfe in der täglichen Lebensführung
GOS - 4	Persistierender vegetativer Zustand, apallisch
GOS - 5	Tod

Tabelle 5: Klassifikation des Glasgow Outcome Score [55].

2.3.2 Multiorganversagen [51, 56, 57]

Die Organdysfunktion bzw. das Organversagen wird an Hand des SOFA-Scores (sequential organ failure assessment) nach Vincent et al (1996) [51] für 6 Organsysteme (Atmung/Lunge, Koagulation, Leber, Herz-Kreislauf, ZNS, Niere) in 4 Schweregradstufen klassifiziert. Entsprechend der Traumaregister-Dokumentation der DGU wurde in der vorliegenden Studie ein Schweregrad > 2 (für die Organsysteme getrennt und nach Anzahl der betroffenen Tage ausgewertet) dokumentiert.

Als Multiorganversagen wurde ein Versagen von mindestens zwei der unten aufgeführten Organsysteme (SOFA-Score > 2 Punkte) an mindestens zwei aufeinanderfolgenden Tagen gewertet [20].

Organsystem	Parameter	SOFA-Score > 2 Punkte
Atmung/Lunge	PaO ₂ /FiO ₂ (mit Beatmung)	< 200 mmHg
Koagulation	Thrombozyten	< 50.000/mm ³
Herz-Kreislauf	Katecholamindosis	Dopamin > 5 µg/kg min oder Jegliche Adrenalin-/Noradrenalingabe
Niere	Kreatinin oder Ausfuhrmenge pro Tag	≥ 3,5 mg/dl oder < 500 ml/Tag
Leber	Bilirubin	≥ 6,0 mg/dl
ZNS	Glasgow Coma Scale (GCS)	< 9 Punkte

Tabelle 6: Organversagen – SOFA-Score.

2.3.3 Verletzungseinteilung nach der Moore-Klassifikation

Die Einteilung der Verletzungen von Milz, Leber, Niere, Pankreas, Darm, Harnblase und Mesenterium erfolgte nach der Moore-Klassifikation (Organ Injury Scaling).

Diese gebräuchliche Einteilung wurde 1978 vom Organ Injury Scaling Committee der American Association for the Surgery of Trauma entwickelt und seither entsprechend modifiziert [48, 53, 58-61].

Für jedes Organ existieren sechs Stufen des Verletzungsgrades, wobei Stufe 1 die leichteste, Stufe 5 die schwerste überlebbare Verletzung darstellt. Grad 6 Verletzungen sind per definitionem nicht mit dem Leben vereinbar.

Grade ¹	Injury Description ²	AIS 90
I. Hematoma	Subcapsular, nonexpanding < 10 % surface area	2
Laceration	Capsular tear, nonbleeding, < 1 cm parenchymal depth	2
II. Hematoma	Subcapsular, nonexpanding, 10 -50 % surface area, Intraparenchymal, nonexpanding, < 2 cm in diameter	2
Laceration	Capsular tear, active bleeding, 1 – 3 cm parenchymal depth which does not involve a trabecular vessel	2
III. Hematoma	Subcapsular, > 50 % surface area or expanding; Ruptured subcapsular hematoma with active bleeding; Intraparenchymal hematoma > 2 cm or expanding	3
Laceration	> 3 cm parenchymal depth or involving trabecular vessels	3
IV. Hematoma	Ruptured intraparenchymal hematoma with active bleeding	4
Laceration	Laceration involving segmental or hilar vessels producing major devascularization (> 25 % of spleen)	4
V. Laceration	Completely shattered spleen	5
Vascular	Hilar vascular injury which devascularizes spleen	5
¹ Advance one grade for multiple injuries to the same organ		
² Based on most accurate assessment at autopsy, laparotomy, or radiologic study		

Tabelle 7: Organ Injury Scaling nach Moore – Beispiel: Milz [53].

2.3.4 Einteilung der Beckenverletzungen

2.3.4.1 Beckenringfrakturen

Die bei den Patienten vorliegenden Beckenverletzungen wurden entsprechend der AO-Klassifikation der Beckenfrakturen eingeteilt. Diese berücksichtigt sowohl Grad als auch Richtung der Instabilität, teilt die Frakturen in 3 Gruppen ein (Typ A: stabile Beckenverletzungen, Typ B: Beckenringverletzungen mit Rotationsinstabilität, Typ C: Beckenringverletzungen mit Rotations- und Vertikalinstabilität) und basiert auf der Einteilung von Tile (1995) [7, 62-65].

Klassifikation		Frakturen
A		Beckenring stabil, minimale Dislokation
	A1	Abrissfrakturen: SIAS, SIAI, Tuber ossis ischii
	A2	Darmbeinflügel-Fraktur ohne od. mit Beckenringbeteiligung aber ohne Dislokation
	A3	Transverse Sakrumfrakturen ohne Beckenringbeteiligung, Frakturen des Os coccygis
B		Beckenringfrakturen mit Rotationsinstabilität und Vertikalstabilität
	B1	Open book (Außenrotation)
	B2	Laterale Kompression (Innenrotation)
		B2.1 Ipsilateraler Typ: Fraktur beider Rami, überlappende Symphyse oder schrägverlaufende Fraktur des R. superior mit Symphysenruptur (tilt fracture) B2.2 Kontralateraler Typ: Fraktur eines kontralateralen R. pubicus, beider kontralateraler oder aller 4 Rr. Pubici durch Rotation der Beckenhälfte nach innen und vorne
B3	Bilaterale B Frakturen	
C		Beckenringfrakturen mit Rotationsinstabilität und Vertikalinstabilität (vertical shear)
	C1	Unilateral
		C1.1 Ileumfraktur
		C1.2 SI-Dislokation oder Dislokationsfraktur C1.3 Sakrumfraktur
C2	Bilateral	
	C2.1-3 wie bei C1	
C3	Vertikale Scherverletzung mit Acetabulumfraktur	

Tabelle 8: AO-Klassifikation der Beckenringfrakturen [7].

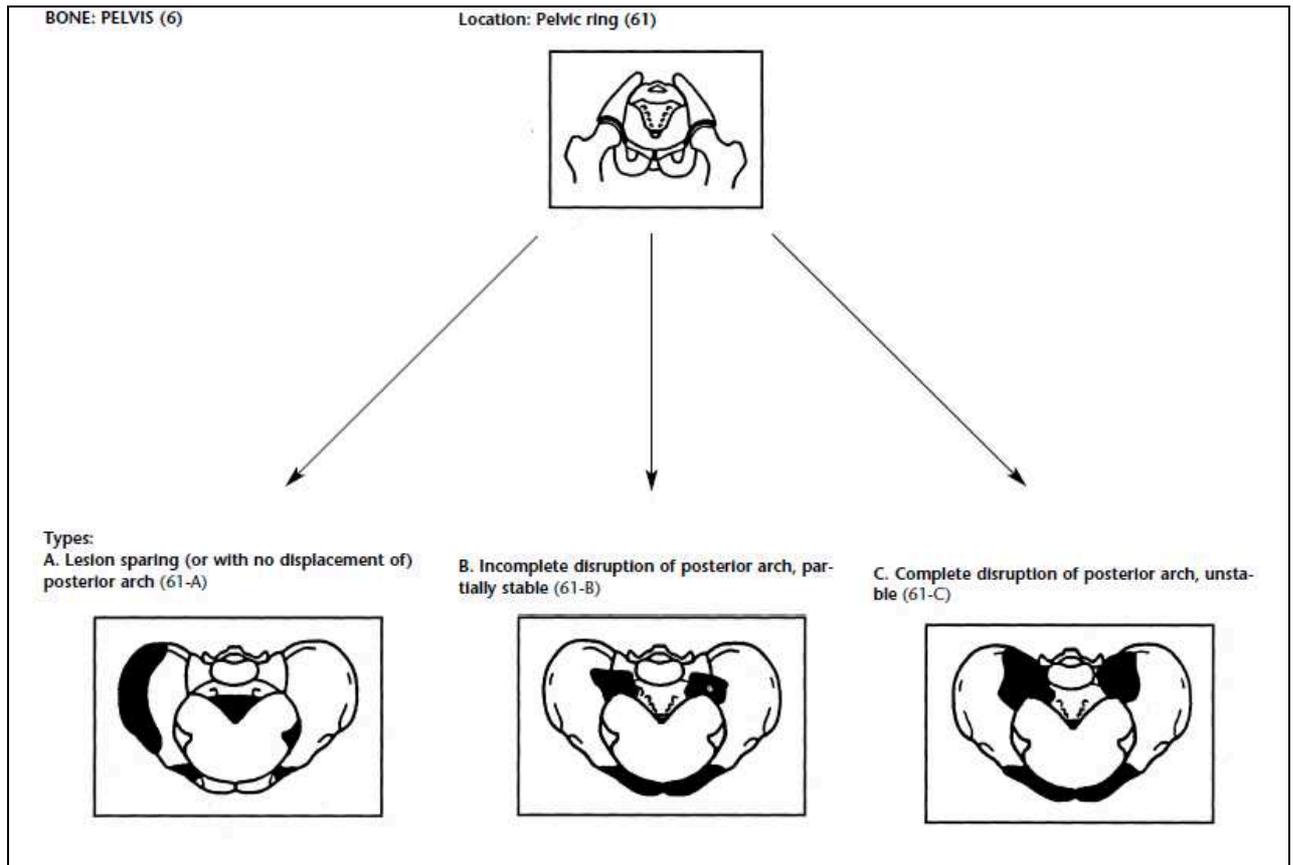


Abbildung 2: Beckenringfrakturen [66].

2.3.4.2 Acetabulumfrakturen

Die Einteilung der Acetabulumfrakturen erfolgte ebenfalls nach der AO-Klassifikation für Acetabulumfrakturen:

Klassifikation		Frakturen
A	A1	Nur eine Säule betroffen, die andere Säule intakt
	A2	Hintere Pfannenrandfraktur und Varianten
	A3	Hintere Säulenfraktur und Varianten Vordere Pfannenrand- und vordere Säulenfraktur
B	B1	Transverse Frakturkomponente, ein Teil des Dachs mit dem intakten Ilium verbunden
	B2	Transverse Fraktur (1), transverse Fraktur plus hintere Randfraktur (2)
	B3	T-förmige Fraktur und Varianten Vordere Pfannenrand- oder Säulenfraktur plus hintere hemitransverse Fraktur
C	C1	Zweisäulenfraktur, alle Teile des Acetabulums inklusive Pfannendach losgelöst vom intakten Ilium
	C2	Vordere Säulenfrakturlinie zur Crista iliaca verlaufend
	C3	Vordere Säulenfrakturlinie zum vorderen Iliumrand verlaufend Frakturlinienverlauf in das ISG

Tabelle 9: AO-Klassifikation der Acetabulum-Frakturen [7].

BONE: PELVIS (6)

Modifiers to describe articular surfaces:

α^1) femoral head subluxation, anterior; α^2) femoral head subluxation, medial; α^3) femoral head subluxation, posterior.

ξ^1) femoral head dislocation, anterior; ξ^2) femoral head dislocation, medial; ξ^3) femoral head dislocation, posterior.

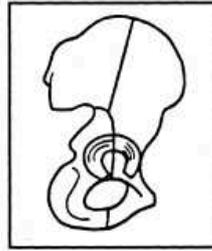
χ^1) acetabular surface, chondral lesion; χ^2) acetabular surface, impacted.

δ^1) femoral head, chondral lesion; δ^2) femoral head, impacted; δ^3) femoral head, osteochondral fracture.

ϵ^1) intraarticular fragment requiring surgical removal.

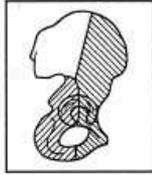
σ^1) nondisplaced fracture of the acetabulum.

Location: Acetabulum (62)

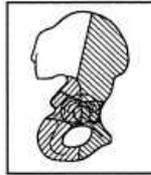


Types:

A. Partial articular, 1 column (62-A)



B. Partial articular, transverse (62-B)



C. Complete articular, both columns (62-C)

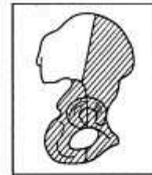


Abbildung 3: Acetabulumfrakturen [66].

2.4 Statistische Methoden

2.4.1 Deskriptive Datenanalyse

Ausgewertet wurden die erhobenen Parameter zunächst nach deskriptiven statistischen Gesichtspunkten. Die einzelnen Variablen wurden hinsichtlich ihrer Häufigkeitsverteilung untersucht. Diejenigen Variablen, welche weiterhin univariat getestet wurden (siehe 2.5.2 und 2.4.3), wurden letztlich subjektiv als potentiell am meisten relevant und praxisbezogen im Hinblick auf die Fragestellung ausgewählt.

2.4.2 Dichotomisierung

Die relevanten Variablen, die in die Multivarianzanalyse eingehen sollten wurden im Folgenden nach dem Maßstab von klinisch grenzwertigen Befunden dichotomisiert. Dies geschah in Anlehnung an bereits bewährte Dichotomisierungen aus bereits bekannten bzw. bewährten Scores wie z.B. dem TRISS , dem RISC [12], dem STS [67] oder dem SOFA-Score [51].

Die kontinuierlichen Variablen wurden nicht in geglätteter Form, sondern ebenfalls wie oben erwähnt kategorisiert im Sinne einer Dichotomisierung verwendet.

2.4.3 Bivariates Screening

Anschließend erfolgte ein bivariates Vorscreening mittels Chi-Quadrat Test, wobei der Einfluss verschiedener Variablen auf die Zielgröße Tod erkennbar wird. Von einem signifikanten Zusammenhang wird bei einem $p < 0,05$ ausgegangen.

2.4.4 Log. Regression

Die Variablen, welche in der univariaten Analyse eine besonders enge Korrelation zur Zielvariablen aufweisen, werden in der multivariaten Regressionsanalyse auf ihre prognostische Wertigkeit untersucht, d.h. alle Variablen mit $p < 0,20$ im bivariaten Vorscreening.

Die Regressionsanalyse ist ein statistisches Verfahren, welche zum Ziel hat, Beziehungen zwischen einer abhängigen Zielvariablen, im vorliegenden Fall dem Versterben, und mehreren unabhängigen Variablen festzustellen. In der vorliegenden Auswertung geschah dies mittels der sogenannten Forward-Elimination.

3. Ergebnisse

Es wurden alle Patienten, die zwischen 1997 – 2004 am Klinikum der Universität München, Chirurgische Klinik und Poliklinik – Innenstadt, den entsprechenden Einschlusskriterien gemäß auf Grund eines Polytraumas behandelt wurden, berücksichtigt. Insgesamt handelt es sich hierbei um 146 Fälle. Von diesen konnten n = 132 Patienten ausgewertet werden. 14 Patienten konnten aufgrund von fehlenden Krankenakten nicht ausgewertet werden.

3.1 Deskriptive Datenanalyse

3.1.1 Demographische Daten / Patientenkollektiv

Es wurden 132 Patienten mit einem Polytrauma retrospektiv untersucht. Das Durchschnittsalter der Patienten betrug 42,61 +/- 19,78 Jahre. Die Altersspanne lag zwischen 16 und 92 Jahren.

Insgesamt waren 82 (62,1 %) Patienten männlichen und 50 (37,9 %) Patienten weiblichen Geschlechts.

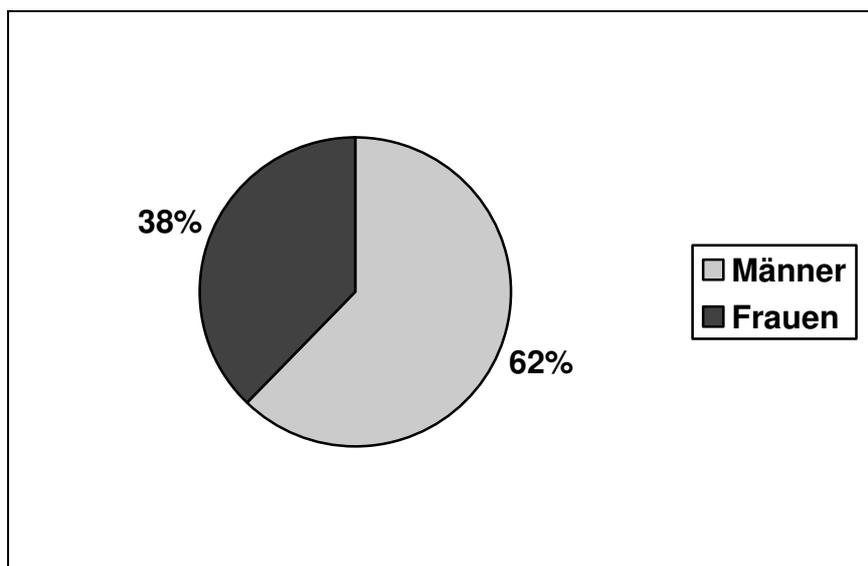


Diagramm 1: Verteilung der Patienten nach Geschlecht.

3.1.2 Klinische Daten

3.1.2.1 Präklinische Phase

Verletzungsart

122 Patienten hatten ein stumpfes Trauma erlitten (92,4 %), bei 8 Patienten hatte ein penetrierendes Trauma stattgefunden (6,1 %). Bei zwei Patienten (1,5 %) fehlte hierzu eine Angabe.

In der präklinischen Phase durchliefen 3 Patienten eine cardiopulmonale Reanimation (2,3 %). Angaben hierzu fehlen bei 15 Fällen (11,4 %). Präklinisch wurden 55 Patienten intubiert (41,7 %), 63 Patienten wurden nicht intubiert (47,7 %) und bei 14 Patienten (10,6 %) lagen hierzu keine Angaben vor. Katecholamine erhielten im präklinischen Bereich 7 Patienten (5,3 %).

Polytraumatisierte Patienten wurden auf 4 verschiedene Weisen eingeliefert: per Rettungshubschrauber, Notarztwagen, Rettungswagen oder anderweitig (selbst, Taxi).

In 30,3 % der Fälle erfolgte der Transport mittels eines Rettungshubschraubers, in 50 % kam ein Notarztwagen zum Einsatz, bei 5,3 % der Fälle ein Rettungswagen. 2 Patienten (1,5 %) stellten sich selbst in der Notaufnahme vor. (Sonstiges: 3 %, 4 Patienten).

22 Patienten wurden aus einer anderen Einrichtung zuverlegt.

Der Mittelwert des initialen Glasgow Coma Scale lag bei 11,82 mit einer Standardabweichung (SD) von +/- 4,11.

Der initiale mittlere systolische Blutdruckwert lag bei 109 mmHg (SD +/- 31 mmHg) mit minimalen Werten von 0 und maximalen Werten von 210 mmHg. Die initial gemessene Herzfrequenz bewegte sich beim Patientenkollektiv zwischen Werten von 0 – 160 bpm, mit einem Mittelwert von 92 bpm (SD +/- 24 bpm). Die Atemfrequenz zu diesem Zeitpunkt lag zwischen 0 und 36 /min, die mittlere Atemfrequenz betrug 16/min (SD +/- 5,34). Die mittlere Sauerstoffsättigung lag bei 92,9 % (SD +/- 8,70 %) mit Werten zwischen 40 und 100 %.

Die Bestimmung des Revised Trauma Score (RTS) ergab einen Mittelwert von 7,00 mit einer SD von +/- 1,46, der ISS ergab einen mittleren Wert von 31,1 (SD +/- 16,19). Der Mittelwert der probability of survival (Ps) nach dem TRISS Modell lag bei 0,80 mit einer SD von +/- 0,28.

