

Bundeswehrkrankenhaus Ulm
Abteilung für Anästhesiologie und Intensivmedizin

Leiter: OTA Prof. Dr. med. L. Lampl

Qualitätsmanagement in der Versorgung von
Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma
in der Präklinik und im Schockraum.
- Eine prospektive Studie -

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin
der Medizinischen Fakultät
der Universität Ulm

Ansgar Söll
Herrenberg

2007

Amtierender Dekan: Prof. Dr. K.-M. Debatin

1. Berichterstatter: Prof. Dr. L. Lampl

2. Berichterstatter: Prof. Dr. Ch. Willy

Tag der Promotion: 30. Mai 2008

Inhaltsverzeichnis

| | |
|-----------------------------------------------------------|-----------|
| Abkürzungsverzeichnis | IV |
| 1. Einleitung | 1 |
| 1.1. Grundlagen..... | 1 |
| 1.2. Zielsetzung | 4 |
| 2. Material und Methoden | 5 |
| 2.1. Verwendete Materialien | 5 |
| 2.2. Methodik und Studiendesign | 5 |
| 2.3. Verwendete Scoring- und Klassifikationssysteme | 6 |
| 2.4. Auswertung und Ergebnisdarstellung | 6 |
| 3. Ergebnisse | 8 |
| 3.1. Epidemiologie | 8 |
| 3.2. Befunde und Versorgung am Notfallort | 10 |
| 3.3. Innerklinische Akutversorgung und Diagnostik..... | 18 |
| 3.4. Verstorbene Patienten..... | 30 |
| 4. Diskussion | 31 |
| 4.1. Präklinische Versorgung..... | 33 |
| 4.2. Innerklinische Versorgung | 40 |
| Fazit..... | 48 |
| 5. Zusammenfassung | 51 |
| 6. Literaturverzeichnis | 53 |
| 7. Anhang | 60 |
| I. Danksagung | 62 |
| II. Lebenslauf | 63 |

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| AIS | Abbreviated Injury Scale |
| Art | Arterie |
| BGA | Blutgasanalyse |
| BWK | Bundeswehrkrankenhaus |
| BWS | Brustwirbelsäule |
| CCT | cranielle Computertomographie |
| CO ₂ | Kohlendioxid |
| DGAI | Deutsche Gesellschaft für Anästhesie und Intensivmedizin |
| DGNC | Deutsche Gesellschaft für Neurochirurgie |
| DGU | Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie |
| DIVI | Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin |
| DK | (Blasen-)Dauerkatheter |
| DMS | Durchblutung, Motorik, Sensibilität |
| EBIC | European Brain Injury Consortium |
| EDV | elektronische Datenverarbeitung |
| EK | Erythrozytenkonzentrat |
| EKG | Elektrokardiogramm |
| etCO ₂ | endtidales Kohlendioxid [mmHg] |
| FiO ₂ | inspiratorische O ₂ -Konzentration [%] |
| G | Gauge (amerikan. Maßeinheit für die Dicke einer Kanüle, z.B. 20 G = 1,0 mm) |
| GCS | Glasgow Coma Scale |
| Hb | Hämoglobin [g/dl] |
| Hk | Hämatokrit [%] |
| HNO | Hals-Nasen-Ohren Arzt |
| HWS | Halswirbelsäule |
| ICP | Intrakranieller Druck |
| ICU | Intensive Care Unit / Intensivstation |
| ISS | Injury Severity Scale |

| | |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| LWS | Lendenwirbelsäule |
| MER | Muskeleigenreflex |
| MKG | Mund-Kiefer-Gesichts (Chirurg) |
| MTRA | Medizinisch technische(r) radiologische(r) Assistent / in |
| n | Anzahl |
| NA | Notarzt |
| NAW | Notarztwagen |
| OP | Operation |
| Peri_Ven | peripherer Venenzugang |
| Q | Quick-Wert [%] |
| RA | Rettungsassistent |
| RD | Rettungsdienst |
| Rö | Röntgen |
| RR | Blutdruck gemessen nach Riva-Rocci |
| RRsys | Blutdruck systolischer Wert [mmHg] |
| RTH | Rettungshubschrauber |
| RTW | Rettungswagen |
| SaO ₂ | Sauerstoffsättigung [%] |
| SAR | Search and rescue (Nationaler Such- und Rettungsdienst für die Luftfahrt) |
| SGB V | Sozialgesetzbuch V |
| SHT | Schädel-Hirn-Trauma |
| Sono | Sonografie |
| SR | Schockraum |
| ZVK | Zentralvenenkatheter |

KAPITEL 1

Einleitung

Die präklinische sowie die frühklinische Versorgung Schädel - Hirn traumatisierter Patienten stellt einen komplexen Arbeitsprozess dar. In der Versorgung kommt es zur Verzahnung verschiedener diagnostischer und therapeutischer Maßnahmen. Hierbei sind mehrere medizinische Berufsgruppen aus unterschiedlichen Fachrichtungen involviert. Damit eine optimale Versorgung diesen Patienten zu Teil wird, muss Qualitätsmanagement in der Medizin betrieben werden. Qualitätskontrolle und -sicherung sind heute Bestandteile einer jeden professionellen Leistungserbringung; hierdurch unterscheiden sich Profis von Laien. Ständige Weiterentwicklungen in der Medizin erfordern ein permanentes Bemühen um die Verbesserung der Qualität der Versorgung. Durch nachgewiesene Qualität und nachgewiesenes Qualitätsmanagement sind vertrauensbildende Maßnahmen bei Patienten und Kostenträgern geschaffen, die als nicht unbedeutende Wettbewerbsfaktoren zu werten sind. Nicht zuletzt wird in Zeiten verstärkter Ressourcenknappheit besonders Wert auf Qualität gelegt. Somit ist es nötig ein Qualitätsmanagementsystem zu etablieren. Die gesetzliche Grundlage für diese Forderung ist das Gesundheitsreformgesetz vom 20.12.1998 – SGB V; hier wurde die Sicherung der Qualität der Leistungserbringer bundeseinheitlich geregelt.

1.1 Grundlagen

1.1.1 Schädel-Hirn-Trauma

Der Begriff „Schädel-Hirn-Trauma“ beschreibt eine vorübergehende oder dauerhafte Schädigung des Gehirns, der Hirnnerven und auch Verletzungen von Haut und Knochenschädel infolge einer stumpfen oder penetrierenden Gewalteinwirkung am Kopf. Es wird zwischen primärer und sekundärer Hirnschädigung unterschieden [13]. Die primäre Hirnschädigung erfährt der Patient durch den Unfall

selbst. Sie ist definitionsgemäß irreversibel und kann therapeutisch nicht beeinflusst werden. Zu den sekundären Hirnschädigungen tragen u.a. Hypoxie, Hyperkapnie, Hypotonie und erhöhter intrakranieller Druck bei. Sie können durch geeignete Maßnahmen vermieden oder zumindest minimiert werden [7,10,11,12,16,20,23,27,28,29,31,32,33,34,35,36,39,40,41,42,43,45].

1.1.2 Polytrauma

Der Begriff des Polytraumas wurde von Tscherne und Trentz [30] geprägt. Man versteht darunter: „Gleichzeitig entstandene Verletzung mehrerer Körperregionen oder Organsysteme, die einzeln oder in Kombination lebensbedrohlich sind.“

1.1.3 Klassifikation

1.1.3.1 Glasgow Coma Scale

Die klinische Beurteilung des Schädel-Hirn-traumatisierten Patienten erfolgt anhand der Glasgow Coma Scale (GCS), die, 1974 von Jennett und Teasdale [38] eingeführt, sich auf internationaler Ebene durchgesetzt hat. Sie dient sowohl der initialen Beurteilung der Schwere des Schädel-Hirn-Traumas als auch der Verlaufsbeurteilung. Die GCS wird bestimmt durch die 3 Parameter Augenöffnen, beste verbale Antwort und beste motorische Reaktion. Die Kategorien sind in Tabelle 1 wiedergegeben.