Bis zur Schockraumaufnahme erhielten die Patienten im Mittel 1818 ml Volumen zugeführt (SD +/- 1258 ml), die Werte lagen im Bereich zwischen 0 und 8000 ml. Aufgeteilt in die einzelnen Entitäten wurden im Mittel 1173 ml Kristalloide (SD +/- 0,28 ml), 558 ml Kolloide (SD +/- 733 ml) und 88 ml Hyperhaes (SD +/- 184 ml) verabreicht.

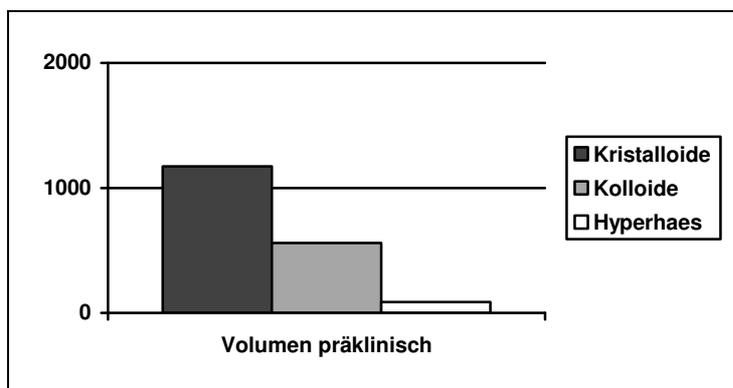


Diagramm 2: präklinisches Volumen in ml.

3.1.2.2 Klinische Phase

Die mittlere Atemfrequenz bei Schockkraumaufnahme bei spontanatmenden Patienten betrug 17/min (SD +/- 5). Die Werte variierten zwischen 12 und 35/min. Die Sauerstoffstättigung lag im Mittel bei 97,6 Prozent mit einer SD von +/- 3,6 (Werte zwischen 76 und 100 %).

Der GCS hatte bei Schockkraumaufnahme einen Mittelwert von 9,3 mit einer SD von +/- 5,6.

Der systolische Blutdruck lag bei Schockkraumaufnahme im Mittel bei 116 mmHg (SD +/- 33 mmHg), die Herzfrequenz zu diesem Messzeitpunkt bei 90 bpm (SD +/- 33).

Bei insgesamt 54 Patienten ergab sich in der ersten sonographischen Untersuchung ein pathologischer Befund, bei 53 Patienten war der Befund normal, bei 2 Patienten war die Sonographie nicht beurteilbar. In insgesamt 23 Fällen fehlten die Angaben zur 1. sonographischen Untersuchung.

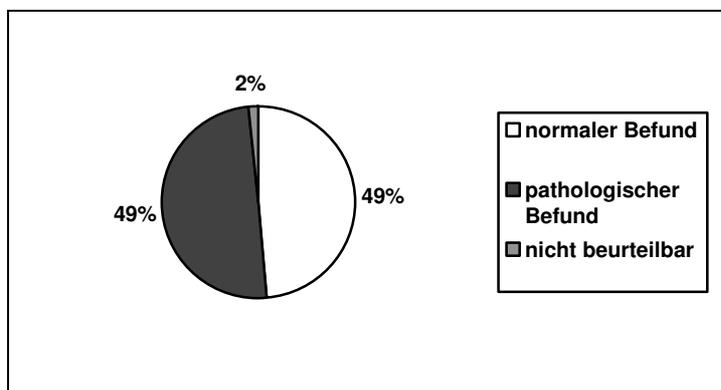


Diagramm 3: 1. Sonographiebefund, Patienten n = 109, Angaben in Prozent.

Bei insgesamt 18 Patienten (15,7 %) war ein aktiver Kontrastmittelaustritt im CT zu verzeichnen, bei 97 Patienten (84,3 %) fiel kein Kontrastmittelaustritt auf.

Insgesamt 70 Patienten wurden während des Klinikaufenthalts beatmet, 52 Patienten wurden nicht beatmet. Zu insgesamt 10 Patienten fehlen hierzu die Informationen.

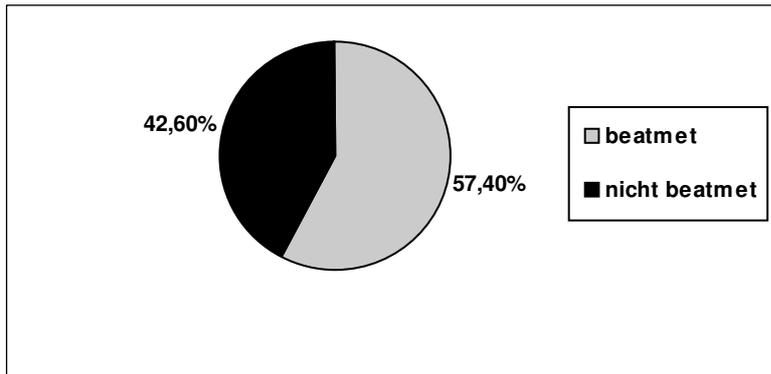


Diagramm 4: Beatmung, Patienten n = 122, Angaben in Prozent.

Die erste durchgeführte Blutgasanalyse ergab folgende Mittelwerte:

BE -5,95 (SD +/- 5,11)

pO₂ 263 mmHg (SD +/- 165)

pCO₂ 43,24 mmHg (SD +/- 12)

Der Horowitzkoeffizient betrug im Mittel 317 (SD +/- 180). Werte unter 200 lagen bei 33 Patienten vor, Werte über 199 bei 71 Patienten, bei 28 Patienten fehlten die Angaben hierzu.

3.1.2.3 Labor

Die diversen Laborwerte wurden zu mehreren Messzeitpunkten evaluiert und statistisch

bearbeitet: MZP 1 – Aufnahme im Schockraum

MZP 2 – letzter Wert vor Stunde 3 nach Schockraumaufnahme

MZP 3 – letzter Wert vor Stunde 6 nach Schockraumaufnahme

MZP 4 – letzter Wert vor Stunde 12 nach Schockraumaufnahme

MZP 5 – letzter Wert vor Stunde 24 nach Schockraumaufnahme

Hb

	MZP 1	MZP 2	MZP 3	MZP 4	MZP 5
Mittelwert	14,0	9,8	9,9	9,6	9,8
Standardabweichung	35,4	2,5	2,2	1,9	1,7

Tabelle 10: Hb-Werte in mg/dl zu den jeweiligen Messzeitpunkte: Mittelwert und Standardabweichung.

Thrombozyten

	MZP 1	MZP 2	MZP 3	MZP 4	MZP 5
Mittelwert	239080	154714	151395	157964	162283
Standardabweichung	129307	107149	93807	97558	116296

Tabelle 11: Thrombozyten-Werte / μ l zu den jeweiligen Messzeitpunkte: Mittelwert und Standardabweichung.

Quick

	MZP 1	MZP 2	MZP 3	MZP 4	MZP 5
Mittelwert	69,0	64,2	70,2	71,3	71,7
Standardabweichung	21,0	18,1	15,0	11,6	10,6

Tabelle 12: Quick-Werte in % zu den jeweiligen Messzeitpunkte: Mittelwert und Standardabweichung.

PTT

	MZP 1	MZP 2	MZP 3	MZP 4	MZP 5
Mittelwert	40,9	46,9	39,8	39,7	40,3
Standardabweichung	23,2	26,4	11,1	9,1	5,5

Tabelle 13: PTT-Werte in sec zu den jeweiligen Messzeitpunkte: Mittelwert und Standardabweichung.

AT III

	MZP 1	MZP 2	MZP 3	MZP 4	MZP 5
Mittelwert	64,7	53,1	63,1	71,5	70,6
Standardabweichung	22,7	16,2	19,4	21,7	12,6

Tabelle 14: AT III Werte in % zu den jeweiligen Messzeitpunkte: Mittelwert und Standardabweichung.

CK

	MZP 1	MZP 2	MZP 3	MZP 4	MZP 5
Mittelwert	330	845	795	1309	1747
Standardabweichung	23	2270	845	1809	2365

Tabelle 15: CK-Werte in U/I zu den jeweiligen Messzeitpunkte: Mittelwert und Standardabweichung.

Lactat

	MZP 1	MZP 2	MZP 3	MZP 4	MZP 5
Mittelwert	3,2	2,0	2,7	2,4	6,1
Standardabweichung	3,8	1,1	1,4	1,9	23,0

Tabelle 16: Lactat-Werte in mmol/l zu den jeweiligen Messzeitpunkte: Mittelwert und Standardabweichung.

3.1.2.4 Zeiten

Die Rettungszeit zwischen Unfallereignis und Schockraumaufnahme betrug im Mittel 1h 14min mit Werten zwischen 0h und 22h 30min und einer SD von 2h 19min. Zuverlegungen wurden hierbei nicht berücksichtigt.

Die Zeitspanne zwischen Eintreffen im Schockraum und Aufnahme auf der Intensivstation zeigte einen Mittelwert von 4h 33min bei Werten zwischen 30min und 20h 40min (SD 3 h 7min). Zwischen Schockraumaufnahme und Tod des Patienten lagen im Durchschnitt 13d 11h 3min (SD 15d 4h 59min).

Zwischen Schockraumaufnahme und erstem CT vergingen im Mittel 37min (SD 1h 8min) bei maximal 11h 12min und minimal 0h. Bis zur Durchführung der ersten Sonographie vergingen im Mittelwert 9min mit einer SD von 2h 1min.

Auch für die einzelnen Organe wurden die Zeiten zwischen Schockraumaufnahme und Operation sowie die Zeit zwischen erster Operation und ggf. Revision aufgearbeitet, wie in der folgenden Tabelle ersichtlich wird.

	Mittelwert	Median	Standard- abweichung	Minimum	Maximum	Anzahl der gültigen Fälle
Milz	1d 9h 58min	1h 37min	3d 16h 56min	35min	14d 7h 34min	20
Leber	1h 30min	1h 07min	1h 19min	29min	4h 44min	10
Niere	2h 51min	3h 01min	1h 14min	1h 14min	4h 08min	4
Pankreas	1h 58min	1h 58min	54min	1h 20min	2h 37min	2
Mesenterium	3h 05min	1h 30min	4h 52min	04min	18h 45min	13
Darm	1h 54min	1h 30min	1h 29min	04min	4h 42min	9
Retro- peritoneum	2h 52min	2h 16min	2h 01min	14min	5h 44min	14
Harnblase	17h 26min	7h 05min	23h 53min	1h 00min	3d 0h 09min	8
Becken	2d 15h 00min	3h 40min	3d 19h 07min	1h 00min	11d 21h 20min	27

Tabelle 17: Zeiten zwischen Schockraumaufnahme und Operation aufgeteilt auf die einzelnen betroffenen Organe.

3.1.2.5 Volumen

Die verabreichten Volumina zwischen Schockraumaufnahme und ICU-Aufnahme, aufgeschlüsselt in Kristalloide, Kolloide, EKs, FFPs und TKs, für die einzelnen verletzten Organe zeigten sich wie folgt. Angegeben wurden ergänzend die innerhalb der ersten 24 Stunden zusätzlich verabreichten EKs.

	Summe Kristalloide SR bis ICU (ml)	Summe Kolloide SR bis ICU (ml)	Summe Krist + Koll. SR bis ICU (ml)	Summe EK SR bis ICU (Stück)	Summe FFP SR bis ICU (Stück)	Summe TK SR bis ICU (Stück)	EK-Transfusionsmenge erste 24 h (Stück)
N-Anzahl der Fälle	123	123	123	125	124	124	116
Mittelwert	4305	1134	5431	4,9	4,1	0,4	7,7
Standardabweichung	3883	1286	4768	9,0	8,2	1,1	12,4

Tabelle 18: verabreichte Volumina zwischen Schockraum und ICU-Aufnahme sowie die innerhalb der ersten 24 Stunden insgesamt verabreichte EK-Menge.

3.1.2.6 Verletzungsmuster

Bezüglich der Häufigkeiten der von Verletzungen betroffenen Organen zeigten sich folgende Resultate:

Eine Milzverletzung lag bei 49 Patienten (37,1 %) vor, darunter befanden sich 32 Männer, entsprechend einem Anteil von 65,3 % der Milzverletzten.

Bei insgesamt 35 Patienten (26,5 %) war eine Leberverletzung festzustellen. 20 der Verletzten waren Männer, das entspricht einem Anteil von 57,1%.

Eine Verletzung des Pankreas war bei 2 Patienten eingetreten, das entspricht einem Anteil am Gesamtpatientengut von 1,5 %. Es handelte sich hierbei um einen Mann und eine Frau (je 50 %).

Verletzungen im Bereich der Niere waren bei 22 Patienten aufgetreten, entsprechend 16,7 %. 15 der Patienten waren männlichen Geschlechts (68,2 %).

Eine Verletzung des Mesenteriums lag in 14 Fällen vor (10,6 %), darunter 11 Patienten männlichen Geschlechts (78,6 %).

Darmverletzungen konnten in 12 Fällen gesichert werden (13,6 %), wobei es sich hierbei um 12 betroffene Männer handelte.

32 Patienten (24,2 %) wiesen eine Verletzung im Retroperitonealraum auf, darunter 25 Männer, entsprechend einem Anteil aller in diesem Bereich Verletzten von 78,1 %.

Eine Harnblasenverletzung trat in insgesamt 12 Fällen (9,1 %) auf, 9 der Betroffenen waren männlichen Geschlechts (75 %).

Beckenverletzungen lagen bei 76 Polytraumatisierten vor (57,6 %), in 49 Fällen (64,5 %) handelte es sich hierbei um Männer.

3.1.2.7 Verletzungsschwere

Die Einteilung der Verletzungsschwere erfolgte nach der Abbreviated Injury Scale (AIS) bezogen auf die einzelnen Körperregionen (Kopf, Gesicht, Thorax, Extremitäten, Weichteile, Abdomen). Der AIS Mittelwert betrug 3,1 mit einer Standardabweichung von 1,02.

Der AIS Kopf Wert betrug im Mittel 1,5 mit einer SD von +/- 1,87. Die vorliegenden Werte lagen zwischen 0 und 6.

Ein AIS-Kopf Wert > 2 trat in 42 Fällen auf (31,8 %), ein Wert < 3 lag bei 90 Patienten vor, entsprechend 68,2 %.

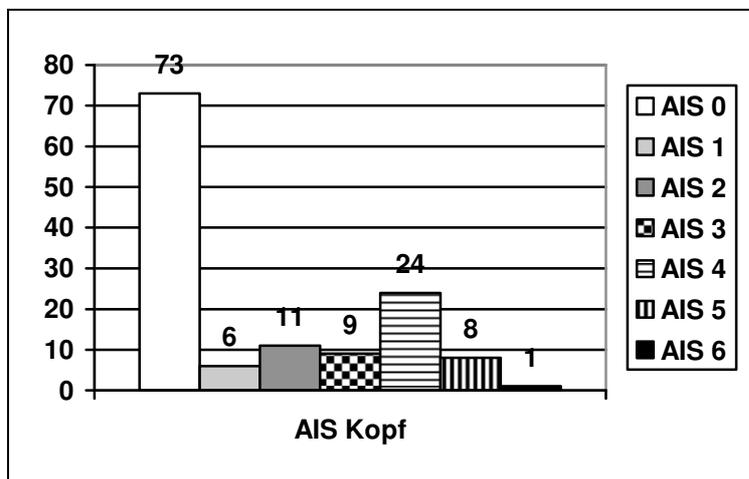


Diagramm 5: Verteilung der AIS Werte Kopf bei n = 132 Patienten. Dabei wird der Anteil der Patienten in der jeweiligen Subgruppe als absoluter Wert angegeben.

Der AIS-Gesicht zeigte einen Mittelwert von 0,4 auf, SD +/- 0,77, die Werte lagen zwischen AIS 0 und AIS 3. Werte > 2 lagen in 2,3 % der Fälle vor, Werte < 3 in 97,7 %.

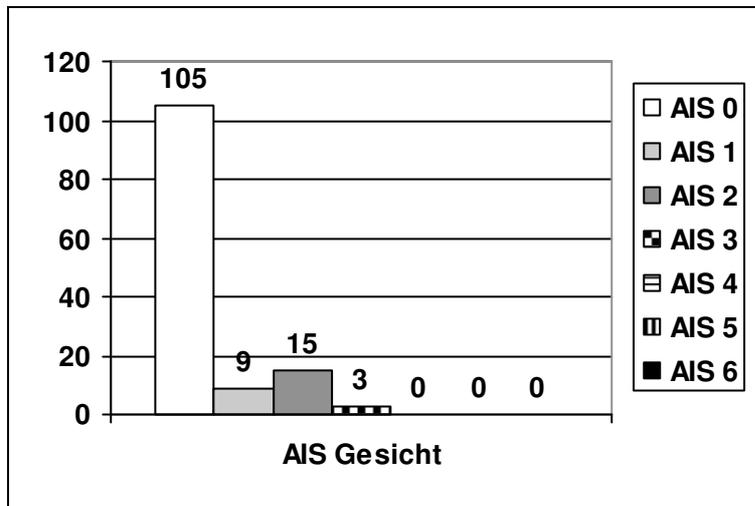


Diagramm 6: Verteilung der AIS Werte Gesicht bei n = 132 Patienten. Dabei wird der Anteil der Patienten in der jeweiligen Subgruppe als absoluter Wert angegeben.

Die bearbeiteten Thoraxverletzungen ergaben im Mittel einen AIS-Wert von 2,6 (Werte zwischen 0 und 5) bei einer SD von +/- 1,83. In 37,9 % lagen die Werte unter 3, in 62,1 % über 2.

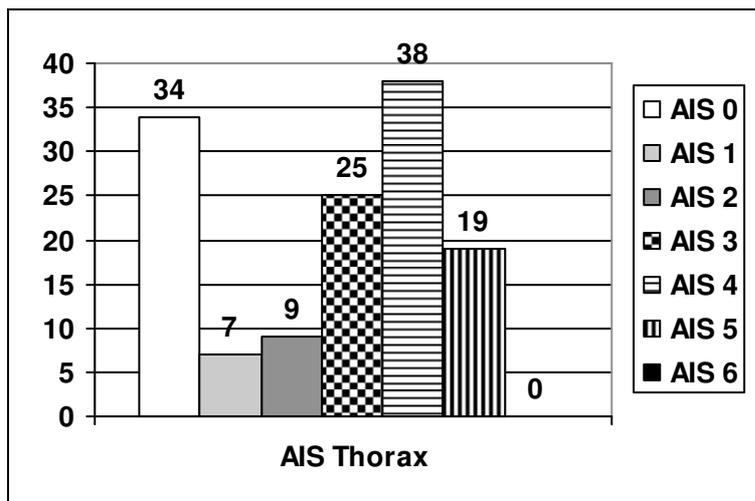


Diagramm 7: Verteilung der AIS Werte Thorax bei n = 132 Patienten. Dabei wird der Anteil der Patienten in der jeweiligen Subgruppe als absoluter Wert angegeben.

Bei den Extremitätenverletzungen lag ein mittlerer AIS von 2,4 vor bei Werte von maximal 5 und minimal 0, SD bei +/- 1,59. Ein AIS-Wert < 3 wurde bei 43,2 % und ein AIS-Wert > 2 bei 56,8 % verzeichnet.

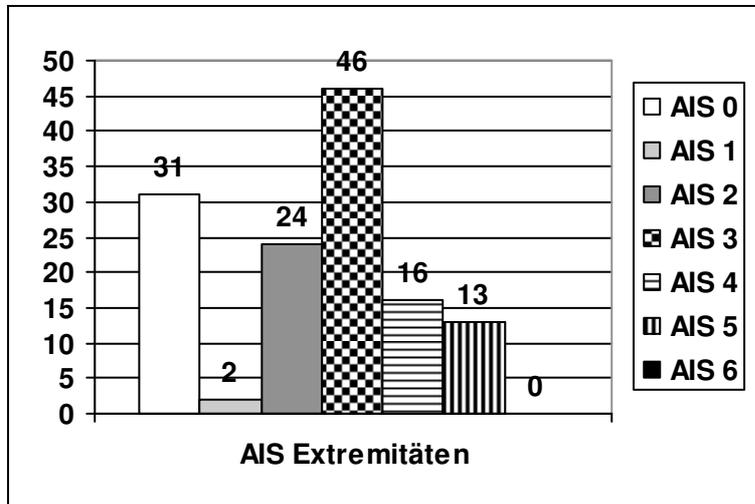


Diagramm 8: Verteilung der AIS Werte Extremitäten bei n = 132 Patienten. Dabei wird der Anteil der Patienten in der jeweiligen Subgruppe als absoluter Wert angegeben.

Der Mittelwert AIS-Weichteile betrug 0,4 (minimal 0, maximal 3) mit einer SD von +/- 0,66.

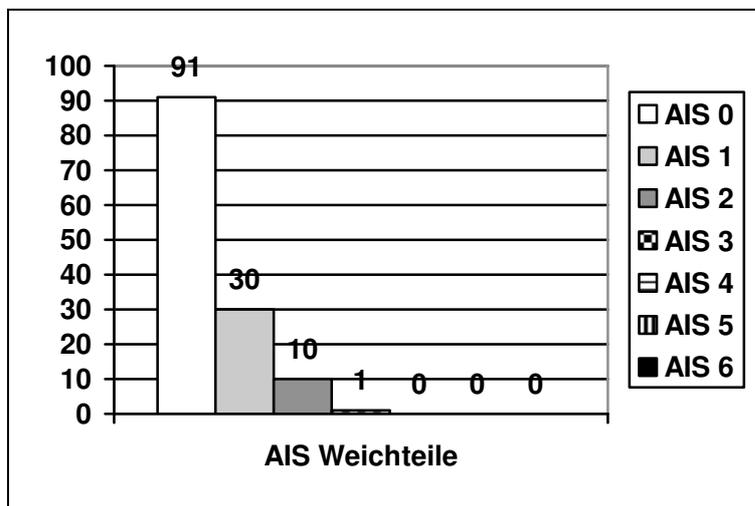


Diagramm 9: Verteilung der AIS Werte Weichteile bei n = 132 Patienten. Dabei wird der Anteil der Patienten in der jeweiligen Subgruppe als absoluter Wert angegeben.

Bei den AIS-Werten Abdomen wurden die Werte zusätzlich für die jeweiligen Organe aufgeteilt. Angaben im Rahmen des AIS-Abdomen zu den jeweiligen Organen wurden nur für das jeweils betroffene Organ gemacht.

	AIS Abdomen Milz	AIS Abdomen Leber	AIS Abdomen Niere	AIS Abdomen Pankreas	AIS Abdomen Mesenterium	AIS Abdomen Darm	AIS Abdomen Retroperitoneum	AIS Abdomen Harnblase	AIS Abdomen Becken
N (Anzahl der Fälle)	54	35	22	2	14	18	32	12	76
Mittelwert	2,96	2,77	3,00	3,00	3,64	3,61	3,69	3,42	1,80
Median	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00	4,00	3,00	3,50	2,00
Standardabweichung	1,12	0,94	0,98	1,41	0,63	0,78	1,53	0,67	1,70

Tabelle 19: AIS-Werte Abdomen.

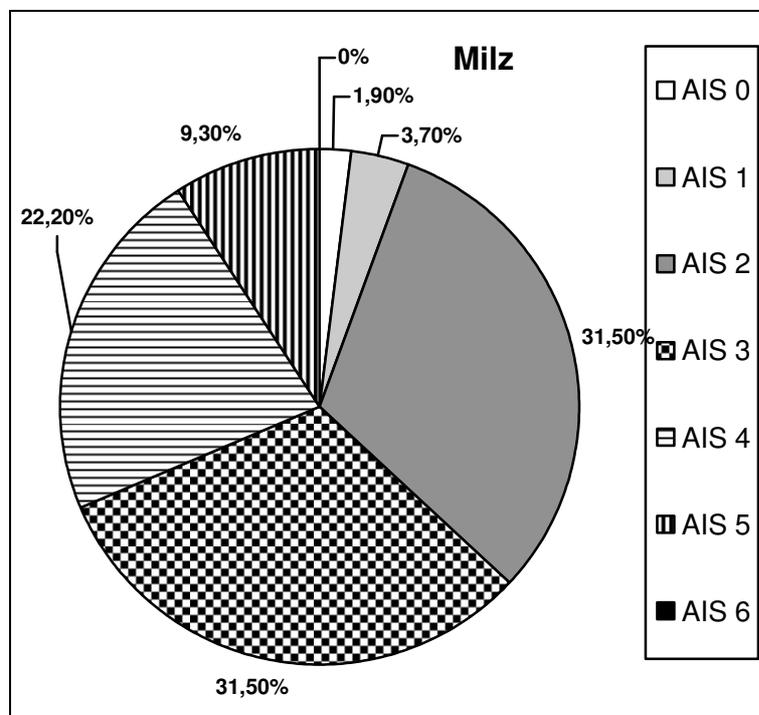


Diagramm 10: Verteilung der AIS Werte Abdomen, bezogen auf die Milz. Dabei wird der Anteil der Patienten in der jeweiligen AIS-Subgruppe in Prozent angegeben. AIS Abdomen Milz, n = 54.

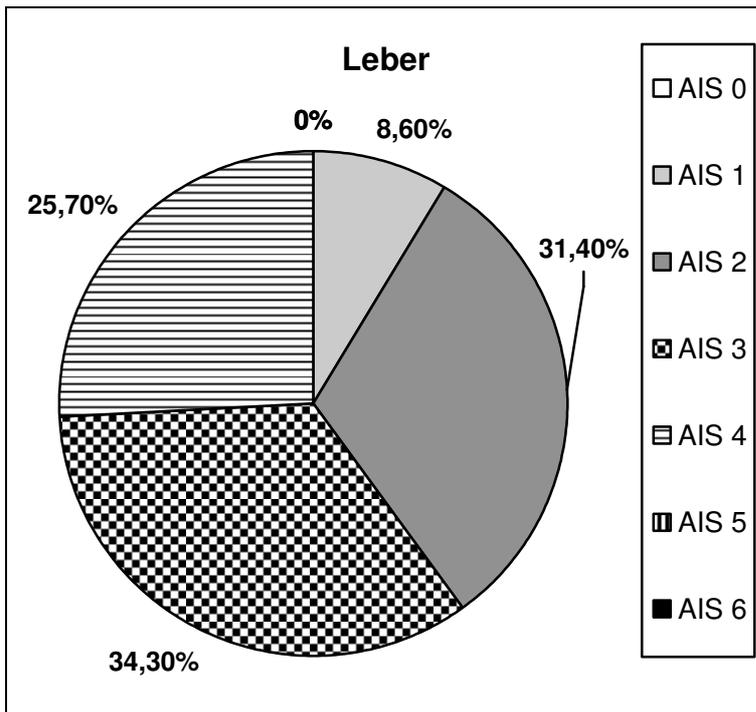


Diagramm 11: Verteilung der AIS Werte Abdomen, bezogen auf die Leber. Dabei wird der Anteil der Patienten in der jeweiligen AIS-Subgruppe in Prozent angegeben. AIS Abdomen Leber, n = 35.

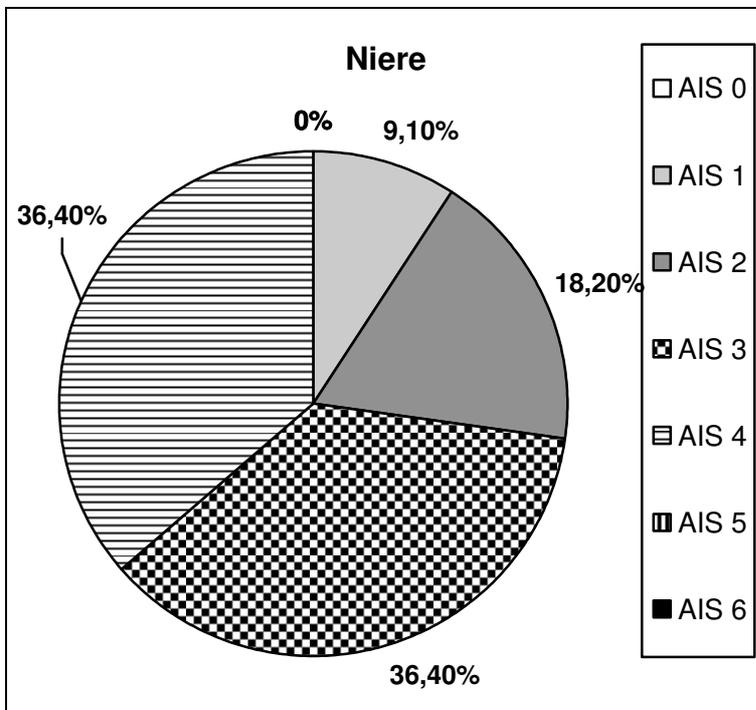


Diagramm 12: Verteilung der AIS Werte Abdomen, bezogen auf die Niere. Dabei wird der Anteil der Patienten in der jeweiligen AIS-Subgruppe in Prozent angegeben. AIS Abdomen Niere, n = 22.

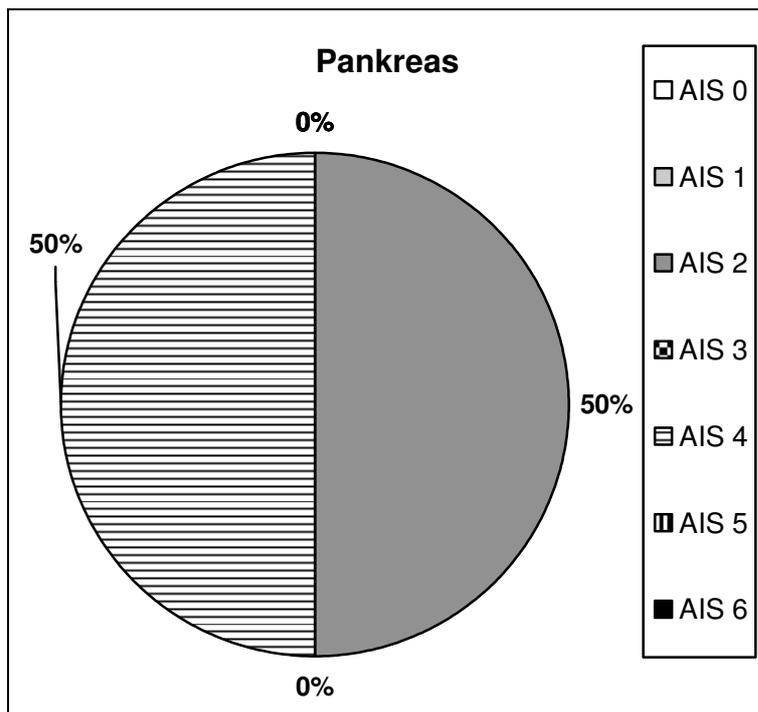


Diagramm 13: Verteilung der AIS Werte Abdomen, bezogen auf das Pankreas. Dabei wird der Anteil der Patienten in der jeweiligen AIS-Subgruppe in Prozent angegeben. AIS Abdomen Pankreas, n = 2.

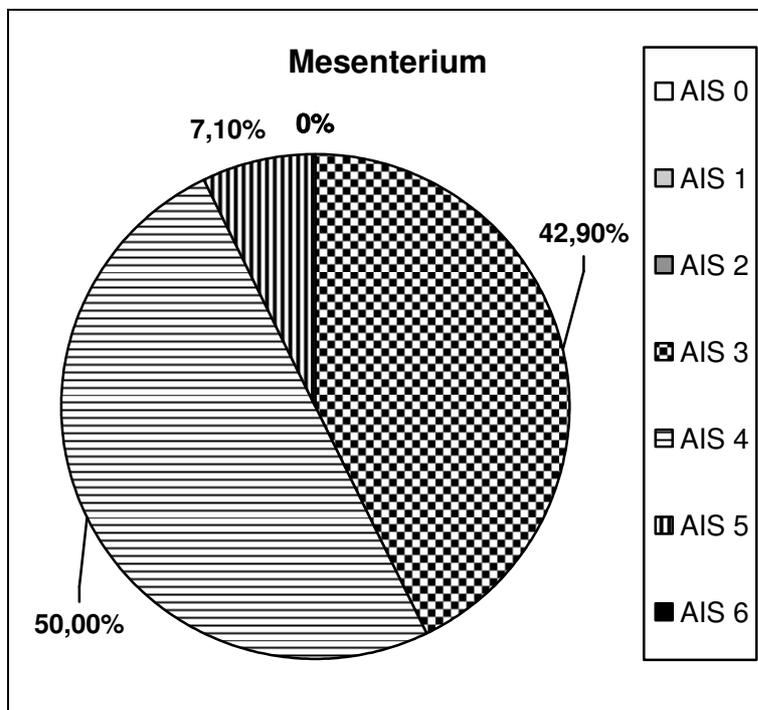


Diagramm 14: Verteilung der AIS Werte Abdomen, bezogen auf das Mesenterium. Dabei wird der Anteil der Patienten in der jeweiligen AIS-Subgruppe in Prozent angegeben. AIS Abdomen Mesenterium, n = 14.

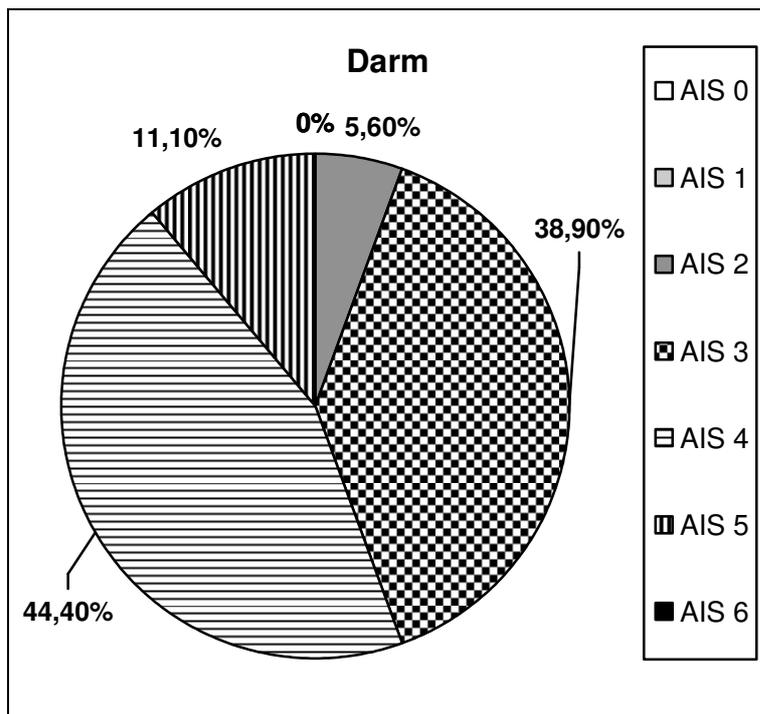


Diagramm 15: Verteilung der AIS Werte Abdomen, bezogen auf den Darm. Dabei wird der Anteil der Patienten in der jeweiligen AIS-Subgruppe in Prozent angegeben. AIS Abdomen Darm, n = 18.

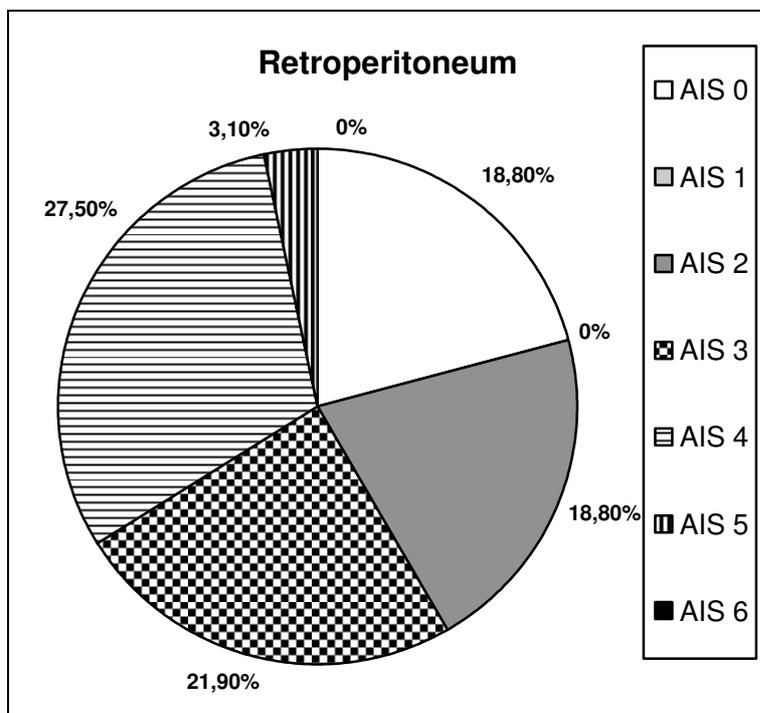


Diagramm 16: Verteilung der AIS Werte Abdomen bezogen, auf das Retroperitoneum. Dabei wird der Anteil der Patienten in der jeweiligen AIS-Subgruppe in Prozent angegeben. AIS Abdomen Retroperitoneum, n = 18.

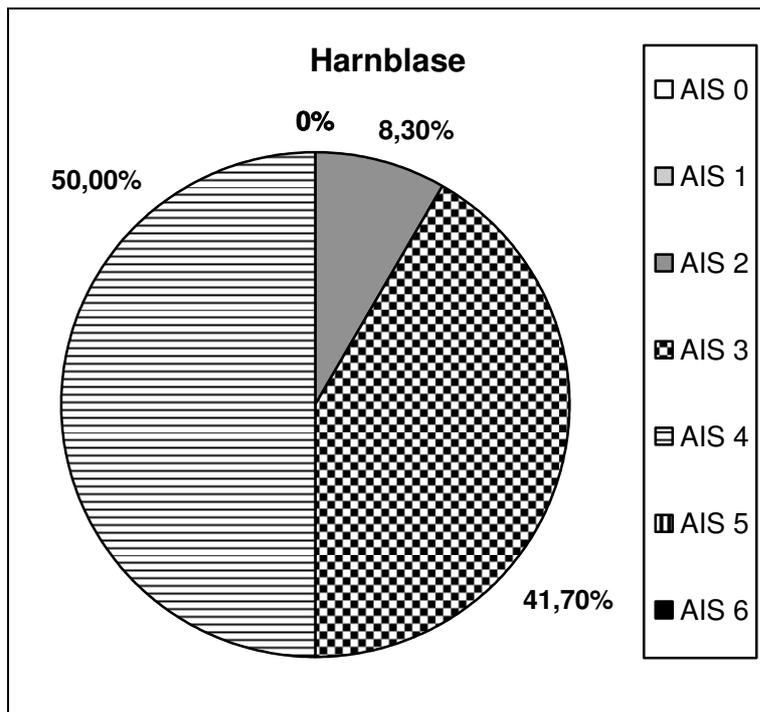


Diagramm 17: Verteilung der AIS Werte Abdomen, bezogen auf die Harnblase. Dabei wird der Anteil der Patienten in der jeweiligen AIS-Subgruppe in Prozent angegeben. AIS Abdomen Harnblase, n = 12.