Tabelle 1: Schweregradeinteilung Schädel-Hirn-Trauma

SHT Schädel-Hirn-Trauma, *GCS* Glasgow Coma Scale

| Schweregrad | Kriterien |
|--------------------|------------------|
| schweres SHT | GCS 3-8 |
| mittelschweres SHT | GCS 9-12 |
| leichtes SHT | GCS 13-15 |

1.1.3.2 DGU-Definition

Nach einem Vorschlag der DGU [19,26] lässt sich das schwere Schädel-Hirn-Trauma auch aufgrund der Verletzungsschwere nach der AIS Klassifikation [3,4] definieren. Dabei geht man von einem schweren SHT aus, wenn der AIS-Wert in der ISS-Region 1 (Kopf) ≥ 4 [8,9] beträgt. Die Klassifizierung der Verletzungen ist allerdings erst nach Abschluss der klinischen Diagnostik möglich.

1.1.4 Qualitätsmanagement

Den Grundstein für Qualitätsmanagement im Gesundheitswesen legte A. Donabedian [15], durch die Einführung der drei Säulen Struktur, Prozess und Ergebnis. Die Analyse dieser drei Teilqualitäten anhand klarer Zieldefinitionen bietet die Möglichkeit einer gezielten Fahndung nach Problembereichen und Verbesserungsmöglichkeiten.

Unter **Strukturqualität** fallen die baulichen, organisatorischen und personellen Voraussetzungen für die Behandlung von Schädel-Hirn-Verletzten.

Die eigentliche Behandlung der Verletzten nach Algorithmen bzw. Behandlungsleitlinien und die exakte Dokumentation ihrer Durchführung erlauben die Feststellung der **Prozessqualität**. Das angestrebte Behandlungsziel stellt den Sollwert dar, dessen Definition durch allgemein anerkannte und akzeptierte Behandlungsleitlinien erforderlich ist. Der Istwert entspricht dem tatsächlichen Behandlungsablauf. Um eine möglichst objektive Prozessanalyse vornehmen zu können, eignen sich als **Zieldefinitionen** die Leitlinien der Fachgesellschaften.

Die interne und externe Auswertung der Dokumentation gibt die **Ergebnisqualität**. Die interne Auswertung gibt Aufschluss über hausinterne Stärken und Schwächen in der Versorgung von Verletzten. Eine externe Evaluation (z.B. Trauma-Register der DGU [2]) ermöglicht, Vergleiche vorzunehmen, zwischen den Patientenkollektiven und deren Versorgung in den an der Evaluation teilnehmenden Kliniken.

1.1.5 Dokumentation

Eine gute Dokumentation ist die Basis für ein erfolgreiches Qualitätsmanagement, da nur vollständige, plausible Daten eine gültige Auswertung zulassen. Deshalb sollte die Dokumentation idealerweise durch Dokumentationsassistenten [5,6] erfolgen, die nicht im Behandlungsprozess involviert sind.

1.2 Zielsetzung

Eine rasche, zielgerichtete sowie qualitativ hochwertige Versorgung von Schädel-Hirn-traumatisierten Patienten ist für die Betroffenen eminent wichtig, da das Outcome mit der Qualität der Versorgung korreliert. Dies gilt sowohl in der präklinischen als auch in der innerklinischen Phase der Akutversorgung, die einen interdisziplinären, komplexen und in kürzester Zeit ablaufenden Vorgang bedeutet. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit soll die Prozessqualität anhand der folgenden Fragen überprüft werden:

- ◆ Wie gut werden die von der DGAI/DGNC herausgegebenen „Leitlinien zur Primärversorgung von Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma“ [1] durch die Besetzung des RTH „SAR Ulm 75“ umgesetzt ?
- ◆ Erfolgt die Innerklinische Akutversorgung der SHT - Patienten am BWK Ulm gemäß den Empfehlungen des wissenschaftlichen Arbeitskreises Neuroanästhesie der DGAI [14,22] bzw. gemäß den „Empfehlungen zur Erstversorgung des Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma bei Mehrfachverletzungen“ [46], herausgegeben von der DGAI / DGNC und der DIVI ?

Die Ziele dieser Arbeit bestehen in:

- ◆ Bestimmung des Status quo in der Qualität der SHT-Versorgung in der Präklinik durch die Besetzung des RTH „SAR Ulm 75“ bzw. innerklinisch durch die Mannschaft im Schockraum des BWK Ulm
- ◆ Aufdecken von eventuellen Schwachstellen in der Versorgung
- ◆ Ggf. Erarbeitung von Vorschlägen zur Elimination der Schwachstellen

KAPITEL 2

Material und Methodik

2.1 Material

Im Rahmen einer prospektiven Untersuchung wurden die Daten der präklinischen notärztlichen Versorgung sowie der Versorgung im Schockraum aller Patienten mit der Verdachtsdiagnose „Schädel-Hirn-Trauma“, die im Zeitraum vom 01.05.1999 bis 15.08.2000 im Schockraum des BWK Ulm behandelt wurden, analysiert und ausgewertet. Die Datenerfassung erfolgte mittels PEN-Computer (Fujitsu Point 1600) bzw. bei gleichzeitigem Anfall mehrerer Patienten mit zusätzlichen Traumbegleitbögen, welche im Anschluß an die Versorgung EDV-mäßig erfasst wurden. Als Grundlage für die Datenerfassung diente der Schwerverletzten-Erhebungsbogen der DGU [2], der entsprechend den Erfordernissen einer umfassenden Dokumentation erweitert worden war [25]. Die dabei erhobenen Daten wurden in der auf Microsoft Access 97[®] basierenden Datenbankanwendung *TraumaWatch* [24,25] gespeichert.

2.2 Methodik und Studiendesign

Die Studie wurde am Bundeswehrkrankenhaus Ulm, dem Standort des Rettungshubschraubers „SAR Ulm 75“ (Christoph 22) erstellt. Die prospektive Erfassung aller Schockraum-Patienten und deren Schockraum-Versorgung erfolgte durch Dokumentationsassistenten, die nicht in die Schockraum-Versorgung eingebunden waren. Mit dem Ende der Schockraum-Versorgung wurde die Online-Dokumentation abgeschlossen. Bei den Dokumentationsassistenten handelte es sich um Doktoranden der Abteilung für Anästhesie im Bundeswehrkrankenhaus Ulm, die in einem organisierten, permanenten 24-Stunden 7-Tage die Woche Rufdienst diese Aufgabe erfüllten. Das Zielkollektiv der Studie ist in Tabelle 2 aufgeführt. Kriterium für den Einschluß in die Untersuchung war die vom Notarzt geäußerte bzw. präklinisch dokumentierte Verdachtsdiagnose Schädel-Hirn-Trauma.

Tabelle 2: Zielkollektiv SHT – Patienten

RTH Rettungshubschrauber, *NAW* Notarztwagen, *RD* Rettungsdienst, *SAR* Search and Rescue

| |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Primärversorgung durch RTH „SAR Ulm 75“ |
| Primärversorgung durch NAW (RD-Bereiche Ulm, Ostalbkreis, Biberach, Göppingen, Heidenheim, Neu-Ulm) |
| anschließende Schockraumversorgung im Bundeswehrkrankenhaus Ulm |

Für die Auswertung der erhobenen Daten wurden insbesondere die in den Richtlinien der DGAI und der DGNC [1,46] festgelegten Behandlungsschritte als Sollwert festgelegt. Es erfolgte die Ausarbeitung von Suchfiltern, die ein Extrahieren der relevanten Daten aus dem Datenpool erlaubten, um einen Soll-/Ist-Wert Vergleich durchzuführen.

2.3 Verwendete Scoring- und Klassifikationssysteme

Damit die hier erhobenen Daten mit anderen Kollektiven vergleichbar sind, ist es nötig, diese mittels allgemein anerkannter Einteilungssystemen zu klassifizieren. Mit der Glasgow Coma Scale [38] lässt sich der initiale präklinische Bewusstseinszustand definieren und eine Einteilung in die Kategorie leichtes, mittelschweres oder schweres SHT vornehmen. Mit der Abbreviated Injury Scale (AIS; Schweregrad 1 bis 5) [3,4], herausgegeben von der Association for the Advancement of Automotive Medicine, lassen sich nach Abschluss der Primärdiagnostik bzw. mittels der endgültigen Entlassdiagnosen alle Verletzungen genau beschreiben und zur Berechnung des Verletzungs-Schweregrades den 6 Körperregionen des Injury Severity Score (ISS) [8,9] zuteilen.

2.4 Auswertung und Ergebnisdarstellung

2.4.1 Auswertung der Datenbank

Die Entwicklung entsprechender Suchroutinen ermöglichte die in der Microsoft Access 97[®]-Datenbankanwendung *TraumaWatch* enthaltenen benötigten Daten herauszufiltern. Mittels des Tabellenkalkulationsprogramms Microsoft Excel 97[®] wurden die gewonnenen Daten tabellarisch zusammengefasst, analysiert und in Säulendiagrammen grafisch dargestellt. Für die Berechnung der Daten der deskriptiven Statistik kam „MedCalc Version 4.15c für Windows 95“ von Frank Schoonjans zum Einsatz.

2.4.2 Statistische Auswertung der Ergebnisse

Die statistische Auswertung erfolgte rein deskriptiv. Relative Häufigkeiten wurden auf volle Zahlen gerundet und in Prozent angegeben. Normal verteilte Daten wurden als Mittelwert \pm Standardabweichung, nicht normal verteilte Daten als Median angegeben. Die Überprüfung beobachteter Häufigkeiten erfolgte mittels χ^2 - Test. Als Signifikanzniveau wurde ein $p < 0,05$ festgelegt.

KAPITEL 3

Ergebnisse

3.1 Epidemiologie

Es wurden 351 Patienten im Schockraum aufgenommen; 239 Männer und 112 Frauen, die im Durchschnitt 39 Jahren alt waren. 294 Patienten mit einem Durchschnittsalter von 38,9 Jahren hatten ein Trauma erlitten, 204 davon waren Männer. Tabelle 3 zeigt die demografischen Merkmale der Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma, die Einsatzart und das Verletzungsmuster.

Tabelle 3 SHT-Patienten-Kollektiv

RTH Rettungshubschrauber, *NAW* Notarztwagen, *RTW* Rettungswagen, *[n]* Anzahl, Alter als Mittelwert \pm Standardabweichung

| Demografie | | | | |
|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|
| | RTH | NAW | RTW/Sonstige | Gesamt |
| Patienten [n] | 109 | 66 | 14 | 189 |
| männlich [n] | 77 | 41 | 13 | 131 |
| weiblich [n] | 32 | 25 | 1 | 58 |
| Alter (Jahre) | 40,5 \pm 20,4 | 42,8 \pm 26,0 | 33,4 \pm 24,0 | |
| Einsatzart | | | | |
| primär [n] | 91 | 56 | 7 | 154 |
| sekundär [n] | 18 | 10 | 7 | 35 |
| Verletzungsmuster | | | | |
| isoliert [n] | 27 | 36 | 6 | 69 |
| mehrfachverletzt [n] | 32 | 16 | 4 | 52 |
| Polytrauma [n] | 50 | 14 | 4 | 68 |

In 69 % handelte es sich um Männer. Bezogen auf die Anzahl der männlichen Patienten, die Gesamtzahl der Patienten, die Anzahl an Primäreinsätzen und das Verletzungsmuster - Mehrfachverletzung bzw. Polytrauma - bestand ein signifikanter Unterschied zwischen dem RTH und NAW Kollektiv ($p < 0,05$). Hinsichtlich des Lebensalters konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Kollektiven ausgemacht werden. Für die primär notärztlich versorgten SHT-Patienten fand sich, bezüglich ihrer Bewusstseinslage beim Eintreffen am Notfallort gemäß der Glasgow Coma Scale (GCS) bzw. nach dem Schweregrad ihrer Verletzung ($AIS_{\text{Schädel}} \geq 4$), folgende Verteilung (Tab.4).

Tabelle 4 Bewusstseinslage/ Schweregrad der Verletzung primär notärztlich versorgter SHT Patienten

RTH Rettungshubschrauber, NAW Notarztwagen, [n] Anzahl, GCS Glasgow Coma Scale, AIS Abbreviated Injury Scale, ISS Injury Severity Score, % relativer Anteil

| | RTH [n=91] | NAW [n=56] | Gesamt [n=147] |
|------------------------------------------|------------|------------|----------------|
| GCS 13-15 [n] | 43 (47%) | 21 (38%) | 64 (44%) |
| GCS 9-12 [n] | 10 (11%) | 12 (21%) | 22 (15%) |
| GCS <9 [n] | 38 (42%) | 23 (41%) | 61 (41%) |
| GCS Mittelwert | 10 | 10 | |
| AIS _{Schädel≥4} [n] | 38 (42%) | 26 (46%) | 64 (44%) |
| GCS≥9 bei AIS _{Schädel≥4} [n] | 9 (24%) | 10 (38%) | 19 (30%) |
| GCS < 9 bei AIS _{Schädel≥4} [n] | 29 (76%) | 16 (62%) | 45 (70%) |
| ISS Median | 29 | 25 | |

Die Patienten beider Kollektive (RTH/NAW) unterschieden sich nicht signifikant im Alter (RTH_{primär}: 40,9 ± 21,1 Jahre, NAW_{primär}: 41,8 ± 25,7 Jahre, p=1,000) und in der Anzahl der Patienten mit schwerem SHT. In beiden Kollektiven hatten jeweils rund 40% der Patienten nach GCS (GCS<9) bzw. nach AIS Kriterien (AIS_{Schädel≥4}) ein schweres SHT erlitten. Auffallend ist, dass 30% der Patienten mit schwerem SHT nach AIS Kriterien initial eine GCS≥9 aufwiesen. Im RTH Kollektiv finden sich jeweils 38 Patienten mit schwerem SHT, von denen 33 in beiden Untergruppen vertreten sind. Dagegen finden sich alle Patienten mit schwerem SHT nach GCS des NAW Kollektivs auch in der Gruppe mit AIS_{Schädel≥4} (gesamt: 26 Patienten). In der Altersgruppe der 20-29 Jährigen konnten die meisten Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma ausgemacht werden. Ihr Anteil betrug sowohl im RTH als auch im NAW Kollektiv jeweils 20% (Tab.5).