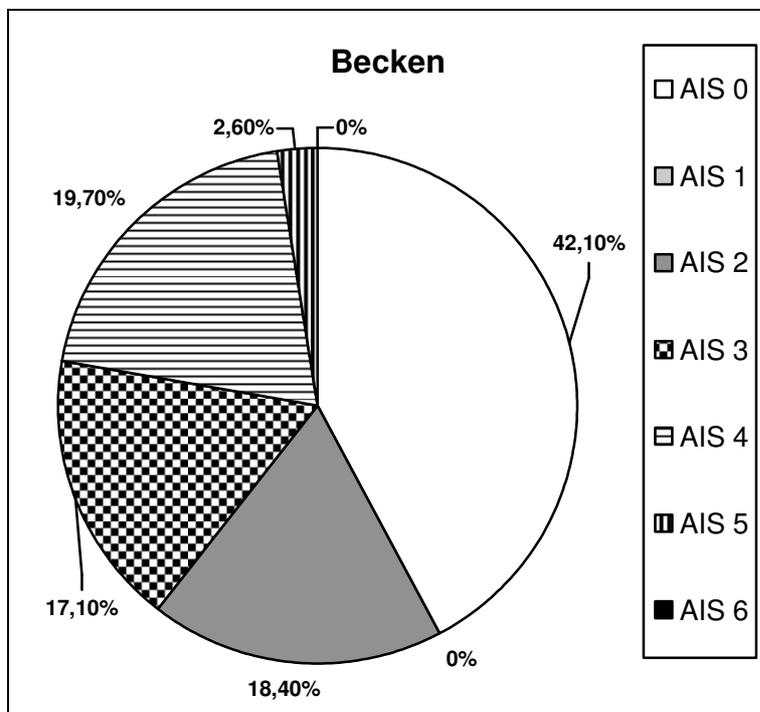


Diagramm 18: Verteilung der AIS Werte Abdomen, bezogen auf das Becken. Dabei wird der Anteil der Patienten in der jeweiligen AIS-Subgruppe in Prozent angegeben. AIS Abdomen Milz, n = 54.

3.1.2.8 OP-Daten

Milz

Von insgesamt 49 an der Milz verletzten Personen wurden 26 (53,1 %) einer Operation unterzogen. Diese erste Operation dauerte im Mittel 1:37h (SD 0:39, Median 1:25), die Zeiten lagen zwischen 1:00 und 3:30h.

Eine Revision war in 3 Fällen (6,3 %) nötig.

Folgende Tabelle gibt einen Überblick über die angewandten OP-Techniken:

	Splenektomie	Klebung	Netzeinlage	Übernähung	Netzeinlage + Übernähung	Klebung + Netzeinlage	Teilrekesektion + Übernähung	Klebung + Übernähung
Häufigkeit	15	2	1	2	2	1	1	2
Prozent	30,6	4,1	2,0	4,1	4,1	2,0	2,0	4,1
Gültige Prozent	57,7	7,7	3,8	7,7	7,7	3,8	3,8	7,7

Tabelle 20: Im Rahmen der Milz OP angewandte OP-Techniken und deren Kombinationen, bei 23 Patienten war eine Angabe hierzu nicht möglich.

Leber

Insgesamt wurden von den 35 an der Leber verletzten polytraumatisierten Patienten 11 in diesem Organbereich operiert, das entspricht einem Prozentanteil von 31,4.

Eine Revision war hierbei in 5 Fällen (41,7 % der operierten Patienten) erforderlich. Einen Überblick über die verwendeten OP-Techniken im Rahmen des Ersteingriffes legt Tabelle 21 dar.

	Klebung	Übernähung	Tamponade/Packing
Häufigkeit	4	1	3
Prozent	11,4	2,9	8,6
Gültige Prozent	50	12,5	37,5

Tabelle 21: Im Rahmen der Leber OP angewandte OP-Techniken, bei 3 Patienten lagen hierzu keine Angaben vor.

Die Dauer des Ersteingriffes betrug im Mittel 1:34h (SD 0:30, Median 1:25h) mit einem Minimum von 0:55h und einem Maximum von 2:40h.

Niere

Bei insgesamt 18 Patienten mit Nierenverletzungen wurde bei 4 Patienten (18,2 %) ein Eingriff in diesem Bereich vorgenommen. Dabei bestand dieser bei 2 Patienten in einer Nephrektomie und bei 2 weiteren Patienten in einer Übernähung. Eine Revision war nur in einem Fall nötig. Der Ersteingriff dauerte im Mittel 2:30h (SD 0:57, Median 2:27).

Pankreas

Bei zwei Polytraumatisierten lagen Pankreasverletzungen vor, beide Patienten wurden einem operativen Eingriff zugeführt. Dieser bestand in beiden Fällen in einer Übernähung sowie einer Drainage. Eine Revision fand in keinem der Fälle statt. Die Operationen dauerten 1:40 bzw. 1:45h.

Mesenterium

Eine Verletzung des Mesenteriums lag in 14 Fällen vor, eine Operation wurde bei allen 14 Patienten durchgeführt, eine Revision hingegen war nur bei 2 Fällen notwendig (14,3 % der Operierten). Die Operation bestand in 12 Fällen in einer Übernähung, davon war ein Fall mit einer Stomaanlage kombiniert, ein weiterer der 12 Fälle war mit einer Darmresektion kombiniert. In 2 Fällen wurde eine Darmresektion mit Anastomosenbildung durchgeführt. Der Ersteingriff dauerte im Mittel 1:50h (SD 0:48, Median 1:42) mit einer minimalen Dauer von 0:40h und einer maximalen Dauer von 3:30h.

Darm

Bei 12 von 18 darmverletzten Patienten erwies sich die Durchführung eines operativen Eingriffs als notwendig (66,7 %). Bei 29,4 % (5 Patienten) der Operierten erfolgte eine Revisions-Operation. Der Ersteingriff beanspruchte im Mittel 2:04h (SD 0:48, Median 1:55). Zur Anwendung kam in 9 Fällen eine Übernähung, davon bei zwei Patienten mit einer Darmresektion kombiniert. Ein Patient wurde einer Darmresektion kombiniert mit einer Anastomose sowie einer Stomaanlage unterzogen. Ein Patient erhielt eine Darmübernähung kombiniert mit einer Stomaanlage.

Retroperitoneum

Von 32 Polytraumatisierten mit Verletzungen im Retroperitoneum wurde die Hälfte, 16 Patienten, in diesem Bereich operiert. Bei 4 Patienten lag ein geplatztes Retroperitoneum vor. Die Blutungsquelle war bei 13 Patienten bekannt. Die Erstoperation dauerte im Mittel 2:08h (01:56 SD, 01:30 Median). Bei 7 Patienten handelte es sich hierbei um die primäre Operation. Bei 12 Patienten wurde eine Naht/Umstechung durchgeführt, davon in 2 Fällen kombiniert mit einer Tamponade mit Bauchtüchern, in einem Fall zusätzlich mit einer Tamponade sowie einer Ausräumung verbunden. Ein Patient erhielt eine Naht mit Patchplastik, ein weiterer Patient erhielt eine Entlastung auf Grund eines abdominellen Kompartmentsyndroms. Eine Revisions-Operation war bei 8 Patienten nötig.

Harnblase

Insgesamt wiesen 12 Patienten Verletzungen der Harnblase auf, wovon 10 Patienten operiert wurden (16,7 %). Der Ersteingriff dauerte im Mittel 2:03h (SD 1:29, Median 1:45 h), die Werte lagen zwischen 0:55h und 6:00h. Der Eingriff bestand bei allen Patienten in einer Naht, bei einem Patienten mit einer offenen Spülung kombiniert. Eine Revision war lediglich bei einem Patienten nötig.

Becken

Bei insgesamt 76 am Becken verletzten polytraumatisierten Patienten erhielten 30 Patienten eine operative Versorgung (39,5 %). Diese dauerte im Mittel 2:22h (SD 1:46, Median 02:07).

Eine Revisionsoperation erwies sich in 10 Fällen (30,3 % der Operierten) als notwendig.

Der Ersteingriff bestand in 6 Fällen in einer Beckenzwinge, 6 Patienten erhielten einen Fixateur externe, 15 Patienten wurden einer Osteosynthese zugeführt, 1 Patient erhielt eine Tamponade mit Bauchtüchern, 1 weiterer Patient eine Reposition des Hüftgelenks. Zu einem Patienten fehlten Daten bezüglich der operativen Versorgung.

Bei 36,8 % aller Patienten mit einer Acetabulumfraktur lag eine Acetabulumfraktur Schweregrad A vor, 15,8 % waren der Einteilung B zuzuordnen, bei 47,4 % wurde eine Acetabulumverletzung des Schweregrads C diagnostiziert.

11,9 % der Patienten mit einer Beckenringfraktur waren einem AO-Schweregrad A zuzuteilen, bei 62,7 % handelte es sich um eine B-Fraktur und bei 25,4 % lag ein Schweregrad C nach der AO-Einteilung vor.

Ein kombiniertes Auftreten einer Acetabulum- und einer Beckenringfraktur lag in 4 Fällen vor.

Eine offene Bauchbehandlung war insgesamt in 15 Fällen (entsprechend 11,4 % der Fälle) durchgeführt worden. In 2 Fällen war der Grund hierfür eine Organzerreißung, in 2 weiteren Fällen lag die Ursache in einem Ödem der Darmwand. Bei einem Patienten wurde die Behandlung auf Grund eines SHT durchgeführt. Bei 10 Patienten mit einer offenen Bauchbehandlung wurden Bauchtücher temporär in situ belassen.

3.1.2.9 Verlauf und Outcome

Lediglich bei 5 Patienten (3,8 %) war im Rahmen des Unfalls kein Aufenthalt auf der Intensivstation nötig. Die restlichen Patienten verbrachten im Mittel 23,7 Tage auf der ICU (SD +/- 26,7), maximal 224 Tage.

Die Klinikgesamtaufenthaltsdauer stellte sich mit einem Mittelwert von 32,5 Tagen dar (SD +/- 32,7) und bewegte sich zwischen 1 und 225 Tagen, davon wurden im Mittel 9,5 Tage (SD +/- 14,8) auf Normalstation verbracht.

Die Beatmungsdauer während des Aufenthaltes betrug einen mittleren Wert von 19,6 Tagen (SD +/- 25,7).

87 Patienten, entsprechend 65,9 % aller Fälle, erlitten während des Aufenthaltes ein Multiorganversagen.

Die Häufigkeit eines einzelnen Organversagens ist folgender Tabelle zu entnehmen:

	OV Gerinnung	OV Leber	OV Niere	OV Kreislauf	OV Lunge	OV ZNS
Absolute Häufigkeit (Anzahl der Betroffenen)	19	23	20	69,7	41,7	95
Prozent	14,4	17,4	15,2	98,5	97,7 (bei 2 Pat. keine Aussage möglich)	72,0

Tabelle 22: absolute und relative Häufigkeit eines Organversagens aufgeteilt in die 5 Entitäten.

Einer Nierenersatztherapie wurden insgesamt 20 Patienten zugeführt, im Mittel dauerte diese 1,23 Tage an (Median 0,00, SD 4,05, Minimum 0 Tage, Maximum 30 Tage).

4 Patienten (3 %) erlitten während des Krankenhausaufenthaltes eine Thrombose.

Insgesamt verstarben 18 Patienten, dies entspricht 13,6 Prozent aller Patienten.

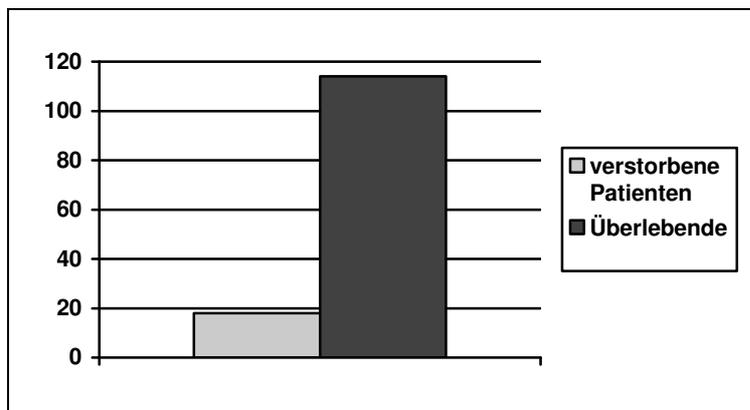


Diagramm 19: verstorbene Patienten, absolute Anzahl .

Der mittlere GOS (Glasgow outcome score) beträgt gemäß der gesichteten Entlassbriefe im Mittel 3,6 (SD +/- 1,4, Median 4,0).

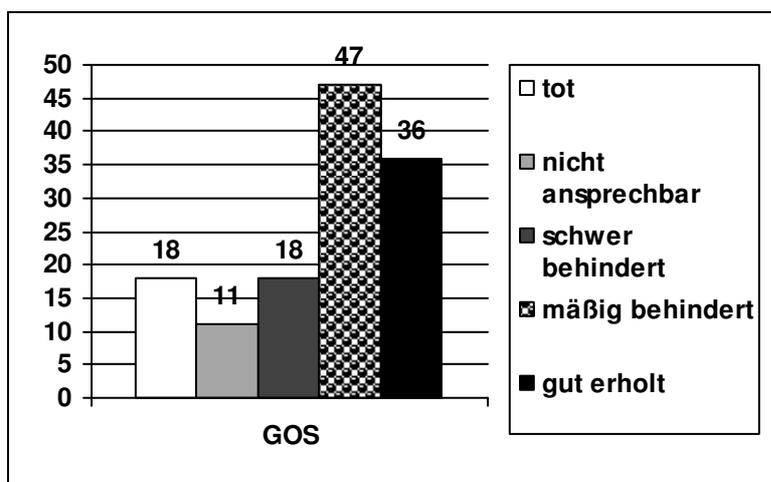


Diagramm 20: GOS gemäß der ärztlichen Entlassbriefe in absoluten Zahlen.

3.2 Dichotomisierung

Folgende in die Varianzanalyse eingehende deskriptive Daten wurden zunächst wie folgt dichotomisiert, um anschließend in die bivariate Analyse eingehen zu können:

Alter:	≥ 55 Jahre vs. < 55 Jahre
Geschlecht:	männlich vs. weiblich
Initialer GCS:	≤ 8 vs. 9-15
Traumaart:	stumpf vs. penetrierend
Initialer RR sys:	< 90 vs. ≥ 90
Initiale HF:	< 30 und > 120 vs. 30 – 120
Initiale SO_2 :	< 85 vs. ≥ 85
ISS:	< 24 vs. ≥ 24
Volumen bis SR:	< 2000 ml vs. ≥ 2000 ml
Rettungszeit:	< 30 min vs. ≥ 30 min
1. Sonobefund pathol.:	ja vs. nein
Zeit SR-Aufn._1. Sono:	< 10 min vs. ≥ 10 min
Zeit SR-Aufn._1. CT:	< 30 min vs. ≥ 30 min
Zeit SR-Aufn._1. OP:	< 1 h vs. ≥ 1 h
RR sys bei SR-Aufn.:	< 90 vs. ≥ 90
HF bei SR-Aufn:	< 30 und > 120 vs. 30 – 120
BE 1. BGA:	< -8 vs. ≥ -8
Quick MZP 1:	$< 50\%$ vs. $\geq 50\%$
Dauer 1. OP:	< 2 h vs. ≥ 2 h
Summe Volumen SR-ICU	≥ 4000 ml vs. < 4000 ml
EK-Menge in ersten 24 h	≥ 10 vs. < 10
AIS Kopf :	≥ 3 vs. < 3

AIS Thorax:	≥ 3 vs. < 3
AIS Abdomen:	≥ 3 vs. < 3
AIS Extremitäten:	≥ 3 vs. < 3
KM-Austritt im CT:	ja vs. nein
SO ₂ bei SR-Aufn.:	< 90 vs. ≥ 90
Thro MZP 1:	< 50.000 vs. ≥ 50.000

3.3 Bivariate Analyse

Es wurde mittels des Chi-Quadrat-Tests geprüft, inwieweit ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen den einzelnen Einflussgrößen und der Zielvariablen Tod bestand. Die obengenannten 28 Variablen gehen in die bivariate Analyse ein. Das Signifikanzniveau wurde bei $p < 0,05$ angesetzt, Werte mit einem $p < 0,20$ gehen in die multivariate Analyse mit ein.

Zusammenfassend zeigt sich in der bivariaten Analyse folgendes Ergebnis auf:

Variable	p im Chi-Quadrat Test nach Pearson	Eingang in die multivariate Analyse ($p < 0,20$)	Statistisch signifikanter Zusammenhang ($p < 0,05$)
Alter	0,64	nein	nein
Geschlecht	0,537	nein	nein
Traumaart	0,909	nein	nein
Initialer GCS	0,016	ja	ja
Initialer RR sys	0,938	nein	nein
Initiale SO2	0,558	nein	nein
Initiale HF	0,124	ja	nein
ISS	0,007	ja	ja
Volumen bis SR	0,377	nein	nein
Rettungszeit	0,661	nein	nein
Zeit SR-1. CT	0,506	nein	nein
Zeit SR-1.OP	0,564	nein	nein
RRsys im SR	< 0,001	ja	ja
BE	0,166	ja	nein
Hb MZP 1	0,446	nein	nein
Quick MZP 1	0,020	ja	ja
Dauer 1. OP	0,752	nein	nein
\sum Vol. SR-ICU	0,156	ja	nein
EK erste 24 h	0,001	ja	ja
AIS Kopf	0,514	nein	nein
AIS Thorax	0,342	nein	nein
AIS Abdomen	0,160	ja	nein
AIS Extremitäten	0,015	ja	ja
KM Austritt	0,708	nein	nein

Variable	p im Chi-Quadrat Test nach Pearson	Eingang in die multivariate Analyse (p < 0,20)	Statistisch signifikanter Zusammenhang (p < 0,05)
1. Sonobefund	0,968	nein	nein
HF im SR	0,039	ja	ja
SO2 im SR	0,089	nein	nein
Thro MZP 1	0,700	nein	nein

Tabelle 23: Ergebnis der bivariaten Analyse.

3.4 Logistische Regression

Entsprechend Tabelle 23 gingen folgende Variablen in die multivariate Analyse ein:

Initialer GCS

ISS

RR sys im Schockraum

BE

Quick MZP 1

EK-Transfusionsmenge innerhalb der ersten 24 h

AIS-Abdomen

AIS-Extremitäten

Initiale HF am Unfallort

HF bei SR-Aufnahme

Summe des infundierten Volumens SR bis ICU Aufnahme.

Mittels der Regressionsanalyse wird der anteilige Einfluss auf die Zielvariable ermittelt und die jeweilige prognostische Wertigkeit untersucht.

Hierbei zeigt sich folgendes Ergebnis:

Variable	Schätzwert = Regressionsko- effizient β (Konstante)	P	Odds Ratio e^{β}	95% Konfidenzgrenzen	
RRsys im SR ≤ 90 mmHg	2,5878	0,0002	13,300	3,416	51,785
ISS ≥ 24	2,3317	0,0259	10,301	1,323	83,333
EK in 24 h ≥ 10	1,7765	0,0018	5,909	1,933	18,061
AIS Extremitäten ≥ 3	1,5041	0,0226	4,505	1,235	16,393
HF im SR < 30/min > 120/min	0,4055	0,0508	4,056	0,995	16,525
GCS ≤ 8	1,2875	0,0214	3,624	1,210	10,849
Quick <50% MZP1	1,2587	0,0257	3,521	1,165	10,637
Initiale HF < 30/min > 120/min	1,4001	0,1402	3,125	0,688	14,202
AIS Abdomen ≥ 3	1,0920	0,1760	2,976	0,613	14,493
BE < -8	0,8109	0,1736	2,250	0,700	7,235
Volumen SR-ICU ≤ 4000 ml	0,7837	0,1628	2,188	0,728	6,579

Tabelle 24: Ergebnisse der logistischen Regressionsanalyse.