Tabelle 5 Altersstruktur der SHT Patienten (RTH/NAW)

RTH Rettungshubschrauber, NAW Notarztwagen, [n] Anzahl, Alter als Mittelwert ± Standardabweichung

| | RTH gesamt | NAW gesamt | RTH primär | NAW primär |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| < 10 Jahre [n] | 3 | 6 | 3 | 4 |
| 10-19 [n] | 15 | 8 | 13 | 8 |
| 20-29 [n] | 22 | 13 | 18 | 12 |
| 30-39 [n] | 15 | 7 | 11 | 6 |
| 40-49 [n] | 15 | 7 | 14 | 7 |
| 50-59 [n] | 18 | 6 | 13 | 4 |
| 60-69 [n] | 10 | 7 | 8 | 6 |
| 70-79 [n] | 8 | 5 | 8 | 2 |
| 80-89 [n] | 2 | 6 | 2 | 6 |
| > 89 Jahre [n] | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Alter (Jahre) | 40,5 ± 20,4 | 42,8 ± 26,0 | 40,9 ± 21,1 | 41,8 ± 25,7 |

3.2 Befunde und Versorgung am Unfallort

Die in den Leitlinien von DGAI und DGNC geforderten Untersuchungs- und Behandlungsschritte für Patienten mit schwerem SHT wurden auf ihre Umsetzung durch Notarzt besetzte Rettungsmittel (RTH/NAW) überprüft. Dafür wurden die Patienten in zwei Gruppen aufgeteilt. Die erste Gruppe beinhaltet die Patienten mit GCS Wert <9 an der Notfallstelle, die zweite Gruppe die Patienten mit AIS_{Schädel}≥4 nach Abschluss der klinischen Diagnostik.

Die Auswertung der präklinischen Versorgung umfasst die Diagnostik und die Maßnahmen zur Aufrechterhaltung bzw. Wiederherstellung der Vitalfunktionen Atmung und Kreislauf, die Erhebung des neurologischen Status sowie Lagerungsmaßnahmen und Immobilisation. Die Dokumentation des Notfallgeschehens und des Verletzungsmusters - Begleitverletzungen eingeschlossen - wurde ebenfalls analysiert.

Die Ergebnisse für Atmung, Kreislauf, Neurologie und Lagerung/Immobilisation sind in Tabelle 6 zusammengefasst.

Auffallend ist der geringe Anteil der Pulsoxymetrie; diese wurde in beiden Gruppen für die Hälfte der Patienten dokumentiert.

Größere Unterschiede zeigten sich in der aufgezeichneten Häufigkeit der Analgesierung (93% vs. 78%) und in der Anlage mehrerer venöser Zugänge (70% vs. 55%). Die Rate von Zugängen >18G betrug in beiden Gruppen je 45%. Die neurologische Untersuchung geschah nahezu unterschiedslos in beiden Gruppen. Die Anwendung einer Cervikalstütze bzw. der Vakuummatratze zur Immobilisation und Lagerung der Patienten wurde in beiden Gruppen mit beinahe gleicher Häufigkeit (~60%) als durchgeführt vermerkt. Obwohl die meisten Maßnahmen in der Gruppe GCS<9 häufiger dokumentiert waren, gab es keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen.

Tabelle 6 Präklinische Maßnahmen

SHT Schädel Hirn Trauma, GCS Glasgow Coma Scale, AIS Abbreviated Injury Scale, [n] Anzahl, % relative Häufigkeit, FiO_2 inspiratorische O_2 -Konzentration [%], RR_{sys} Blutdruck systolischer Wert, EKG Elektrokardiogramm, Peri Ven peripherer Venenzugang, NA Notarzt, G Gauge (amerikan. Maßeinheit)

| | SHT Patienten GCS<9 [n=61] | SHT Patienten AIS _{Schädel} ≥4 [n=64] |
|--------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------|
| Atmung Monitoring/Massnahmen | | |
| Pulsoxymetrie [n]/[%] | 32 / 52 | 29 / 45 |
| Intubation [n]/[%] | 54 / 89 | 44 / 69 |
| $FiO_2 = 1,0$ [n]/[%] | 45 / 74 | 38 / 59 |
| Kapnometrie [n]/[%] | 42 / 69 | 35 / 55 |
| Kreislauf Monitoring/Massnahmen | | |
| RR_{sys} gemessen [n]/[%] | 59 / 97 | 59 / 92 |
| EKG Monitoring [n]/[%] | 57 / 93 | 58 / 91 |
| Peri_Ven_NA [n]/[%] | 60 / 98 | 64 / 100 |
| Peri_Ven_NA ≥2 [n]/[%] | 43 / 70 | 35 / 55 |
| Peri_Ven >18G | 57 / 45 | 54 / 45 |
| Analgosedierung [n]/[%] | 57 / 93 | 50 / 78 |
| Vasoaktive Substanz [n]/[%] | 4 / 7 | 4 / 6 |
| Neurologische Untersuchung | | |
| GCS [n]/[%] | 61 / 100 | 64 / 100 |
| Motorik/Sensibilität der Extremitäten [n]/[%] | 38 / 62 | 43 / 67 |
| Lagerung/Immobilisation | | |
| Cervikalstütze [n]/[%] | 40 / 66 | 37 / 58 |
| Vakuummatratze [n]/[%] | 36 / 59 | 34 / 53 |

Bei der Auswertung der Subgruppen (RTH vs. NAW) wurden dann teilweise deutliche Unterschiede in den oben genannten Gruppen augenscheinlich, wie den Abb.1 und 2 entnommen werden kann.

Atmung

Die Pulsoxymetrie wurde in beiden Gruppen bei den RTH Patienten mit über 60% signifikant häufiger gemessen bzw. notiert ($p < 0,0001$). Die Intubation erfolgte bei den RTH Patienten beider Gruppen häufiger (GCS<9:100% vs. 70%; $p < 0,05$; AIS_{Schädel}≥4: 84% vs. 46%; $p < 0,05$). Bei 90% der RTH Patienten und bei der Hälfte der NAW Patienten (je Hauptgruppe) wurde die Beatmung mittels Kapnometrie kontrolliert bzw. dokumentiert, mit einer statistischen Signifikanz jeweils für die RTH Gruppe ($p < 0,05$).

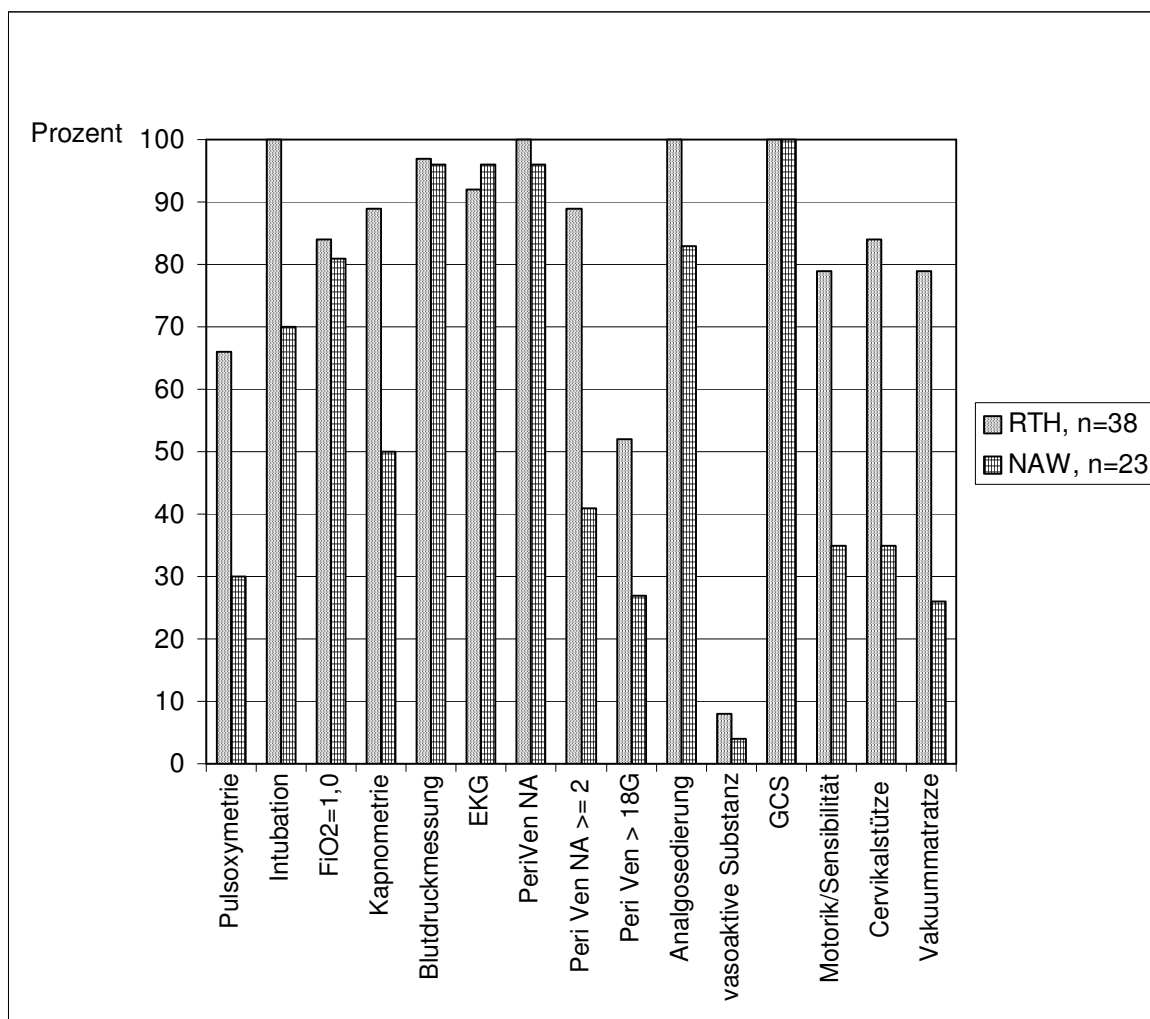


Abbildung 1 Präklinische Versorgung Atmung, Kreislauf, Neuro-Status, Lagerung SHT GCS<9

SHT Schädel Hirn Trauma, GCS Glasgow Coma Scale, n Anzahl, FiO₂ inspiratorische O₂-Konzentration, EKG Elektrokardiogramm, Peri Ven peripherer Venenzugang, NA Notarzt, G Gauge (amerikan. Maßeinheit), RTH Rettungshubschrauber, NAW Notarztwagen

Kreislauf

Ein signifikanter Unterschied zu Gunsten der durch RTH versorgten Patienten zeigte sich in der Anlage mehrerer periphervenöser und großlumiger Zugänge. 89% der Patienten mit GCS<9 und 74 % der Patienten mit AIS_{Schädel}≥4 waren mit mindestens 2 periphervenösen Zugängen versorgt worden. (GCS<9 bzw. AIS_{Schädel}≥4 p<0,0001). Über die Hälfte der Patienten im RTH Kollektiv hatten Zugänge >18G erhalten (GCS<9 p=0,0074; AIS_{Schädel}≥4 p<0,0001).

Zur Wiederherstellung und Stabilisierung des Kreislaufs wurden im RTH Kollektiv 76% - 92% der Patienten mit kolloidalen Infusionen versorgt, bei den NAW Patienten etwa ein Drittel der Patienten; p<0,0001. Vasoaktive Substanzen

wurden selten (8% bzw. 4%) angewandt. Zur Analgosedierung wurden in 95% bzw. 91% der Fälle bei den RTH Patienten Opiode eingesetzt ($p < 0,0001$).

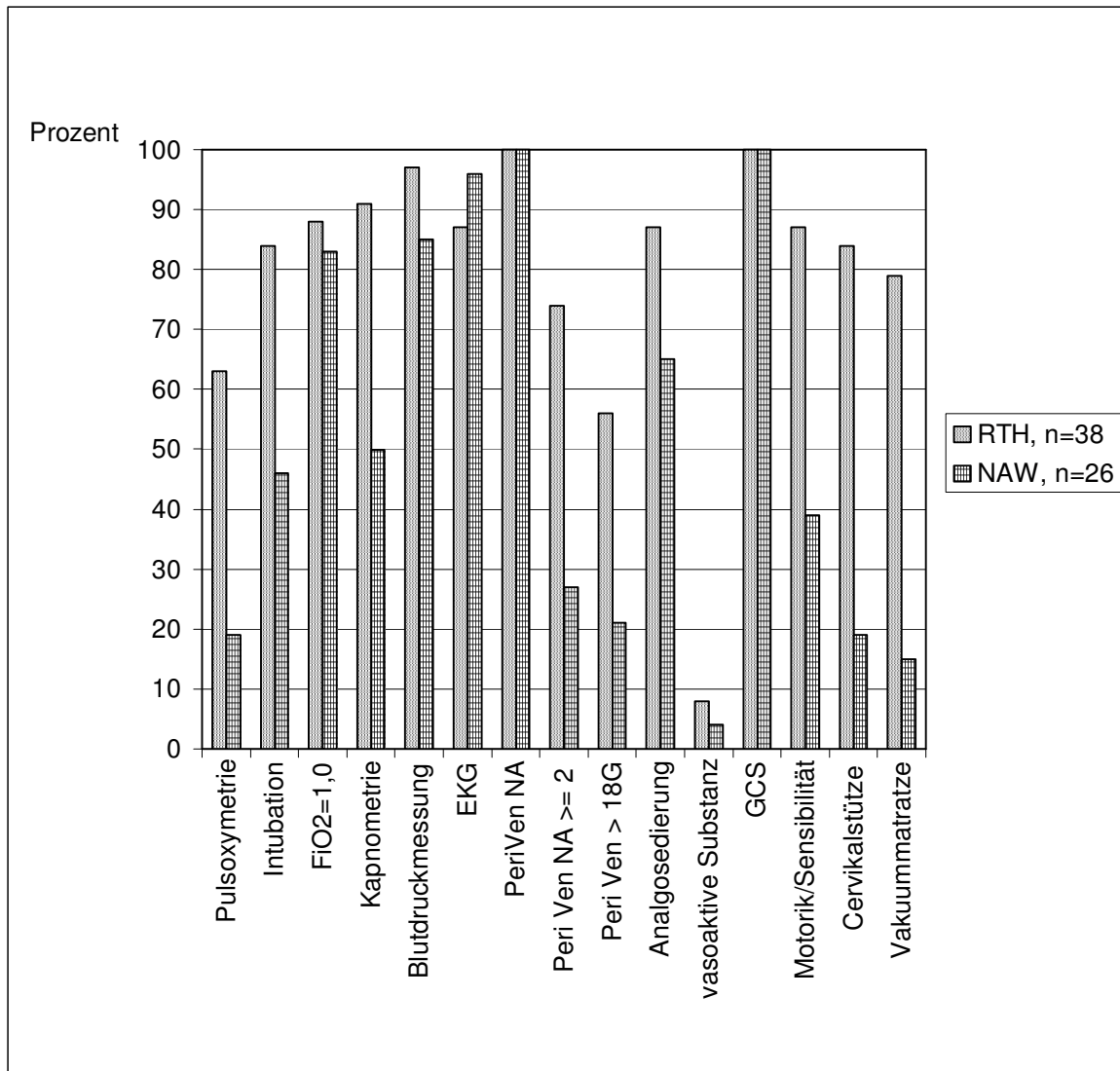


Abbildung 2 Präklinische Versorgung Atmung, Kreislauf, Neuro-Status, Lagerung SHT

AIS_{Schädel}≥4

SHT Schädel Hirn Trauma, AIS Abbreviated Injury Scale, GCS Glasgow Coma Scale, n Anzahl, FiO₂ inspiratorische O₂-Konzentration, EKG Elektrokardiogramm, Peri Ven peripherer Venenzugang, NA Notarzt, G Gauge (amerikan. Maßeinheit), RTH Rettungshubschrauber, NAW Notarztwagen

Lagerung und Immobilisation

Die Immobilisation der HWS mittels Cervikalstütze und die Lagerung auf der Vakuummatratze erfolgte im RTH Kollektiv mit 84% bzw. 79% der Fälle signifikant häufiger ($p < 0,0001$).