Die Regressionsanalyse zeigt einen signifikanten Einfluss des bei Schockraumaufnahme gemessenen systolischen Blutdrucks (< 90), der in den ersten 24 h nach dem traumatisierenden Ereignis transfundierten EK Anzahl (≥ 10 EK's), des GCS-Wertes (≤ 8), des ISS-Wertes (≥ 24), des Quick-Wertes bei Krankenhausaufnahme (< 50 %) sowie des AIS-Wertes der Region Extremitäten (≥ 3) auf die Zielvariable Tod.

Variable	Schätzwert = Regressionsko- effizient β (Konstante)	P	Odds Ratio e^{β}	95% Konfidenzgrenzen	
RRsys im SR ≤ 90 mmHg	2,5878	0,0002	13,300	3,416	51,785
ISS ≥ 24	2,3317	0,0259	10,301	1,323	83,333
EK in 24 h ≥ 10	1,7765	0,0018	5,909	1,933	18,061
AIS Extremitäten ≥ 3	1,5041	0,0226	4,505	1,235	16,393
GCS ≤ 8	1,2875	0,0214	3,624	1,210	10,849
Quick <50 % MZP1	1,2587	0,0257	3,521	1,165	10,637

Tabelle 25: signifikante Variablen aus dem log. Regressionsmodell.

4. Diskussion

Trotz hochentwickelter präklinischer Rettungssysteme und Fortschritten in der klinischen Versorgung ist das Polytrauma in Deutschland bei den unter 40-jährigen mit 44,9 % die häufigste Todesursache [1]. Weltweit erleiden nach Angaben der WHO jährlich 3,5 Millionen Menschen einen Unfall mit Todesfolge [68]. Die Versorgung polytraumatisierter Patienten bedeutet einen hohen medizinischen und infrastrukturellen Aufwand und stellt hohe Ansprüche sowohl in medizinischer als auch in ökonomischer Hinsicht. Im klinischen Alltag ist es von großer Bedeutung, die Prognose eines polytraumatisierten Patienten einschätzen zu können, da dies entsprechende Folgen auf das gesamte individuelle Behandlungskonzept haben kann [69]. Eben diese Prognoseeinschätzung scheint oftmals schwierig, zumal für jeden Patienten eine Vielzahl an präklinischen und klinischen Variablen erhoben wird, deren Wertigkeit in Bezug auf die Fähigkeit zur Prognoseabschätzung in vielen Fällen unterschiedlich beurteilt wird. Intention der Arbeit war es, aus der Vielzahl der präklinisch und klinisch erhobenen Werte bei polytraumatisierten Patienten mit einem Abdominaltrauma diejenigen Variablen herauszuarbeiten, die einen besonders relevanten Einfluss auf die Zielvariable Tod haben.

Ein statistisch signifikanter Einfluss auf die Mortalität zeigte sich in der multivariaten Analyse bei den Faktoren initialer GCS, ISS, AIS der Extremitäten, systolischer Blutdruck und Quick-Wert im Schockraum und EK Transfusionsmenge in den ersten 24 Stunden nach Trauma.

4.1 Studienkollektiv – erhobene Daten

Das in der Studie aufgezeigte durchschnittliche Alter steht im Einklang mit anderen Studien zum Thema Polytrauma der letzten Jahre [35, 44, 70]. Das Polytrauma trifft alle Altersklassen, bevorzugt jedoch junge Erwachsene [3] in der Periode hoher beruflicher Aktivität [71].

Auch die Geschlechterverteilung mit rund zwei Dritteln Polytraumatisierten männlichen Geschlechts ist vergleichbar mit den Ergebnissen anderer Studien [3, 35, 44, 70-72].

In der Literatur bestehen größere Unterschiede in Bezug auf die Häufigkeit stumpfer und penetrierender Verletzungen. Im deutschsprachigen Raum überwiegt das stumpfe Bauchtrauma deutlich im Rahmen einer Mehrfachverletzung [3, 15], was sich auch im hier beschriebenen Kollektiv bestätigt. Im angloamerikanischen Raum hingegen sind penetrierende Verletzungen deutlich häufiger als im europäischen Raum anzutreffen.

Der mittlere ISS ist mit 31,1 Punkten vergleichbar mit dem Kollektiv anderer Studien zum Thema Polytrauma [35, 44, 72-77]. Ruchholtz et. al. beschreiben den ISS-Wert als Abbild der Gesamtverletzungsschwere als deutlich abhängig vom Unfallhergang. Auch das Verletzungsmuster wird in zahlreichen Studien als abhängig von der Traumaursache beschrieben [3, 15, 16, 35, 71], wobei insgesamt Verkehrsunfälle als häufigste Unfallursache anzusehen sind. Insbesondere Fahrzeuginsassen weisen häufig Thoraxtraumen kombiniert mit schweren Schädelverletzungen auf [3]. Die Häufigkeit von Abdominalverletzungen im Rahmen einer Polytraumatisierung ist im Bereich von 18,9 % anzusiedeln [3]. Generell treten Abdominaltraumen selten isoliert, sondern meist in Kombination mit anderen Verletzungen auf, wobei hier das Thoraxtrauma an erster Stelle zu nennen ist [3]. Die Wahrscheinlichkeit eine Rumpfverletzung vorzufinden steigt zudem mit Höhe der Gesamtverletzungsschwere an

[16]. Auch im vorliegenden Studienkollektiv liegt der Anteil der Patienten mit zusätzlicher Thoraxverletzung AIS ≥ 3 mit 62,1 % in dem in anderen Studien angegebenen Bereich [16]. Gemäß Bardenheuer [3] sind die häufigsten abdominalen Verletzungen im Bereich der Milz gelegen, gefolgt von Verletzungen an Leber und Nieren. Dies bestätigt sich im vorliegenden Studienkollektiv. Aufmolk [15] gibt die Häufigkeit von Pankreasverletzungen beim stumpfen Bauchtrauma mit einer Häufigkeit von 0,5 -2 %, die Häufigkeit von Darmverletzungen in 2 % der Fälle an. In unserem Kollektiv liegt insbesondere die Häufigkeit von Darmverletzungen mit 13,6 % deutlich höher, jedoch sind hier nicht nur stumpfe sondern auch penetrierende Traumatisierungen inbegriffen.

Der initiale GCS Wert der vorliegenden Studie, festgestellt am Unfallort, entspricht den Angaben in anderen Studien [3, 35]. Ein schweres SHT besteht nach Bardenheuer [3] in 31 % der Fälle. Auch bei unserem Patientenkollektiv lag der AIS Wert für den Bereich Kopf in 31,8 % über 2 Punkten.

Ebenso liegt die Anzahl der am Unfallort intubierten Patienten im Bereich der in ähnlichen Studien angegebenen Werte [35].

Bezüglich der Rettungszeiten differieren die Angaben in der europäischen und angloamerikanischen Literatur. Dies lässt sich durch andere Konzepte, das Rettungswesen betreffend, erklären. Während im deutschsprachigen Raum häufig noch das Konzept „stay and treat“ im Vordergrund steht, handelt das amerikanische Rettungswesen überwiegend nach dem Leitsatz „scoop and run“. Nach Angaben der DGU liegt die mittlere Rettungszeit im deutschsprachigen Raum bei 72 Min, die mittlere Rettungszeit der vorliegenden Studienfälle liegt mit 74 Min somit im deutschen Mittel [78].

Die Häufigkeit eines Schockgeschehens (wobei ein systolischer RR-Wert von < 90 mmHg am Unfallort und bei Schockraumaufnahme als Indikator für das Vorliegen eines Schocks gewertet wird) liegt im Bereich der in anderen Studien angegebenen Häufigkeit nach Polytraumatisierung [35, 79].

Auch die Transfusionsmenge nach Polytrauma mit Abdominaltrauma entspricht den Angaben in der Literatur [75]. Der Anteil der Patienten mit ≥ 10 EKs innerhalb der ersten 24 Stunden jedoch liegt mit 16,3 % höher als in anderen Studien [35].

Die Beatmungsdauer im Rahmen des posttraumatischen Krankenhausaufenthalts wird in der Literatur in unterschiedlicher Länge angegeben, die Werte sind jedoch deutlich von der Schwere des Thoraxtraumas abhängig [3, 35, 72]. Die bei unserem Studienkollektiv ermittelte mittlere Beatmungsdauer von 19,6 Tagen ist eher im höheren Bereich anzusiedeln.

Als schwerwiegendste Komplikation nach einem Polytrauma gilt das Auftreten eines Multiorganversagens, welches mit einer hohen Letalität verbunden ist [1, 69]. Die Letalität ist mit der Anzahl der betroffenen Organe ansteigend [3]. Im Vordergrund stehen das Organversagen Lunge und Kreislauf, was auch bei unserem Studienkollektiv zum Ausdruck kommt. Nicht in unserer Arbeit beleuchtet wird die Häufigkeit einer posttraumatischen Sepsis, welche von Bardenheuer mit 11,6 % angegeben wird und mit einer hohen Rate an Organversagen kombiniert ist [3].

Der Begriff des Outcome nach einem Trauma hat zahlreiche verschiedene Qualitäten ohne selbst eine spezifische Variable zu sein [69]. Somit variiert das Outcome in den diversen Studien deutlich; so wird einerseits in zahlreichen Studien die Mortalität als einzige Variable angegeben, wobei hierbei zwischen der Mortalität innerhalb von 30 Tagen nach Unfall von der Mortalität bei Krankenhausentlassung (wie im vorliegenden Studienkollektiv bestimmt) differenziert werden muss. Teilweise werden Patienten, die direkt nach Ankunft im SR versterben bzw. den SR tot erreichen, aus der Studie ausgeschlossen. Bei unserem Studienkollektiv wurde als zusätzliche Variable für das Outcome der GOS bestimmt.

Die Angaben zur Klinikgesamtaufenthaltsdauer wie auch zur Anzahl der auf der Intensivstation verbrachten Tage differieren zwischen den einzelnen Studien in der Literatur

beträchtlich [3, 35, 37]. Generell ist ein nahezu linearer Anstieg der Therapiedauer mit zunehmender Verletzungsschwere zu erkennen. Es gilt jedoch zu bedenken, dass durch eine hohe Mortalitätsrate im Verlauf des Krankenhausaufenthalts im Rahmen einer allgemein hohen Verletzungsschwere (mittlerer ISS \geq 40) beim Patientenkollektiv die mittlere Liegedauer durch das Versterben von Patienten scheinbar reduziert wird [3].

Obwohl insgesamt ein Rückgang der Letalität beim Polytrauma in den letzten Jahrzehnten zu beobachten ist [3, 10, 37, 44, 71, 73], liegt diese immer noch bei durchschnittlich 14 %. In einer Studie von Aufmolk, die sich speziell auf das Abdominaltrauma bezieht, liegt die Mortalität sogar bei 25 %, in unserem Kollektiv liegt diese mit 13,6 % deutlich darunter. Nach gängiger Literaturlage ist vor allem eine hohe Frühletalität innerhalb der ersten 24 Stunden nach Trauma zu beobachten, wobei die Letalität zudem stark von der Verletzungsschwere abhängig ist [3, 73].

4.2 Bi- und multivariate Analyse

Von zahlreichen im Verlauf der Versorgung polytraumatisierter Patienten mit Abdominalverletzung erhobenen Variablen zeigten sich in der vorliegenden Studie im Rahmen der multivariaten Analyse GCS, ISS, RRsys, Quick-Wert, EK Transfusionsmenge in den ersten 24 Stunden nach Trauma sowie der AIS Extremitäten-Wert am einflussreichsten.

Zahlreiche Studien befassen sich mit der Frage, welche Faktoren geeignet sind, das Outcome bzw. die Mortalität nach einem Polytrauma abzuschätzen.

Rixen et. al. erarbeiteten in ihrer 2001 an 2069 Polytraumafällen durchgeführten Studie zur Prognosabschätzung des Schwerstverletzten die Faktoren Quick-Wert, GCS, BE, ISS sowie das Alter des verletzten Patienten als Prognosefaktoren zur Abschätzung der Wahrscheinlichkeit zu versterben [44]. 2003 beschäftigte sich die Arbeitsgruppe um Malone an Hand eines Kollektivs von 15.534 Patienten speziell mit der Frage, welchen Einfluss Bluttransfusionen im Rahmen der klinischen Schwerverletztenversorgung auf Outcome und Mortalität haben. Hier fallen als unabhängige Prädiktoren für ein schlechtes Outcome im Sinne einer längeren Aufenthaltsdauer sowie für eine erhöhte Mortalität neben dem Alter > 55 Jahre und einem ISS-Wert > 24 die Faktoren Anämie (Hb < 8 mg/dl), Quick-Wert < 50 %, eine hohe Transfusionsmenge innerhalb der ersten 24 h nach Trauma, GCS < 8, BE < -6 mmol/dl, sowie ein systolischer RR-Wert am Unfallort < 90 mmHg auf, also insgesamt überwiegend Werte, die eine Schocksituation nach dem Trauma erfassen [80]. MacLeod et al. benannten in erster Linie eine frühe Koagulopathie, die sich in veränderten Werten von Hämatokrit, PT, PTT und der Transfusionsmenge von Erythrozytenkonzentraten innerhalb der ersten 24 h widerspiegelt, als Prädiktor für eine erhöhte Mortalität. Daneben zeigten sich Alter, BE, ISS sowie der systolische Blutdruckwert am Unfallort als signifikante Variablen [81, 82]. Eine Studie von Gabbe et al. (2005) beantwortete die Frage nach der Prognose von Traumapatienten speziell für die Entität der stumpfen Verletzungen und benannte hierbei auch den initialen GCS-Wert (speziell die motorische und die verbale Antwort), den ISS-Wert,

Alter, Blutdruckwert und Herzfrequenz bei Aufnahme. Ohne Signifikanz zeigten sich in dieser Studie präexistente Komorbiditäten [83]. Im Gegensatz hierzu zeigten Wick et. al. 1997 auf, dass renale, kardiale und pulmonale Vorerkrankungen und Begleiteinflüsse ab einem Alter von 65 Jahren einflussreicher auf das Überleben nach einem Polytrauma seien als das Alter als selbständiger Faktor [1]. Auch Hannan kommt in seiner Studie von 1995 zu dem Ergebnis, dass neben dem männlichen Geschlecht Vorerkrankungen als Risikofaktor für ein schlechteres Outcome zu werten sind [84]. Lauwers et al. erkannten in ihrer Studie mit 130 Traumapatienten den ISS-Wert als wichtigsten unabhängigen Faktor für das Outcome. Die häufigsten Todesursachen nach Trauma waren hier Sepsis, MOV und ARDS und speziell das Auftreten dieser Komplikationen sowie das Outcome hierbei zeigte sich als deutlich altersabhängig [77]. Eine ältere Studie von Gerritsen aus dem Jahr 1982 benennt als Prädiktoren neben dem bereits mehrfach erwähnten ISS-Wert das innerhalb der ersten 24 Stunden verabreichte Volumen, bestehend aus Kristalloiden, Kolloiden und Transfusionen. Keinen Einfluss in dieser Arbeit zeigten Blutdruck und BGA-Werte [72]. Auch Heckbert schloss aus seiner Arbeit zum Outcome nach hämorrhagischem Schock, 1998, dass die Mortalität mit dem posttraumatisch verabreichten Volumen ansteigt. Ebendiese Korrelation besteht auch zur Sepsis und zum Multiorganversagen [85]. Auch Huber-Wagner et al. beschäftigten sich in ihrer Studie mit 1062 Patienten (2007) mit dem Einfluss einer Massentransfusion nach einem Polytrauma. Neben dem ISS- und GCS-Wert und dem Alter der Patienten erwies sich die Transfusion von EKs im Rahmen der klinischen Versorgung der verunfallten Patienten als wichtiger Prädiktor sowohl für die Mortalität als auch für das Risiko ein Organversagen oder eine Sepsis zu erleiden. Die Mortalität stieg mit der Transfusionsmenge an, ein Schwellenwert die EK-Anzahl betreffend kann jedoch nicht angegeben werden [76].

Insgesamt fällt auf, dass sich nur wenige Studien mit der Mortalitätsprädiktion speziell bei Patienten mit abdominalen Verletzungen im Rahmen eines Polytraumas befassen. Hier sei Harbrecht, 2001, der sich in seiner Arbeit mit dem Outcome bei stumpfen Milztraumata beschäftigt [86], ebenso erwähnt wie Carlin, 2002, der die Mortalität beeinflussende Faktoren sowohl beim stumpfen wie auch beim penetrierenden Milztrauma beschreibt [87]. Robinson zeigt Zusammenhänge zwischen Transfusion und Mortalität bzw. Aufenthaltsdauer nach stumpfen Leber- und Milztrauma auf und postuliert eine signifikant steigende Mortalität mit jeder innerhalb der ersten 24 h nach Trauma transfundierten EK-Einheit [88]. Die Transfusionsmenge ist neben dem RTS-Wert auch in der Studie von Smith zu hämodynamisch instabilen Patienten mit Beckenringfrakturen als signifikante Einflussvariable benannt [89]. Hinzu kommen Alter und ISS-Wert der Traumapatienten. Im Folgenden sollen die in der vorliegenden Studie aufgedeckten Variablen mit signifikantem Einfluss auf die Mortalität näher erörtert werden.

4.2.1 Glasgow Coma Scale

Am vorliegenden Patientenkollektiv zeigte sich der GCS-Wert als signifikanter Prädiktor bezüglich der Mortalität nach einem Polytrauma mit Abdominaltrauma. Von zahlreichen Autoren wird der GCS-Wert als Indikator für eine Kopfverletzung und als Variable, welche eine erhöhte Mortalität nach einem Polytrauma vorhersagt, genannt [3, 21, 44, 49, 70, 72, 76, 80-82, 90-97]. Bardenheuer konnte in seiner Arbeit zur Epidemiologie des Schwerverletzten zeigen, dass der am Unfallort gemessene AIS-Wert signifikant mit dem Verletzungsschweregrad in der Region Kopf korreliert, auch wenn der GCS-Wert am Unfallort zusätzlich durch die Gesamtverletzungsschwere (z.B. Vigilanzminderung bei hämorrhagischem Schock) und Maßnahmen wie die Analgosedierung mit beeinflusst ist [3]. Ulvik et. al. zeigten an ihrem Studienkollektiv von 325 Traumapatienten den starken Einfluss von schweren Kopfverletzungen auf die Mortalität und das 30-Tage-Überleben [93]. MacLeod benennt in seiner Studie mit 7638 Patienten neben anderen Faktoren GCS-Score < 8 mit einer Odds Ratio von 7,24 und einem p-Wert von < 0,001 als unabhängigen Vorhersagewert für Mortalität [81]. Schwere Kopfverletzungen mit einem GCS-Wert von unter 8 Punkten beeinflussen, wie in Studien belegt werden konnte, das Blutgerinnungssystem unter anderem durch die Freisetzung von Thromboplastin [98-100], so dass ein erniedrigter GCS-Wert bei Traumapatienten mit einem SHT in vielen Fällen mit einer Koagulopathie einhergeht.