Verletzungsmuster und Begleitverletzungen

Die Auswertung des Verletzungsmusters ergab in beiden Gruppen einen Anteil von rund 80% dokumentierter stumpfer Schädel-Hirn-Traumen und 2 Patienten pro Gruppe mit einem penetrierenden Schädel-Hirn-Trauma, entsprechend einem Anteil von 3%. Bei den verbleibenden 17% fanden sich keine Angaben.

Maßnahmen zur Blutstillung erfolgten in beiden Gruppen bei jeweils einem Drittel der Patienten.

Bemerkenswert ist die Thoraxverletzung, die mit einem Anteil von 40% die häufigste Begleitverletzung in beiden Gruppen darstellt. Sonstige Begleitverletzungen sind in beiden Gruppen gleichstark vertreten.

In Tabelle 7 sind die Verletzungen den versorgenden Rettungsmitteln zugeordnet.

Tabelle 7 Verletzungsmuster und Begleitverletzungen

RTH Rettungshubschrauber, NAW Notarztwagen, GCS Glasgow Coma Scale, AIS Abbreviated Injury Scale [n] Anzahl, % relative Häufigkeit, SHT Schädel Hirn Trauma

| | RTH GCS<9 [n=38] | | NAW GCS<9 [n=23] | | p-Wert | RTH AIS _{Schädel} ≥4 [n=38] | | NAW AIS _{Schädel} ≥4 [n=26] | | p-Wert |
|---------------------------------------------|------------------------|-----|------------------------|----|---------|--------------------------------------------|-----|--------------------------------------------|----|---------|
| | [n] | % | [n] | % | | [n] | % | [n] | % | |
| SHT stumpf | 36 | 95* | 13 | 57 | 0,0035 | 34 | 89* | 13 | 50 | 0,0016 |
| SHT penetrierend | 0 | 0 | 2 | 9* | 0,0081 | 0 | 0 | 2 | 8* | 0,0147 |
| Maßnahmen zur Blutstillung (Klemme/Verband) | 16 | 42* | 4 | 17 | 0,0024 | 16 | 42* | 4 | 15 | 0,0006 |
| Begleitverletzungen | | | | | | | | | | |
| Gesicht | 15 | 39* | 1 | 4 | <0,0001 | 14 | 37* | 2 | 8 | <0,0001 |
| Thorax | 23 | 61* | 2 | 9 | <0,0001 | 21 | 55* | 2 | 8 | <0,0001 |
| Abdomen | 8 | 21* | 2 | 9 | 0,0459 | 8 | 21* | 1 | 4 | 0,0018 |
| Wirbelsäule | 13 | 34* | 3 | 13 | 0,0041 | 14 | 37* | 1 | 4 | <0,0001 |
| Becken | 5 | 13* | 0 | 0 | 0,0009 | 5 | 13* | 0 | 0 | 0,0009 |
| Obere Extremität | 12 | 32* | 1 | 4 | <0,0001 | 13 | 34* | 2 | 8 | <0,0001 |
| Untere Extremität | 13 | 34* | 2 | 9 | <0,0001 | 11 | 29* | 3 | 12 | 0,0136 |
| Weichteile | 8 | 21* | 0 | 0 | <0,0001 | 6 | 16* | 0 | 0 | <0,0001 |
| *p<0,05 | | | | | | | | | | |

Die Dokumentation eines stumpfen SHT erfolgte bei nahezu allen RTH Patienten (p<0,05). Einzig bei den NAW Patienten fanden sich je 2 Patienten mit einer penetrierenden Schädelverletzung. Die häufigste Begleitverletzung betraf im RTH Kollektiv den Thorax mit rund 60%. Hingegen im NAW Kollektiv waren die Verletzungen der Wirbelsäule (GCS<9) sowie die Verletzung der unteren Extremität (AIS_{Schädel}≥4) bei je 3 Patienten als häufigste Begleitverletzung notiert.

Insgesamt waren alle dokumentierten Begleitverletzungen bei den RTH Patienten signifikant häufiger vertreten ($p < 0,05$). Blutstillende Maßnahmen wurden signifikant häufiger bei RTH Patienten ergriffen ($p < 0,05$).

Dokumentation und Zeiterfassung

Bezüglich der Dokumentation und Zeiterfassung werden in den Leitlinien die folgenden Werte gefordert:

1. Notarztprotokoll ausgefüllt
2. Dokumentation von
 - Unfallhergang
 - Anamnese und Erstbefunde
 - Name von NA/RA im Protokoll
 - Zeitpunkt der neurologischen Befunderhebung
 - Eingesetztes Rettungsmittel

Zusätzlich wurden noch diese Zeiten dokumentiert und ausgewertet:

- Alarmzeit
- Eintreffzeit an der Notfallstelle
- Transportbeginn
- Eintreffzeit in der Klinik

Die Dokumentation des eingesetzten Rettungsmittels sowie die Namen von Notarzt und Rettungsassistent waren auf allen Protokollen vermerkt. Die Anamnese, Angaben zum Notfallereignis (Unfall, Suizid, kein Unfall) und die Eintreffzeit des Notarztes an der Notfallstelle war in beiden Gruppen ($GCS < 9$, $AIS_{Schädel} \geq 4$) unterschiedslos notiert.

Die differenzierte Betrachtung der Daten für die einzelnen Rettungsmittel (RTH vs. NAW) zeigt, dass es durchaus signifikante Unterschiede in der Dokumentation gibt (Tab 8).

Die Dokumentation der Eintreffzeit am Notfallort erfolgte mit nahezu 100% signifikant häufiger im RTH Kollektiv ($p < 0,05$). Das zur Alarmierung führende Notfallereignis war für den RTH fast immer ein Unfall, die Alarmierung des NAW geschah bei Unfällen in rund 40%; $p < 0,05$. Dabei war in der $AIS_{Schädel} \geq 4$ -Gruppe

ein Verkehrsunfall signifikant häufiger der Alarmierungsgrund für den RTH. In beiden Hauptgruppen waren im NAW Kollektiv je 2 Patienten verzeichnet, die einen Suizid unternommen hatten. Einer dieser Suizide geschah dabei durch Sturz aus großer Höhe (>3m).

Bemerkenswert ist zudem, dass bei rund der Hälfte der NAW-Einsätze „Kein Unfall“ als Alarmierungsgrund angegeben war.

Tabelle 8 Dokumentation

RTH Rettungshubschrauber, NAW Notarztwagen, GCS Glasgow Coma Scale, AIS Abbreviated Injury Scale [n] Anzahl, % relative Häufigkeit, NA Notarzt

| | RTH GCS<9 [n=38] | | NAW GCS<9 [n=23] | | p-Wert | RTH AIS _{Schädel} ≥4 [n=38] | | NAW AIS _{Schädel} ≥4 [n=26] | | p-Wert |
|---------------------------------|------------------------|-----|------------------------|-----|---------|--------------------------------------------|-----|--------------------------------------------|-----|---------|
| | [n] | % | [n] | % | | [n] | % | [n] | % | |
| Anamnese | 36 | 95 | 23 | 100 | n.s. | 37 | 97 | 26 | 100 | n.s. |
| Eintreffzeit NA | 36 | 95* | 12 | 52 | 0,0005 | 37 | 97* | 12 | 46 | <0,0001 |
| Ereignis: Unfall | 37 | 97* | 10 | 43 | <0,0001 | 36 | 95* | 11 | 42 | <0,0001 |
| Verkehrsunfall | 29 | 78 | 7 | 70 | n.s. | 25 | 69* | 5 | 45 | 0,0331 |
| Sturz aus Höhe >3 m | 4 | 11 | 1 | 10 | n.s. | 4 | 11 | 3 | 12 | n.s. |
| Ereignis: Suizid | 0 | 0 | 2 | 9* | 0,0081 | 0 | 0 | 2 | 8* | 0,0147 |
| Sturz aus Höhe >3 m | 0 | 0 | 1 | 50* | <0,0001 | 0 | 0 | 1 | 50* | <0,0001 |
| Kein Unfall | 1 | 3 | 11 | 48* | <0,0001 | 2 | 5 | 13 | 50* | <0,0001 |
| *p<0,05, n.s. nicht signifikant | | | | | | | | | | |

Neben der Auswertung der in den Leitlinien geforderten Maßnahmen erfolgte zusätzlich die Betrachtung folgender relevanter Zeiten des präklinischen Intervalls:

- Eintreffzeit am Notfallort nach Alarmierung
- Zeit vor Ort / Rettung und präklinische Versorgung
- Transportzeit
- Präklinische Gesamtzeit (Eintreffen am Notfallort bis Übergabe des Patienten in der Klinik)

Es sind weder in den Absolut- noch in den Relativwerten große Unterschiede erkennbar. Auch die gemittelten Zeitwerte unterscheiden sich nur marginal und sind somit statistisch nicht signifikant (Tab.9 und 10).

Tabelle 9 Übersicht präklinisch relevanter Zeiten

SHT Schädel Hirn Trauma, GCS Glasgow Coma Scale, AIS Abbreviated Injury Scale, [n] Anzahl, % relative Häufigkeit

| | SHT Patienten GCS<9 [n=61] | SHT Patienten AIS _{Schädel} ≥4 [n=64] |
|------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------|
| Eintreffzeit ≤15 Min. [n]/[%] | 26 / 43 | 23 / 36 |
| Mittlere Eintreffzeit [Min.] | 19 | 17 |
| Zeit vor Ort ≤30 Min. [n]/[%] | 30 / 49 | 32 / 50 |
| Mittlere Zeit vor Ort [Min.] | 28 | 27 |
| Transportzeit ≤30 Min. [n]/[%] | 41 / 67 | 42 / 66 |
| Mittlere Transportzeit [Min.] | 20 | 19 |
| Präklinische Zeit ≤30 Min. [n]/[%] | 7 / 11 | 6 / 9 |
| Mittlere Präklinische Zeit [Min.] | 49 | 47 |

Trennt man die Zeiten gemäß den eingesetzten Rettungsmitteln auf (Tab.10), so lassen sich dennoch Unterschiede erkennen. Eine Eintreffzeit innerhalb von 15 Minuten, die Verweildauer vor Ort und eine Transportzeit von jeweils maximal 30 Minuten wurde im RTH Kollektiv signifikant häufiger eingehalten ($p<0,05$).

Tabelle 10 Übersicht relevanter präklinischer Zeiten

RTH Rettungshubschrauber, NAW Notarztwagen, GCS Glasgow Coma Scale, AIS Abbreviated Injury Scale [n] Anzahl, % relative Häufigkeit, NA Notarzt

| | GCS<9 | | AIS _{Schädel} ≥4 | |
|------------------------------------------|-----------|-----------|---------------------------|-----------|
| | RTH | NAW | RTH | NAW |
| Anzahl der Patienten | n=38 | n=23 | n=38 | n=26 |
| Eintreffzeit ≤15 Min. [n]/[%] | 19 / 50* | 7 / 30 | 17 / 45* | 6 / 23 |
| Mittlere Eintreffzeit [Min.] | 22 | 10 | 18 | 11 |
| Zeit vor Ort ≤30 Min. [n]/[%] | 26 / 68* | 4 / 17 | 28 / 74* | 4 / 15 |
| Mittlere Zeit vor Ort | 25 | 34 | 25 | 32 |
| Transportzeit ≤30 Min. [n]/[%] | 32 / 84* | 9 / 39 | 35 / 92* | 7 / 27 |
| Mittlere Transportzeit [Min.] | 20 | 22 | 18 | 22 |
| Präklinische Zeit ≤30 Min. [n]/[%] | 5 / 13 | 2 / 9 | 5 / 13 | 1 / 4 |
| Mittlere Präklinische Zeit [Min.] | 46 | 56 | 45 | 54 |
| * $p<0,05$ | | | | |

Bei der Hälfte der RTH Patienten und bei knapp $\frac{1}{3}$ der NAW Patienten traf der Notarzt innerhalb von 15 Minuten ein. Im Mittel kam der RTH nach 20 Minuten und der NAW nach 10 Minuten an der Notfallstelle an. Die Verweildauer vor Ort betrug bei 70% der RTH Patienten sowie bei rund 20% der NAW Patienten maximal 30 Minuten, im Schnitt 25 bzw. 33 Minuten. Die gesamte präklinische Phase dauerte in maximal 5 Fällen höchstens 30 Minuten; durchschnittlich war die RTH Besatzung 45 Minuten und die NAW Besatzung eine knappe Stunde beschäftigt (vom Eintreffen an der Notfallstelle bis zur Ankunft in der Klinik).

3.3 Innerklinische Akutversorgung und Diagnostik

Für die Überprüfung, in welchem Rahmen die Umsetzung der Leitlinien für die innerklinische Versorgung von Patienten mit schwerem Schädel-Hirn-Trauma erfolgt, wurde die für die präklinische Auswertung vorgenommene Einteilung beibehalten. In einem zweiten Schritt wurden die Daten analog zur präklinischen Versorgung nochmals auf Unterschiede zwischen den Rettungsmitteln – RTH bzw. NAW – untersucht.

Schockraum-Basisteam

Das Schockraum-Basisteam besteht aus einem Anästhesisten, einem Chirurgen bzw. Unfallchirurgen, einem Neurochirurgen bzw. Neurologen; alle mit Facharztstatus. Hierzu kommen noch 2 Pflegekräfte für die Notaufnahme, 1 Fachpflegekraft Anästhesie sowie die MTA der Radiologie.