4.2.2 Injury Severity Score

Der ISS-Wert als Abbild der Gesamtverletzungsschwere wird in zahlreichen Studien als wichtige Variable mit einem starken Vorhersagewert für die Mortalität nach einem Polytrauma benannt [3, 44, 72, 76, 77, 80-82, 89, 92, 96, 101-104]. Auch in unserem Studienkollektiv geht der ISS-Wert aus der multivariaten Regressionsanalyse als signifikant hervor. Der ISS-Wert stellt als Schlüssel für den Verletzungsschweregrad eine klinisch unbeeinflussbare Variable für das Outcome dar. Bardenheuer et al. werteten 2069 Traumafälle im Traumaregister der DGU aus, wobei ein mittlerer ISS von 22,2 +/- 13,1 Punkten vorlag. Die Mortalität stieg mit der Zunahme der Verletzungsschwere signifikant an, die verstorbenen Patienten zeigten einen signifikant höheren durchschnittlichen ISS von 31,4 +/- 16,3 Punkten gegenüber den Überlebenden (ISS von 20,0 +/- 11,7 Punkten). Auffällig war zudem eine hohe Mortalität in der Gruppe der leicht verletzten Patienten mit einem ISS bis 5 Punkten (10,6 % verstarben). Dies wird in der Arbeit durch den Anteil der frühverstorbenen Patienten erklärt, bei denen eine abschließende Klassifikation der Verletzungen auf Grund einer nicht abgeschlossenen Diagnostik und fehlenden Obduktionsberichten nicht möglich war [3]. Dies zeigt auch, dass der ISS weniger geeignet ist, eine frühe Aussage zur Prognose von Traumapatienten zu treffen. Smith schildert in seiner Studie zu Traumapatienten mit instabilen Beckenverletzungen zudem eine Abhängigkeit der Verletzungsschwere gemessen am ISS-Wert vom Alter [89]. Auf Grund zahlreicher präexistenter Konditionen, wie zum Beispiel der Osteoporose, liegen bei älteren Patienten > 65 Jahren häufig signifikant schwerere Verletzungen vor. Der ISS ist neben der Mortalität auch für die Morbidität und die Aufenthaltsdauer nach einem Trauma ein Prognosefaktor [77]. Der ISS sticht unter anderen Traumascore-Systemen durch seine relativ einfache, wenn auch nicht unmittelbar nach Traumatisierung mögliche Anwendbarkeit hervor. Im Gegensatz hierzu beschreibt Ulvik in seiner Studie zum 30-Tage-Überleben von Traumapatienten den ISS-Score als schlechten Prädiktor für Mortalität ($p = 0,597$ in der multivariaten Regression) verglichen mit dem

SOFA-Score und nennt das Fehlen von physiologischen Daten bei der ISS-Bestimmung als eine mögliche Ursache [93].

4.2.3 Quick-Wert bei Schockraumaufnahme

Der Quick-Wert bei Aufnahme, als der die Gerinnungssituation widerspiegelnde Parameter, zeigte sich in der univariaten Analyse als signifikanter Prädiktor für die Mortalität und ging somit auch in die multivariate Analyse mit ein. Mit abfallendem Quick-Wert nimmt die Sterbewahrscheinlichkeit zu. Der Quick-Wert wird in diversen Studien als möglicher Vorhersagefaktor diskutiert [44, 80-82, 105]. Rixen nennt den initialen Quickwert in seiner Studie an 2069 polytraumatisierten Patienten neben dem BE, Alter, GCS und ISS als Prädiktorvariable für das Versterben. Da der Quickwert wie auch der BE klinisch potentiell beeinflussbar ist kommt ihm ein besonderer Stellenwert zu [44]. Die Veränderungen des Blutgerinnungssystems sind zum einen durch die Mechanismen des Schocks, zum anderen durch die therapeutischen Interventionen der Volumensubstitution und speziell der Massentransfusion bedingt. Auch werden in der Literatur Hinweise für Zusammenhänge zwischen dem Ausprägungsgrad von Blutgerinnungsstörungen und der Schwere des Traumas genannt [106, 107]. Gerinnungsparameter wie Quick und PTT zeigen bereits in der frühen Phase nach einem Trauma Veränderungen und können hinweisend auf den weiteren Krankheitsverlauf des Patienten sein [44]. Die Gerinnungssituation stellt einen wichtigen Faktor für die Planung elektiver Eingriffe nach einem Polytrauma dar [108]. MacLeod nannte in seiner Studie mit 7638 Patienten die initiale Prothrombinzeit wie auch die PTT als signifikante unabhängige Prädiktoren für die Mortalität nach einem Polytrauma, wobei der PTT sogar noch mehr Aussagekraft zukommt [81]. Vorerkrankungen, die die Blutgerinnung beeinflussen, z.B. Lebererkrankungen oder Medikamente, wie Kumarine, wurden in der Studie mangels Daten hierzu nicht untersucht. Die mit einer abnormen PTT oder PT assoziierten Todesfälle traten vorwiegend im frühen klinischen Verlauf auf und können

Hämorrhagien zugeschrieben werden. Die Studie zeigt auch, dass PTT und PT unabhängig von Schädel-Hirn-Verletzungen prädiktive Kraft für die Mortalität zukommen, so dass posttraumatische Blutgerinnungsstörungen nicht nur einem SHT zuzuschreiben sind. Vor allem in der frühen posttraumatischen Phase gemessene Werte reflektieren den hohen Einfluss des Blutgerinnungssystems auf die Mortalität. Im weiteren klinischen Verlauf werden die Werte zunehmend durch die Transfusions- und Infusionstherapie beeinflusst.

4.2.4 AIS Extremitäten, AIS Abdomen

Wie bereits geschildert befassen sich zahlreiche Arbeiten mit dem Einfluss der Gesamtverletzungsschwere nach einer Traumatisierung – gemessen am ISS – auf das Outcome bzw. die Mortalität. Seltener findet sich eine Aufschlüsselung in die einzelnen AIS-Regionen und den jeweiligen Einfluss. In der vorliegenden Studie stellt sich ein AIS in der Region Extremitäten in der multivariaten Analyse als signifikanter Einflussfaktor auf die Mortalität heraus. Der AIS Abdomen-Wert geht als nicht signifikant aus der Analyse hervor. Clark nennt in seiner Arbeit vor allem einen hohen AIS-Wert der Region Kopf als besonders relevant für die Mortalität [96], dies deckt sich mit den Feststellung zum Einfluss des GCS-Wertes auf die Mortalität. Insgesamt hat ein hoher AIS-Wert, ohne die Regionen zu berücksichtigen, einen Vorhersagewert für das Outcome und die Aufenthaltsdauer im Krankenhaus [21, 96]. Auch Sakhondze weist in seiner Studie speziell zu traumatischen Leberverletzungen auf den hohen Einfluss von mit dem Trauma assoziierten Nicht-Abdominal-Verletzungen auf das Outcome hin [103]. Der Schweregrad und die Lokalisation von Extremitätenverletzungen steht auch mit der Unfallursache und dem Unfallhergang in Zusammenhang [103, 105]. Desweiteren stellen Extremitätenverletzungen die am häufigsten verletzte Einzelregion dar [35]. Die Verletzungsschwere in dieser Region ist wiederum mit dem Alter der traumatisierten Patienten in Assoziation zu bringen. Dies kann auch auf

präexistente Konditionen, wie eine zunehmende Häufung von Osteoporose bei älteren Patienten zurückgeführt werden [102].

4.2.5 Systolischer Blutdruckwert bei Schockraumaufnahme

Am vorliegenden Kollektiv ergibt sich ein signifikanter Einfluss des systolischen Blutdruckwertes bei Schockraumaufnahme auf die Mortalität. Der systolische Aufnahmeblutdruck geht somit neben der in den ersten 24 Stunden transfundierten EK-Menge als stärkster Prädiktor für die Mortalität nach einem Polytrauma mit Abdominalverletzung hervor. Dies entspricht den Ergebnissen zahlreicher anderer Studien zur Mortalitätsvorhersage bei schwer- und mehrfachverletzter Patienten [18, 44, 80-82, 87, 90, 91, 94, 95, 101, 103, 109]. Die diesbezügliche Bedeutung des systolischen Blutdruckwertes spiegelt sich in der Tatsache wider, dass viele Vorhersagescores für polytraumatisierte Patienten sich dieses Wertes bedienen, so zum Beispiel der RTS (Revised Trauma Score) oder der ASCOT (A Severity Characterization of Trauma). Allerdings sind in der Literatur Unterschiede zwischen der Wertigkeit des am Unfallort gemessenen systolischen Blutdruckwertes und des bei Schockraumaufnahme gemessenen Wertes zu verzeichnen. Arbabi vergleicht in seiner Studie, welche 19.409 Patienten einschließt, den Einfluss der am Unfallort gemessenen und im Schockraum bestimmten Werte und kommt zu dem Schluss, dass sowohl der am Unfallort gemessene Wert als auch der im Schockraum gemessene Wert starke Prädiktoren für das Outcome sind, der im Schockraum gemessene Wert jedoch noch deutlich besser mit dem Ergebnis korreliert [90]. Insgesamt ist demnach auch die Dynamik des Blutdrucks von Bedeutung. Patienten, bei denen ein Ansteigen des Blutdrucks zwischen Unfallort und Notaufnahme zu verzeichnen ist, haben eine geringere Wahrscheinlichkeit zu Versterben als diejenigen, deren Blutdruck sinkt oder sich auf einem niedrigen Niveau stabilisiert, besonders bezogen auf Patienten, die ein stumpfes Trauma erlitten [90]. Gabbe untersucht den Einfluss des bei der Krankenhausaufnahme gemessenen Blutdrucks sowohl

auf das Überleben als auch auf die Krankenhausaufenthaltsdauer wie auf die Notwendigkeit einer weiteren Versorgung nach Entlassung. Für die ersten beiden Punkte stellt sich der Aufnahmeblutdruckwert als Prädiktor mit hoher Aussagekraft heraus [94]. Neben der Angabe des Blutdruckwertes wird häufig das Vorhandensein eines Schocks bei Aufnahme, gemessen am Schockindex als Kombination von Herzfrequenz und systolischem Blutdruckwert (HF/RRsys), als guter Vorhersagewert für die Mortalität angeführt [80]. Am vorliegenden Kollektiv von polytraumatisierten Patienten speziell mit Bauchverletzungen konnte die Bedeutung des bei Aufnahme erhobenen Blutdruckwertes als klinisch beeinflussbare, ohne Aufwand im klinischen Alltag schnell und früh zu erhebende Variable mit großem Aussagewert auf die Mortalität in der multivariaten Analyse bestätigt werden.

4.2.6 Transfundierte Erythrozytenkonzentrate in den ersten 24 Stunden

Neben dem systolischen Blutdruckwert bei Schockraumaufnahme geht auch die in den ersten 24 Stunden nach Trauma transfundierte Erythrozytenkonzentratmenge als signifikanter Prädiktor mit hoher Aussagekraft aus der multivariaten Analyse hervor. Zahlreiche Studien beschäftigen sich mit dem Einfluss der transfundierten EK-Menge auf das Outcome beim polytraumatisierten Patienten allgemein, wie auch an verschiedenen Subgruppen, wobei sich eine hohe posttraumatische Transfusionsmenge stets als negativer Vorhersagewert für die Mortalität erweist [12, 44, 72, 75, 76, 80-82, 85, 87-89, 92, 95, 110]. Der relevante Blutverlust gilt als wichtiger Einflussfaktor für die Mortalität und kommt sowohl in der applizierten Transfusionsmenge als auch im systolischen Blutdruckwert zum Ausdruck. Dutton et al. bestätigen den unabhängigen Einfluss des hämorrhagischen Schocks, ausgedrückt in der Transfusionsmenge auf das Outcome nach einem Trauma. Dabei wurden die Daten aus 3 verschiedenen Traumazentren verglichen [110]. Neben der Mortalität korreliert auch die Länge des notwendigen Krankenhausaufenthalts mit der Transfusionsmenge. Desweiteren besteht eine Dosisabhängigkeit zwischen Transfusionen und

Outcome, wobei vor allem im mittleren Transfusionsbedarfsbereich der Einfluss der EK-Gabe auf die Mortalität als weniger stark anzusehen ist [110]. Bluttransfusion stellt neben chirurgischer Versorgung eine wichtige Säule in der Behandlung polytraumatisierter Patienten dar [80].

Obwohl die hohe Assoziation zwischen Bluttransfusionsmenge und Mortalität bei polytraumatisierten Patienten mit Abdominalverletzungen nachgewiesen werden konnte, kann die Studie keinen Hinweis auf die Ursächlichkeit dieser Beziehung liefern.

Eine Trennung zwischen dem Einfluss der Transfusionsmenge auf das Outcome und dem Einfluss der Verletzungsschwere auf die benötigte Transfusionsmenge erscheint schwierig [110]. Eine hohe Verletzungsschwere geht häufig mit massiven Blutungen, einem konsekutiv niedrigen Hb-Wert sowie einem niedrigen Blutdruck als Ausdruck des Schocks einher. Andererseits ist die Transfusion von EKs auch mit einem gewissen Risiko behaftet, das wiederum eine erhöhte Mortalität, insbesondere im längerfristigen klinischen Verlauf, erklärbar macht. Während der positive Effekt von EK-Transfusionen nach einem Trauma neben der Volumensubstitution, vor allem beim Vorliegen eines hämorrhagischen Schocks, im verbesserten Sauerstofftransport und der verbesserten Perfusion der Organe liegt, sind mögliche Transfusionsreaktionen und eine negative Beeinflussung des Immunsystems als nachteilige Wirkungen in Betracht zu ziehen [80, 111]. Eine Bluttransfusion ist mit einem erhöhten Auftreten eines MOV assoziiert. Hierbei besteht eine Dosisabhängigkeit, wobei dieser Effekt als unabhängig von anderen Faktoren des Schocks beschrieben wird [112-114]. Außerdem treten bakterielle Infektionen, wie Wundinfektionen und Pneumonien, bei Patienten, welche nach dem Trauma Bluttransfusionen erhielten, vermehrt auf [80]. Auch das Auftreten einer systemischen Entzündungsreaktion SIRS beschreibt Malone in seiner Studie als 3-5-fach erhöht bei Patienten, die Bluttransfusionen nach einem Polytrauma erhielten [80]. Ein Ansteigen der Wahrscheinlichkeit, eine Sepsis oder ein Organversagen zu erleiden sowie eine Assoziation zwischen Mortalität und Transfusionen nach einem Polytrauma beschreiben

auch Huber-Wagner et al [75]. Insgesamt erhielten hierbei 15 % aller Polytrauma-Patienten eine Massivtransfusion (≥ 10 EKs), von denen 56,9 % überlebten. Neben der Massivtransfusion waren das Alter, der GCS-Wert, der Quick-Wert, der ISS-Wert, der BE-Wert, der Hb-Wert sowie der am Unfallort gemessene RR-Wert unabhängige Prädiktoren für die Mortalität. In der Gruppe der Patienten, die eine mittlere Transfusionsmenge erhielten lag der Einfluss der Transfusionsmenge auf die Mortalität eher in einem niedrigeren Bereich. In der Zusammenschau der Überlebensraten der Patienten, die eine Massivtransfusion erhielten und den weiteren unabhängigen signifikanten Einflussfaktoren halten die Autoren ein aggressives Transfusionsmanagement für gerechtfertigt.

Moore et al. zeigten ein von der Verletzungsschwere unabhängiges dosisabhängiges Ansteigen der Mortalität mit steigender Transfusionsmenge. Teilweise kann dieser Effekt durch eine erhöhte systemische Entzündungsantwort erklärt werden, die durch die Blutprodukte verursacht wird [112]. Auch Smith zeigte an seinem Patientenkollektiv mit instabilen Beckenringfrakturen die Unabhängigkeit der Vorhersagekraft des Faktors „Bluttransfusion“ von der Verletzungsschwere [89].

4.2.7 Pathophysiologische Aspekte

Von den sechs als signifikant in der multivariaten Analyse hervorgegangenen Parametern handelt es sich beim GCS, dem systolischen Blutdruck und dem Quick-Wert um klassische pathophysiologische Parameter. Die Blutungssituation nach einem Trauma wird durch die in den ersten 24 h nach dem Trauma transfundierte Erythrozytenkonzentratmenge widerspiegelt, so dass auch dieser Parameter einen pathophysiologischen Aspekt besitzt. Durch den Unfall vorgegeben sind der AIS sowie der ISS, somit sind diese beiden Parameter nicht als klassische pathophysiologische Parameter zu bezeichnen. Jedoch beeinflussen sie alle folgenden pathophysiologischen Parameter.

Die Gesamtheit des statthabenden Schockgeschehens nach einem Trauma wird durch die pathophysiologischen Parameter und deren Veränderungen zum Ausdruck gebracht. So zeigt eine Veränderung des Quickwertes zum Beispiel die stattfindende Koagulopathie im Rahmen eines Blutungsschocks auf. Der systolische Blutdruck, der EK-Bedarf, ein niedriger GCS-Wert können ebenfalls Ausdruck des Schockgeschehens sein. Das unmittelbar nach einem Trauma sich entwickelnde Schockgeschehen hat in der Versorgung der Schwerverletzten nach einem Trauma einen hohen Stellenwert. Die Schockbekämpfung hat in der Schockraumbehandlung von polytraumatisierten Patienten hohe Relevanz. Das Erkennen der Dynamik des Schockgeschehens sowie dessen Bekämpfung durch eine der Situation angepasste therapeutische Beeinflussung der pathophysiologischen Parameter stehen - soweit durchführbar - im Vordergrund. Als therapeutisches Armentarium steht hier beispielsweise eine differenzierte Infusions- bzw. Transfusionstherapie, das chirurgische Stoppen einer Blutung, die Korrektur einer entgleisten Gerinnungssituation durch Gabe entsprechender Gerinnungsprodukte sowie ggf. das Anheben des Blutdruckes zur Verfügung.

4.3 Methodenkritik

Die Literatur zeigt, dass eine für den Begriff „Polytrauma“ unterschiedliche Definitionen bestehen. Die vorliegende Arbeit bezieht sich bei dem Begriff des Polytraumas auf die Definition von Mutschler [14]. In der deutschen Literatur wird häufig auch die Definition des Polytraumas nach Tscherne verwendet [115]. Zur Vermeidung dadurch möglicher entstehender Inhomogenitäten wurde zudem analog zu den Polytrauma-Leitlinien der DGU eine Mindestverletzungsschwere von ISS \geq 16 festgelegt.

Bei der Vielzahl der erhobenen Parameter war es nicht zu vermeiden, dass teilweise Variablen bei den Patienten nicht erhoben worden waren oder nicht mehr nachvollziehbar waren, so dass ein Teil der Datenmenge fehlte. Besonders trifft dies auf die zuverlegten Patienten zu, die teilweise auch erst mehrere Tage nach dem Unfall an das Klinikum der Universität München, Chirurgische Klinik und Poliklinik – Innenstadt, verlegt wurden, so dass insbesondere ein Fehlen der interessierenden frühen und präklinischen Parameter zu verzeichnen war. Fehlende Daten sind in der vorliegenden Studie vor allem durch eine nicht ausreichend gründlich geführte Routinedokumentation des Rettungsdienstes bzw. des Schockraumteams bedingt. So kann beispielsweise eine vom Notarzt nicht dokumentierte Herz- oder Atemfrequenz nicht im Register miteingetragen werden. Diese Problematik ist aus anderen Registern, wie dem Krebsregister, dem Traumaregister der DGU, dem Reanimationsregister der DGAI oder diversen Schlaganfallregistern ebenfalls bekannt. Zur Abschätzung des Ausmaßes der fehlenden Datenmenge im vorliegenden Register wurde eine stichprobenartige Quote von fehlenden Daten von 12,2 % ermittelt. Diese Zahl liegt im Bereich der Quote fehlender Daten anderer Register und scheint somit tolerabel.

Desweiteren sei auf die, verglichen mit anderen Studien eher geringe Fallzahl von $n = 132$ Fällen hingewiesen. Fehlende Daten fallen hierbei besonders ins Gewicht. Bei niedrigen Fallzahlen können Extremwerte das Studienergebnis beeinflussen.

Die kontinuierlichen Variablen wurden in nicht-geglätteter Form verwendet. Grund hierfür ist die Tatsache, dass die Berücksichtigung als stetige Variablen einen linearen Effekt auf das Outcome voraussetzt, der aber durchaus nicht immer gegeben ist. Beim Alter beispielsweise sind die Effekte pro Lebensjahr bis etwa zum 55. Lebensjahr im Hinblick auf die Zielvariable Mortalität als gering anzusehen, wohingegen ab einem Lebensjahr > 55 Jahre der Effekt auf das Überleben nicht linear zunimmt [12]. Beim ISS wäre alternativ auch eine geglättete Miteinbeziehung möglich gewesen.

Ebenfalls durch die geringe Fallzahl von $n=132$ bedingt ist die Tatsache, dass die Zahl der näher untersuchten Variablen (bivariat, multivariat) limitiert werden musste. Es wurden hierzu diejenigen Variablen ausgewählt, welche am meisten relevant und praxisbezogen die Fragestellung betreffend erschienen. Diese Auswahl basierte auf Erfahrungswerten, nicht auf einer statistischen Methodik. Siehe hierzu auch den letzten Abschnitt der Diskussion.

Bei der vorliegenden Studie handelt es sich um eine retrospektive Erhebung. Dieses Studiendesign ist hinsichtlich der Aussagekraft prospektiven Studien unterlegen.

Bei der Beurteilung der Vergleichbarkeit mit anderen Studien gilt es, die Einschlusskriterien zu bedenken: während in der vorliegenden Studie der Schwerpunkt auf polytraumatisierten Patienten mit Abdominalverletzungen lag, finden sich vor allem im angloamerikanischen Raum häufig noch eine zusätzliche Unterscheidung in stumpfes vs. penetrierendes Abdominaltrauma, spezielle Untergruppen der Abdominalverletzungen. Ein Großteil der

Arbeiten jedoch bezieht sich ohne Spezifizierung auf eine Subgruppe auf das Polytrauma im Allgemeinen.

Bei der vorliegenden Studie wurden Vor- oder Begleiterkrankungen und deren mögliche Einflüsse nicht erfasst und somit unbeachtet gelassen.

Außerdem blieb die häufig in der Literatur zitierte Unterscheidung in Früh- bzw. Spätversterben nach einem Trauma in der Auswertung unberücksichtigt.

Im Rahmen der Studie erfolgte die Verletzungsschwere nach der AIS und ISS-Klassifikation sowie der Moore-Klassifikation. Die Einteilung der Beckenverletzung erfolgte nach der AO-Klassifikation. Alle Einteilungen erfolgten nach der subjektiven Einschätzung durch den Untersucher, wodurch Schwankungen hervorgerufen werden können. Eine zusätzliche Beurteilung des Verletzungsausmaßes durch einen weiteren unabhängigen Untersucher erfolgte nicht.

In der vorliegenden Studie treten auf 132 eingeschlossene Fälle insgesamt nur 18 „Ereignisse“ (= Tod) auf. Dies wirft die Frage auf, ob die Anzahl der in die multivariate Analyse eingeschlossenen Variablen zu hoch ist und die gefundenen Prädiktoren somit ausreichend interpretierbar sind. Gemäß der weit verbreiteten Regel „10 cases per event“ wäre die Anzahl der Ereignisse mit 18 bezüglich der 6 finalen Parameter zu gering. Jedoch publizierten E. Vittinghoff und Ch. McDulluch 2007 im American Journal of Epidemiology eine Arbeit, in der sie zu dem Ergebnis kommen, dass diese Regel der „10 cases per event“ zu konservativ sei und nicht derart streng angewendet werden müsse [116]. So seien auch 5 cases per event problemlos auswertbar. Auch eine Auswertung bei 2-4 cases per event sei möglich, jedoch sind die Ergebnisse hierbei kritisch zu interpretieren. Im Falle der vorliegenden Studie wird diesbezüglich mit 3 cases per event am Unterrand der Regelauslegung gearbeitet, so dass die

Ergebnisse der Auswertung kritisch zu beurteilen sind. Allerdings sind die herausgearbeiteten Prädiktoren keine gänzlich unbekannt Variablen, sondern wurden bereits in zahlreichen Studien für das Polytrauma (also auch ohne zwingendes Vorliegen eines Abdominaltraumas) als relevante Prädiktoren identifiziert. Nun wurden diese Prädiktoren auch erstmals für das Kollektiv von Abdominalverletzten detektiert. Hier seien beispielsweise die Übereinstimmungen mit den Variablen, die in den bewährten, weit verbreiteten RISC-Score eingehen, erwähnt [12]. Es wurden somit Prädiktoren, welche bereits anderweitig bekannt sind, in diesem speziellen Zusammenhang, nämlich dem Abdominaltrauma bestätigt. Trotz der niedrigen Rate an „cases per event“ sind die im logistischen Regressionsmodell gefundenen Variablen somit dennoch - wenngleich vorsichtig und kritisch - interpretierbar.

4.4 Schlussfolgerung

Von den untersuchten Variablen erweisen sich der GCS-Wert, der ISS-Wert, der RRsys im SR, der Quick-Wert, der AIS-Extremitäten und die in den ersten 24 Stunden transfundierte EK-Menge als signifikante, unabhängige Prädiktoren für die Mortalität nach einem Polytrauma mit Abdominalverletzung. Drei der sechs Variablen sind potentiell klinisch beeinflussbar (RRsys, EK-Menge, Quick-Wert). Die höchste Vorhersagewertigkeit liegt beim systolischen Blutdruck bei SR-Aufnahme und der transfundierten EK-Menge. Insbesondere der systolische Blutdruckwert bei SR-Aufnahme ist ein rasch und einfach zu erfassender, früher Parameter. Besonders frühe klinische Parameter sind geeignet, um Traumapatienten mit einer potentiell hohen Sterbewahrscheinlichkeit zu identifizieren und das Outcome durch eine frühzeitige, angepasste Therapie entsprechend zu modifizieren. Blutungskomplikationen gelten als häufigste Ursache für das Frühversterben nach einem Trauma, Multiorganversagen ist eine der wichtigsten Komplikationen im Verlauf nach einem Polytrauma. Durch Kenntnis oben genannter Variablen, eine früh einsetzende Volumentherapie, eine frühzeitige Kontrolle der Blutungssituation und ein differenziertes Transfusions- und Gerinnungsmanagement können die Mortalität gesenkt und das Outcome von polytraumatisierten Patienten mit Abdominaltrauma weiter verbessert werden.

5. Zusammenfassung

Das Trauma spielt eine wichtige Rolle im Hinblick auf die häufigsten Todesursachen, vor allem bei der erwerbstätigen Bevölkerung. In Europa überwiegen stumpfe Traumatisierungen. Stumpfe Abdominaltraumata liegen in der Regel im Rahmen von Polytraumatisierungen vor und stellen, neben dem Schädel-Hirn-Trauma und Massenblutungen, die häufigste Ursache für ein Frühversterben nach dem traumatisierenden Ereignis dar. Abdominalverletzungen gehen mit einer hohen Rate an konsekutivem Organversagen einher. Trotz stetig verbesserten Diagnose- und Therapiemöglichkeiten sowie der Einführung standardisierter Schockraummanagementkonzepte sind Traumatisierungen weiterhin mit einer hohen Letalität behaftet. Eine frühe Prognoseabschätzung der Patienten ist hinsichtlich der weiteren Therapieauswahl im Rahmen des Gesamtbehandlungskonzeptes relevant. In der präklinischen und frühen klinischen Phase werden zahlreiche physiologische und anatomische Parameter erhoben und in klinische Prognosemodelle eingebracht, welche eine Mortalitätsabschätzung liefern können (z.B. TRISS, RISC). Speziell für das Abdominaltrauma im Rahmen eines Polytraumas fehlen hierzu jedoch vergleichbare Modelle.

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit den Fragen, welche unabhängigen Prädiktoren mit signifikantem Einfluss auf die Mortalität nach einem Abdominaltrauma existieren und inwieweit diese klinisch beeinflussbar sind, so dass sich daraus eine therapeutische Konsequenz ergeben kann. Insgesamt wurden 132 Patientenfälle, welche zwischen 1997 und 2004 am Klinikum der Universität München, Chirurgische Klinik und Poliklinik – Innenstadt, mit einem Polytrauma und einem ISS-Wert ≥ 16 sowie einer Abdominalverletzung (Milz, Leber, Niere, Harnblase, Retroperitoneum, Darm, Pankreas, Mesenterium) und/oder einer Beckenverletzung behandelt wurden, ausgewertet. Dazu wurden neben allgemeinen Patientendaten präklinische und klinische Parameter sowie Daten zur Verletzungsschwere und –art, zur operativen Versorgung, der Aufenthaltsdauer, Komplikationen und dem Outcome der Patienten erhoben. Die relevanten Variablen wurden dichotomisiert und nach

einem bivariaten Vorscreening multivariat getestet. Als signifikante Parameter im Hinblick auf die Mortalität nach einem Polytrauma mit Abdominalverletzung zeigten sich der systolische Blutdruckwert bei Schockraumaufnahme, der Quickwert bei Schockraumaufnahme, der ISS-Wert, der GCS-Wert, der AIS-Wert in der Region Extremitäten und die innerhalb der ersten 24 Stunden transfundierte EK-Menge. Klinisch beeinflussbar sind der RR-Wert, der Quick-Wert sowie die transfundierte EK-Menge, so dass sich hieraus therapeutische Folgen im Gesamtkonzept der Behandlung Schwerverletzter mit Abdominalverletzungen ableiten lassen können. Durch Kenntnis oben genannter Variablen, eine früh einsetzende Volumentherapie, eine frühzeitige Kontrolle der Blutungssituation und ein differenziertes Transfusions- und Gerinnungsmanagement können die Mortalität gesenkt und das Outcome von polytraumatisierten Patienten mit Abdominaltrauma möglicherweise weiter verbessert werden.

6. Literaturverzeichnis

1. Wick, M., Ekkernkamp, A., Muhr, G., *Epidemiologie des Polytraumas*. Der Chirurg, 1997. **68**: p. 1053 - 1058.
2. MacKenzie, E. and Fowler, C., *Epidemiology*, in *Trauma*, E.E. Moore, D.V. Feliciano, and K.L. Mattox, Editors. 2000: New York. p. 21-41.
3. Bardenheuer, M., Obertacke, U., Waydhas, C., Nast-Kolb, D., AG Polytrauma der DGU, *Epidemiologie des Schwerverletzten*. Unfallchirurg, 2000. **103**(5 2000): p. 355 - 363.
4. Bundesamt, Statistisches, *Bevölkerung und Erwerbstätigkeit - Eheschließungen, Geborene und Gestorbene*. 2009.
5. DGU, Trauma Register, *Jahresbericht 2009*. 2009.
6. Nast-Kolb, D., Krettek, C., Mutschler, W., *Schockraummanagement - die frühe klinische Schwerverletztenversorgung*. Unfallchirurg, 2004. **107**(10 2004): p. 831 - 832.
7. Wanner, G. , Keel, M., and Trentz, O., *Polytrauma*, in *Chirurgie*, H.-P. Bruch and O. Trentz, Editors. 2006: München. p. 95-106.
8. Bouamra, O., Wrotchford, A., Hollis, S., Vail, A., Woodford, M., and Lecky, F., *Outcome prediction in trauma*. Injury, 2006. **37**(12): p. 1092-7.
9. Cerovic, O., Golubovic, V., Spec-Marn, A., Kremzar, B., and Vidmar, G., *Relationship between injury severity and lactate levels in severely injured patients*. Intensive Care Med, 2003. **29**(8): p. 1300-5.
10. Ruchholtz, S., Lefering, R., Paffrath, T., Oestern, H.J., Neugebauer, E., Nast-Kolb, D., Pape, H.-C., and Bouillon, B., *Rückgang der Traumaletalität*. Dtsch Arztebl, 2008. **105**(13): p. 225-31.
11. Bouillon, B., Kanz, K. G., Lackner, C. K., Mutschler, W., and Sturm, J., *Die Bedeutung des Advanced Trauma Life Support (ATLS) im Schockraum*. Unfallchirurg, 2004. **107**(10): p. 844-50.
12. Lefering, R., *Revised Injury Severity Classification (RISC) – Entwicklung und Validierung eines Schweregrad-Klassifikationssystems für schwerverletzte Patienten zur Anwendung in einem nationalen Traumaregister (Habilitationsschrift)*, in *IFOM - Institut für Forschung in der Operativen Medizin*. 2007, University Witten/Herdecke, Faculty of Medicine, Germany: Cologne. p. 1-131.
13. Muhr, G., *Polytrauma*. Unfallchirurg, 2001. **104**(9 201): p. 902 -912.
14. Mutschler, W., *Praxis der Unfallchirurgie*. 2 ed, ed. G.T. Verlag. 1999, Stuttgart. 85.

15. Aufmolk, M., Nast-Kolb, D., *Abdominaltrauma*. Unfallchirurg, 2001. **72**(9 2001): p. 861 - 875.
16. Nast-Kolb, D., Trupka, A., Ruchholtz, S., and Schweiberer, L., *Abdominaltrauma*. Unfallchirurg, 1998. **101**(2): p. 82-91.
17. Bouamra, O., Wrotchford, A., Hollis, S., Vail, A., Woodford, M., and Lecky, F., *A new approach to outcome prediction in trauma: A comparison with the TRISS model*. J Trauma, 2006. **61**(3): p. 701-10.
18. Champion, H. R., Copes, W. S., Sacco, W. J., Lawnick, M. M., Bain, L. W., Gann, D. S., Gennarelli, T., Mackenzie, E., and Schweitzer, S., *A new characterization of injury severity*. J Trauma, 1990. **30**(5): p. 539-45; discussion 545-6.
19. Champion, H. R., Copes, W. S., Sacco, W. J., Lawnick, M. M., Keast, S. L., Bain, L. W., Jr., Flanagan, M. E., and Frey, C. F., *The Major Trauma Outcome Study: establishing national norms for trauma care*. J Trauma, 1990. **30**(11): p. 1356-65.
20. Nast-Kolb, D., Aufmolk, M., Ruchholtz, S., Obertacke, U., and Waydhas, C., *Multiple organ failure still a major cause of morbidity but not mortality in blunt multiple trauma*. J Trauma, 2001. **51**(5): p. 835-41; discussion 841-2.
21. Clark, D. E. and Ryan, L. M., *Concurrent prediction of hospital mortality and length of stay from risk factors on admission*. Health Serv Res, 2002. **37**(3): p. 631-45.
22. Kanz, K. G., Schmoller, G., Enhuber, K., Holzl, G., Sturm, J. A., and Mutschler, W., *Algorithmus für die Rettung von eingeklemmten Personen bei Verkehrsunfällen*. Unfallchirurg, 2002. **105**(11): p. 1015-21.
23. Kanz, K. G., Sturm, J. A., and Mutschler, W., *Algorithmus für die präklinische Versorgung bei Polytrauma*. Unfallchirurg, 2002. **105**(11): p. 1007-14.
24. Nast-Kolb, D., Waydhas, C., Kanz, K. G., and Schweiberer, L., *An algorithm for management of shock in polytrauma*. Unfallchirurg, 1994. **97**(6): p. 292-302.
25. Beck, A., Bischoff, M., Gebhard, F., Huber-Lang, M., Kinzl, L., and Schmelz, A., *Apparative Diagnostik im Schockraum*. Unfallchirurg, 2004. **107**(10): p. 862-70.
26. American College of Surgeons, *Advanced Trauma Life Support, in Advanced Trauma Life Support*. 1997: Chicago. p. 157 - 180.
27. Stengel, D., Bauwens, K., Sehouli, J., Rademacher, G., Mutze, S., Ekkernkamp, A., and Porzsolt, F., *Emergency ultrasound-based algorithms for diagnosing blunt abdominal trauma*. Cochrane Database Syst Rev, 2005(2): p. CD004446.

28. Sirlin, C. B., Brown, M. A., Andrade-Barreto, O. A., Deutsch, R., Fortlage, D. A., Hoyt, D. B., and Casola, G., *Blunt abdominal trauma: clinical value of negative screening US scans*. *Radiology*, 2004. **230**(3): p. 661-8.
29. Nast-Kolb, D., Waydhas, C., Kastl, S., Duswald, K. H., and Schweiberer, L., *The role of an abdominal injury in follow-up of polytrauma patients*. *Chirurg*, 1993. **64**(7): p. 552-9.
30. Kanz, K. G., Korner, M., Linsenmaier, U., Kay, M. V., Huber-Wagner, S. M., Kreimeier, U., Pfeifer, K. J., Reiser, M., and Mutschler, W., *Priority-oriented shock trauma room management with the integration of multiple-view spiral computed tomography*, in *Unfallchirurg*. 2004. p. 937-44.
31. Prokop, A., Hotte, H., Kruger, K., Rehm, K. E., Isenberg, J., and Schiffer, G., *Multislice CT in diagnostic work-up of polytrauma*, in *Unfallchirurg*. 2006. p. 545-50.
32. Ptak, T., Rhea, J. T., and Novelline, R. A., *Experience with a continuous, single-pass whole-body multidetector CT protocol for trauma: the three-minute multiple trauma CT scan*, in *Emerg Radiol*. 2001. p. 250-256.
33. Rieger, M., Sparr, H., Esterhammer, R., Fink, C., Bale, R., Czermak, B., and Jaschke, W., *Modern CT diagnosis of acute thoracic and abdominal trauma*, in *Anaesthesist*. 2002. p. 835-42.
34. Ertel, W. and Trentz, O., *New diagnostic strategies in multiple injury*. *Chirurg*, 1997. **68**(11): p. 1071-5.
35. Huber-Wagner, S., Lefering, R., Qvick, L. M., Korner, M., Kay, M. V., Pfeifer, K. J., Reiser, M., Mutschler, W., and Kanz, K. G., *Effect of whole-body CT during trauma resuscitation on survival: a retrospective, multicentre study*. *Lancet*, 2009. **373**(9673): p. 1455-61.
36. Linsenmaier, U., Kanz, K. G., Rieger, J., Rock, C., Pfeifer, K. J., and Reiser, M., *Structured radiologic diagnosis in polytrauma*. *Radiologe*, 2002. **42**(7): p. 533-40.
37. van der Sluis, C. K., ten Duis, H. J., and Geertzen, J. H., *Multiple injuries: an overview of the outcome*. *J Trauma*, 1995. **38**(5): p. 681-6.
38. Davis, J. , Pruitt, J. , and Pruitt, B. Jr., *History*, in *Trauma*, K.L. Mattox, D.V. Feliciano, and E. Moore, Editors. 2000: New York. p. 3-21.
39. Gennarelli, T. A. and Wodzin, E., *AIS 2005: a contemporary injury scale*. *Injury*, 2006. **37**(12): p. 1083-91.
40. Van Natta, T. and Morris, J. Jr., *Injury Scoring and Trauma Outcomes*, in *Trauma*, K.L. Mattox, D.V. Feliciano, and E.E. Moore, Editors. 2000: New York. p. 69-81.
41. Bull, J. P., *Injury severity scoring systems*. *Injury*, 1982. **14**(1): p. 2-6.

42. Oestern, H-J., Kabus, K., *Klassifikation Schwer- und Mehrfachverletzter - was hat sich bewährt?* Der Chirurg, 1997. **68**: p. 1059 - 1065.
43. Wasson, J. H., Sox, H. C., Neff, R. K., and Goldman, L., *Clinical prediction rules. Applications and methodological standards.* N Engl J Med, 1985. **313**(13): p. 793-9.
44. Rixen, D., Raum, M., Bouillon, B., Schlosser, L. E., and Neugebauer, E., *Predicting the outcome in severe injuries: an analysis of 2069 patients from the trauma register of the German Society of Traumatology (DGU).* Unfallchirurg, 2001. **104**(3): p. 230-9.
45. Lefering, R., *Development and Validation of the Revised Injury Severity Classification Score for Severely Injured Patients.* European Journal of Trauma and Emergency Surgery, 2009.
46. Ruchholtz, S., *The Trauma Registry of the German Society of Trauma Surgery as a basis for interclinical quality management. A multicenter study of the German Society of Trauma Surgery.* Unfallchirurg, 2000. **103**(1): p. 30-7.
47. Copes, W. S., Champion, H. R., Sacco, W. J., Lawnick, M. M., Gann, D. S., Gennarelli, T., MacKenzie, E., and Schwaitzberg, S., *Progress in characterizing anatomic injury.* J Trauma, 1990. **30**(10): p. 1200-7.
48. Baker, SP, *The Injury Severity Score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care.* J Trauma, 1974. **14**: p. 187 - 196.
49. Champion, H. R., Sacco, W. J., Copes, W. S., Gann, D. S., Gennarelli, T. A., and Flanagan, M. E., *A revision of the Trauma Score.* J Trauma, 1989. **29**(5): p. 623-9.
50. Knaus, W. A., Draper, E. A., Wagner, D. P., and Zimmerman, J. E., *APACHE II: a severity of disease classification system.* Crit Care Med, 1985. **13**(10): p. 818-29.
51. Vincent, J. L., Moreno, R., Takala, J., Willatts, S., De Mendonca, A., Bruining, H., Reinhart, C. K., Suter, P. M., and Thijs, L. G., *The SOFA (Sepsis-related Organ Failure Assessment) score to describe organ dysfunction/failure. On behalf of the Working Group on Sepsis-Related Problems of the European Society of Intensive Care Medicine.* Intensive Care Med, 1996. **22**(7): p. 707-10.
52. Teasdale, G. and Jennett, B., *Assessment of coma and impaired consciousness. A practical scale.* Lancet, 1974. **2**(7872): p. 81-4.
53. Moore, E. E., Cogbill, T. H., Jurkovich, G. J., Shackford, S. R., Malangoni, M. A., and Champion, H. R., *Organ injury scaling: spleen and liver (1994 revision).* J Trauma, 1995. **38**(3): p. 323-4.

54. Boyd, C. R., Tolson, M. A., and Copes, W. S., *Evaluating trauma care: the TRISS method. Trauma Score and the Injury Severity Score*. J Trauma, 1987. **27**(4): p. 370-8.
55. Brooks, D. N., Hosie, J., Bond, M. R., Jennett, B., and Aughton, M., *Cognitive sequelae of severe head injury in relation to the Glasgow Outcome Scale*. J Neurol Neurosurg Psychiatry, 1986. **49**(5): p. 549-53.
56. Grotz, M., von Griensven, M., Stalp, M., Kaufmann, U., Hildebrand, F., and Pape, H. C., *[Scoring multiple organ failure after severe trauma. Comparison of the Goris, Marshall and Moore scores]*. Chirurg, 2001. **72**(6): p. 723-30.
57. Hassett, J., Cerra, F. B., Siegel, J., Moyer, E., Yu, L., Border, J. R., and McMenamy, R., *Multiple systems organ failure--a very brief summary*. Injury, 1982. **14**(1): p. 93-7.
58. Moore, E. E., Cogbill, T. H., Malangoni, M. A., Jurkovich, G. J., Champion, H. R., Gennarelli, T. A., McAninch, J. W., Pachter, H. L., Shackford, S. R., and Trafton, P. G., *Organ injury scaling, II: Pancreas, duodenum, small bowel, colon, and rectum*. J Trauma, 1990. **30**(11): p. 1427-9.
59. Moore, E. E., Cogbill, T. H., Jurkovich, G. J., McAninch, J. W., Champion, H. R., Gennarelli, T. A., Malangoni, M. A., Shackford, S. R., and Trafton, P. G., *Organ injury scaling. III: Chest wall, abdominal vascular, ureter, bladder, and urethra*. J Trauma, 1992. **33**(3): p. 337-9.
60. Moore, E. E., Malangoni, M. A., Cogbill, T. H., Shackford, S. R., Champion, H. R., Jurkovich, G. J., McAninch, J. W., and Trafton, P. G., *Organ injury scaling. IV: Thoracic vascular, lung, cardiac, and diaphragm*. J Trauma, 1994. **36**(3): p. 299-300.
61. Moore, E. E., Shackford, S. R., Pachter, H. L., McAninch, J. W., Browner, B. D., Champion, H. R., Flint, L. M., Gennarelli, T. A., Malangoni, M. A., Ramenofsky, M. L., and et al., *Organ injury scaling: spleen, liver, and kidney*. J Trauma, 1989. **29**(12): p. 1664-6.
62. Holanda, M., Culemann, U., Burkhardt, M., and Pohlemann, T., *Stumpfe Beckenverletzung*. Chirurg, 2006. **77**(9): p. 761-9.
63. Pennal, G. F., Tile, M., Waddell, J. P., and Garside, H., *Pelvic disruption: assessment and classification*. Clin Orthop Relat Res, 1980(151): p. 12-21.
64. Culemann, U. and Reilmann, H., *Verletzungen des Beckenringes*. Unfallchirurg, 1997. **100**(6): p. 487-96.
65. Culemann, U., Tosounidis, G., Reilmann, H., and Pohlemann, T., *Beckenringverletzung. Diagnostik und aktuelle Behandlungsmöglichkeiten*. Chirurg, 2003. **74**(7): p. 687-98; quiz 699-700.
66. Marsh, J. L., Slongo, T. F., Agel, J., Broderick, J. S., Creevey, W., DeCoster, T. A., Prokuski, L., Sirkin, M. S., Ziran, B., Henley, B., and Audige, L., *Fracture and*

- dislocation classification compendium - 2007: Orthopaedic Trauma Association classification, database and outcomes committee.* J Orthop Trauma, 2007. **21**(10 Suppl): p. S1-133.
67. Huber-Wagner, S., Stegmaier, J., Mathonia, P., Paffrath, T., Euler, E., Mutschler, W., Kanz, K.-G., Lefering, R., *The sequential trauma score- a new instrument for the sequential mortality prediction in major trauma.* European Journal of Medical Research, 2010. **12**: p. 185-195.
 68. Zhuravlev, S. M., Novikov, P. E., and Theodoridis, C. A., *Mortality caused by polytrauma.* Clin Orthop Relat Res, 1995(320): p. 43-5.
 69. Bouillon, B. and Neugebauer, E., *Outcome after polytrauma.* Langenbecks Arch Surg, 1998. **383**(3-4): p. 228-34.
 70. Luk, S. S., Jacobs, L., Ciraulo, D. L., Cortes, V., Sable, A., and Cowell, V. L., *Outcome assessment of physiologic and clinical predictors of survival in patients after traumatic injury with a trauma score less than 5.* J Trauma, 1999. **46**(1): p. 122-8.
 71. Regel, G., Lobenhoffer, P., Grotz, M., Pape, H. C., Lehmann, U., and Tscherne, H., *Treatment results of patients with multiple trauma: an analysis of 3406 cases treated between 1972 and 1991 at a German Level I Trauma Center.* J Trauma, 1995. **38**(1): p. 70-8.
 72. Gerritsen, S. M., van Loenhout, T., and Gimbrere, J. S., *Prognostic signs and mortality in multiply injured patients.* Injury, 1982. **14**(1): p. 89-92.
 73. Ruchholtz, S., Nast-Kolb, D., Waydhas, C., and Schweiberer, L., *The injury pattern in polytrauma. Value of information regarding accident process in clinical acute management.* Unfallchirurg, 1996. **99**(9): p. 633-41.
 74. Otte, D., Pohlemann, T., Wiese, B., and Krettek, C., *Changes in the injury pattern of polytraumatized patients over the last 30 years.* Unfallchirurg, 2003. **106**(6): p. 448-55.
 75. Huber-Wagner, S., Qvick, M., Mussack, T., Euler, E., Kay, M. V., Mutschler, W., and Kanz, K. G., *Massive blood transfusion and outcome in 1062 polytrauma patients: a prospective study based on the Trauma Registry of the German Trauma Society.* Vox Sang, 2007. **92**(1): p. 69-78.
 76. Huber-Wagner, S., Lefering, R., Qvick, M., Kay, M. V., Paffrath, T., Mutschler, W., and Kanz, K. G., *Outcome in 757 severely injured patients with traumatic cardiorespiratory arrest.* Resuscitation, 2007. **75**(2): p. 276-85.
 77. Lauwers, L. F., Rosseel, P., Roelants, A., Beeckman, C., and Baute, L., *A retrospective study of 130 consecutive multiple trauma patients in an intensive care unit.* Intensive Care Med, 1986. **12**(4): p. 296-301.
 78. Pape, H., Stalp, M., Dahlweid, M., Regel, G., and Tscherne, H., *Optimal duration of primary surgery with regards to a "Borderline"-situation in polytrauma patients.*

Arbeitsgemeinschaft "Polytrauma" der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie. Unfallchirurg, 1999. **102**(11): p. 861-9.

79. Demetriades, D., Chan, L. S., Bhasin, P., Berne, T. V., Ramicone, E., Huicochea, F., Velmahos, G., Cornwell, E. E., Belzberg, H., Murray, J., and Asensio, J. A., *Relative bradycardia in patients with traumatic hypotension.* J Trauma, 1998. **45**(3): p. 534-9.
80. Malone, D. L., Dunne, J., Tracy, J. K., Putnam, A. T., Scalea, T. M., and Napolitano, L. M., *Blood transfusion, independent of shock severity, is associated with worse outcome in trauma.* J Trauma, 2003. **54**(5): p. 898-905; discussion 905-7.
81. MacLeod, J. B., Lynn, M., McKenney, M. G., Cohn, S. M., and Murtha, M., *Early coagulopathy predicts mortality in trauma.* J Trauma, 2003. **55**(1): p. 39-44.
82. MacLeod, J., Lynn, M., McKenney, M. G., Jeroukhimov, I., and Cohn, S. M., *Predictors of mortality in trauma patients.* Am Surg, 2004. **70**(9): p. 805-10.
83. Gabbe, B. J., Cameron, P. A., Wolfe, R., Simpson, P., Smith, K. L., and McNeil, J. J., *Prehospital prediction of intensive care unit stay and mortality in blunt trauma patients.* J Trauma, 2005. **59**(2): p. 458-65.
84. Hannan, E. L., Mendeloff, J., Farrell, L. S., Cayten, C. G., and Murphy, J. G., *Multivariate models for predicting survival of patients with trauma from low falls: the impact of gender and pre-existing conditions.* J Trauma, 1995. **38**(5): p. 697-704.
85. Heckbert, S. R., Vedder, N. B., Hoffman, W., Winn, R. K., Hudson, L. D., Jurkovich, G. J., Copass, M. K., Harlan, J. M., Rice, C. L., and Maier, R. V., *Outcome after hemorrhagic shock in trauma patients.* J Trauma, 1998. **45**(3): p. 545-9.
86. Harbrecht, B. G., Peitzman, A. B., Rivera, L., Heil, B., Croce, M., Morris, J. A., Jr., Enderson, B. L., Kurek, S., Pasquale, M., Frykberg, E. R., Minei, J. P., Meredith, J. W., Young, J., Kealey, G. P., Ross, S., Luchette, F. A., McCarthy, M., Davis, F., 3rd, Shatz, D., Tinkoff, G., Block, E. F., Cone, J. B., Jones, L. M., Chalifoux, T., Federle, M. B., Clancy, K. D., Ochoa, J. B., Fakhry, S. M., Townsend, R., Bell, R. M., Weireter, L., Shapiro, M. B., Rogers, F., Dunham, C. M., and McAuley, C. E., *Contribution of age and gender to outcome of blunt splenic injury in adults: multicenter study of the eastern association for the surgery of trauma.* J Trauma, 2001. **51**(5): p. 887-95.
87. Carlin, A. M., Tyburski, J. G., Wilson, R. F., and Steffes, C., *Factors affecting the outcome of patients with splenic trauma.* Am Surg, 2002. **68**(3): p. 232-9.
88. Robinson, W. P., 3rd, Ahn, J., Stiffler, A., Rutherford, E. J., Hurd, H., Zarzaur, B. L., Baker, C. C., Meyer, A. A., and Rich, P. B., *Blood transfusion is an independent predictor of increased mortality in nonoperatively managed blunt hepatic and splenic injuries.* J Trauma, 2005. **58**(3): p. 437-44; discussion 444-5.

89. Smith, W., Williams, A., Agudelo, J., Shannon, M., Morgan, S., Stahel, P., and Moore, E., *Early predictors of mortality in hemodynamically unstable pelvis fractures*. J Orthop Trauma, 2007. **21**(1): p. 31-7.
90. Arbabi, S., Jurkovich, G. J., Wahl, W. L., Franklin, G. A., Hemmila, M. R., Taheri, P. A., and Maier, R. V., *A comparison of prehospital and hospital data in trauma patients*. J Trauma, 2004. **56**(5): p. 1029-32.
91. Aldemir, M., Tacyildiz, I., and Girgin, S., *Predicting factors for mortality in the penetrating abdominal trauma*. Acta Chir Belg, 2004. **104**(4): p. 429-34.
92. Mostafa, G., Gunter, O. L., Norton, H. J., McElhiney, B. M., Bailey, D. F., and Jacobs, D. G., *Age, blood transfusion, and survival after trauma*. Am Surg, 2004. **70**(4): p. 357-63.
93. Ulvik, A., Wentzel-Larsen, T., and Flaatten, H., *Trauma patients in the intensive care unit: short- and long-term survival and predictors of 30-day mortality*. Acta Anaesthesiol Scand, 2007. **51**(2): p. 171-7.
94. Gabbe, B. J., Cameron, P. A., Wolfe, R., Simpson, P., Smith, K. L., and McNeil, J. J., *Predictors of mortality, length of stay and discharge destination in blunt trauma*. ANZ J Surg, 2005. **75**(8): p. 650-6.
95. Wudel, J. H., Morris, J. A., Jr., Yates, K., Wilson, A., and Bass, S. M., *Massive transfusion: outcome in blunt trauma patients*. J Trauma, 1991. **31**(1): p. 1-7.
96. Clark, D. E. and Winchell, R. J., *Risk adjustment for injured patients using administrative data*. J Trauma, 2004. **57**(1): p. 130-40; discussion 140.
97. Siegel, J. H., Rivkind, A. I., Dalal, S., and Goodarzi, S., *Early physiologic predictors of injury severity and death in blunt multiple trauma*. Arch Surg, 1990. **125**(4): p. 498-508.
98. Gando, S., Tedo, I., and Kubota, M., *Posttrauma coagulation and fibrinolysis*. Crit Care Med, 1992. **20**(5): p. 594-600.
99. Kearney, T. J., Benth, L., Grode, M., Lee, S., Hiatt, J. R., and Shabot, M. M., *Coagulopathy and catecholamines in severe head injury*. J Trauma, 1992. **32**(5): p. 608-11; discussion 611-2.
100. Preston, F. E., Malia, R. G., Sworn, M. J., Timperley, W. R., and Blackburn, E. K., *Disseminated intravascular coagulation as a consequence of cerebral damage*. J Neurol Neurosurg Psychiatry, 1974. **37**(3): p. 241-8.
101. Lerner, E. B., Billittier, A. J., Dorn, J. M., and Wu, Y. W., *Is total out-of-hospital time a significant predictor of trauma patient mortality?* Acad Emerg Med, 2003. **10**(9): p. 949-54.

102. Demetriades, D., Murray, J., Brown, C., Velmahos, G., Salim, A., Alo, K., and Rhee, P., *High-level falls: type and severity of injuries and survival outcome according to age*. J Trauma, 2005. **58**(2): p. 342-5.
103. Sikhondze, W. L., Madiba, T. E., Naidoo, N. M., and Muckart, D. J., *Predictors of outcome in patients requiring surgery for liver trauma*. Injury, 2007. **38**(1): p. 65-70.
104. Gabbe, B. J., Williamson, O. D., Cameron, P. A., and Dowrick, A. S., *Choosing outcome assessment instruments for trauma registries*. Acad Emerg Med, 2005. **12**(8): p. 751-8.
105. Hannan, E. L., Farrell, L. S., Gorthy, S. F., Bessey, P. Q., Cayten, C. G., Cooper, A., and Mottley, L., *Predictors of mortality in adult patients with blunt injuries in New York State: a comparison of the Trauma and Injury Severity Score (TRISS) and the International Classification of Disease, Ninth Revision-based Injury Severity Score (ICISS)*. J Trauma, 1999. **47**(1): p. 8-14.
106. Sefrin, P., Brunswig, D., and Seyboldt, A., *Dynamics of blood coagulation disorders in traumatic-hemorrhagic shock*. Chirurg, 1977. **48**(4): p. 227-31.
107. Risberg, B., Medegard, A., Heideman, M., Gyzander, E., Bundsen, P., Oden, M., and Teger-Nilsson, A. C., *Early activation of humoral proteolytic systems in patients with multiple trauma*. Crit Care Med, 1986. **14**(11): p. 917-25.
108. Waydhas, C., Nast-Kolb, D., Kick, M., Zettl, R., Wiesholler, J., Trupka, A., Jochum, M., and Schweiberer, L., *[Operation planning of secondary interventions after polytrauma]*. Unfallchirurg, 1994. **97**(5): p. 244-9.
109. Oestern, H. J. and Kabus, K., *[The classification of the severely and multiply injured-what has been established?]*. Chirurg, 1997. **68**(11): p. 1059-65.
110. Dutton, R. P., Lefering, R., and Lynn, M., *Database predictors of transfusion and mortality*. J Trauma, 2006. **60**(6 Suppl): p. S70-7.
111. Eastridge, B. J., Malone, D., and Holcomb, J. B., *Early predictors of transfusion and mortality after injury: a review of the data-based literature*. J Trauma, 2006. **60**(6 Suppl): p. S20-5.
112. Moore, F. A., Moore, E. E., and Sauaia, A., *Blood transfusion. An independent risk factor for postinjury multiple organ failure*. Arch Surg, 1997. **132**(6): p. 620-4; discussion 624-5.
113. Malone, D. L., Kuhls, D., Napolitano, L. M., McCarter, R., and Scalea, T., *Back to basics: validation of the admission systemic inflammatory response syndrome score in predicting outcome in trauma*. J Trauma, 2001. **51**(3): p. 458-63.
114. Chang, H., Hall, G. A., Geerts, W. H., Greenwood, C., McLeod, R. S., and Sher, G. D., *Allogeneic red blood cell transfusion is an independent risk factor for the development of postoperative bacterial infection*. Vox Sang, 2000. **78**(1): p. 13-8.

115. Tscherne, H., Trentz, O., *Allgemeine Frakturenlehre*. 4. Auflage ed. 1980, Berlin, Heidelberg, New York: Springer.
116. Vittinghoff, E., McCulloch, C.E., *Relaxing the Rule of Ten Events per Variable in Logistic and Cox Regression*. American Journal of Epidemiology, 2007. **165**(6): p. 710-718.

7. Anhang

7.1 Danksagung

Herzlichen Dank für die Unterstützung und Betreuung während der Fertigstellung der vorliegenden Arbeit möchte ich folgenden Personen aussprechen:

Priv. Doz. Dr. S. Huber-Wagner

Prof. Dr. T. Mussack

Dr. M. Kroetz

Dr. M. Körner

Stefanie, Elisabeth und Josef Fischer