Tabelle 11 Schockraum-Basisteam

SHT Schädel Hirn Trauma, *GCS* Glasgow Coma Scale, *AIS* Abbreviated Injury Scale [n] Anzahl, % relative Häufigkeit, *SR* Schockraum, *MTA* medizinisch technische(r) Assistent/-in

| SR-Basisteam | SHT Patienten GCS<9 [n=61] | | | | SHT Patienten AIS _{Schädel} ≥4 [n=64] | | | |
|----------------|-------------------------------|-------------|-----------------------------|-------------|---------------------------------------------------|-------------|-----------------------------|-------------|
| | anwesend im SR | | vor/mit Patient im SR | | anwesend im SR | | vor/mit Patient im SR | |
| | [n] | [n] in % | [n] | [n] in % | [n] | [n] in % | [n] | [n] in % |
| Anästhesie | 60 | 98 | 34 | 56 | 63 | 98 | 35 | 55 |
| Chirurgie | 54 | 89 | 34 | 56 | 56 | 88 | 34 | 53 |
| Neurochirurgie | 58 | 95 | 24 | 39 | 59 | 92 | 22 | 34 |
| MTA Radiologie | 27 | 44 | 14 | 23 | 27 | 42 | 13 | 20 |

Die Anwesenheit der Ärzte des Schockraum-Basisteam war in beiden Hauptgruppen in mindestens 90% der Fälle dokumentiert. Bei der Aufteilung in die Subgruppen fällt die notierte Gegenwart des Chirurgen bei Patienten des NAW Kollektivs mit etwa 70% auf, währenddessen der Anästhesist und der Neurochirurg hingegen in 85 bis 96% der Fälle zugegen waren. Deutlich seltener war die MTA der Radiologie im Schockraum gegenwärtig, im Mittel in 40% der Fälle (sowohl in den Haupt- als auch in den Subgruppen). Die aufgezeigten Unterschiede waren jedoch nicht von statistisch signifikantem Niveau. Die in den Leitlinien geforderten Pflegekräfte der Notaufnahme waren immer anwesend

(Standardbesetzung Notaufnahme). Die Fachpflegekraft Anästhesie kam stets zusammen mit dem diensthabenden Anästhesisten in den Schockraum.

Das **erweiterte Schockraumteam** besteht aus Ärzten der Fachrichtungen Augenheilkunde, HNO, Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie, Urologie und Radiologie; weitere Mitglieder sind die OP-Gruppe und die MTA des Labors. In über 90% der Fälle war der Radiologe in allen ausgewerteten Gruppen anwesend. Signifikant häufiger wurden die Ärzte der Augenheilkunde und der MKG sowie die OP-Gruppe bei Patienten der RTH Kollektive (GCS<9 bzw. AIS_{Schädel}≥4) hinzugerufen (p<0,05). Der HNO-Arzt war bei Patienten der vorgenannten Kollektive ebenfalls häufiger zugegen; GCS<9: 37% vs. 9%, p<0,05 bzw. AIS_{Schädel}≥4: 29% vs. 15%, p=0,05.

Ankunft im Schockraum

Bei der Ankunft im Schockraum erfolgte in über 90% der Fälle die Erfassung der Vitalparameter durch Pulsoxymetrie und Blutdruckmessung. Dabei fällt auf, dass bei 30-40% der Patienten der Blutdruck unter der Zielvorgabe (RR_{sys}≥120mmHg) lag. Die Auswertung der Subgruppen lässt Unterschiede erkennen (Tab.12), die keine statistische Signifikanz (p<0,05) erreichen.

Tabelle 12 Patientenstatus bei der Ankunft im Schockraum

RTH Rettungshubschrauber, NAW Notarztwagen, GCS Glasgow Coma Scale, AIS Abbreviated Injury Scale [n] Anzahl, % relative Häufigkeit, SaO₂ Sauerstoffsättigung, RR_{sys} Blutdruck systolischer Wert

| | RTH GCS<9 [n=38] | | NAW GCS<9 [n=23] | | p-Wert | RTH AIS _{Schädel} ≥4 [n=38] | | NAW AIS _{Schädel} ≥4 [n=26] | | p-Wert |
|-------------------------------------|------------------------|-----|------------------------|----|--------|--------------------------------------------|-----|--------------------------------------------|----|--------|
| | [n] | % | [n] | % | | [n] | % | [n] | % | |
| Pulsoxymetrie | 38 | 100 | 21 | 91 | 0,5666 | 38 | 100 | 24 | 92 | 0,6156 |
| Ziel:SaO ₂ ≥95% | 37 | 97 | 19 | 90 | 0,6650 | 37 | 97 | 22 | 92 | 0,7756 |
| RR _{sys} gemessen | 38 | 100 | 22 | 96 | 0,8378 | 38 | 100 | 25 | 96 | 0,8378 |
| Ziel: RR _{sys} ≥120mmHg | 23 | 61 | 13 | 59 | 0,9315 | 26 | 68 | 18 | 72 | 0,7999 |

Versorgung im Schockraum

Die Maßnahmen zur Wiederherstellung bzw. Aufrechterhaltung von Atmung und Kreislauf und das entsprechende Monitoring sind in der folgenden Tabelle für die Patienten der beiden Hauptgruppen zusammengefasst.

Tabelle 13 Schockraumversorgung

SHT Schädel Hirn Trauma, GCS Glasgow Coma Scale, AIS Abbreviated Injury Scale, [n] Anzahl, % relative Häufigkeit, FiO_2 inspiratorische O_2 -Konzentration [%], RR_{sys} Blutdruck systolischer Wert, EKG Elektrokardiogramm, Peri Ven peripherer Venenzugang, SR Schockraum, Art Arterie, ZVK Zentralvenenkatheter, EK Erythrozytenkonzentrat, FFP Fresh Frozen Plasma

| | SHT Patienten GCS<9 [n=61] | SHT Patienten AIS _{Schädel} ≥4 [n=64] |
|---------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------|
| Atmung Monitoring/Maßnahmen | | |
| Pulsoxymetrie [n]/[%] | 59 / 97 | 62 / 97 |
| Intubation im SR [n]/[%] | 4 / 7 | 9 / 14 |
| $FiO_2 = 1,0$ [n]/[%] | 27 / 44 | 23 / 36 |
| Beatmung [n]/[%] | 58 / 100 | 53 / 100 |
| Kreislauf Monitoring/Maßnahmen | | |
| RR_{sys} gemessen [n]/[%] | 60 / 98 | 63 / 98 |
| EKG Monitoring [n]/[%] | 60 / 98 | 63 / 98 |
| Temperaturmessung [n]/[%] | 35 / 57 | 33 / 52 |
| Peri_Ven_SR [n]/[%] | 14 / 23 | 20 / 31 |
| Peri_Ven_SR ≥2 [n]/[%] | 3 / 5 | 2 / 3 |
| Art. Kanüle [n]/[%] | 53 / 87 | 45 / 70 |
| ZVK [n]/[%] | 20 / 33 | 16 / 25 |
| Analgosedierung [n]/[%] | 56 / 92 | 55 / 86 |
| EK Gabe [n]/[%] | 9 / 15 | 9 / 14 |
| FFP Gabe [n]/[%] | 5 / 8 | 5 / 8 |
| Magensonde [n]/[%] | 10 / 16 | 9 / 14 |
| Blasenkateter [n]/[%] | 49 / 80 | 46 / 72 |

Größere Unterschiede zeigen sich in der Anzahl der Intubationen und bei den zusätzlich angelegten peripher-venösen Zugängen, diese sind allerdings nicht signifikant.

Die Ergebnisse der innerklinischen Versorgung, getrennt nach den Rettungsmitteln, zeigen Abb.3 und 4. Im NAW Kollektiv mussten signifikant mehr Patienten intubiert werden ($p < 0,0001$). Eine Beatmung mit einem Spitzendruck < 30 mmHg wurde mehrheitlich bei den RTH Patienten der Gruppe AIS_{Schädel}≥4 durchgeführt ($p < 0,05$). Vielfach wurde bei den NAW Patienten ein zusätzlicher peripher-venöser Zugang gelegt ($p = 0,0005$ bzw. $p = 0,0040$). Von den zusätzlich angelegten peripher-venösen Zugängen bei den RTH Patienten des AIS_{Schädel}≥4 Kollektivs waren 56% größer als 18G ($p < 0,0001$). Die Anlage von arterieller Kanüle, ZVK und DK geschah am häufigsten bei den RTH Patienten ($p < 0,05$).

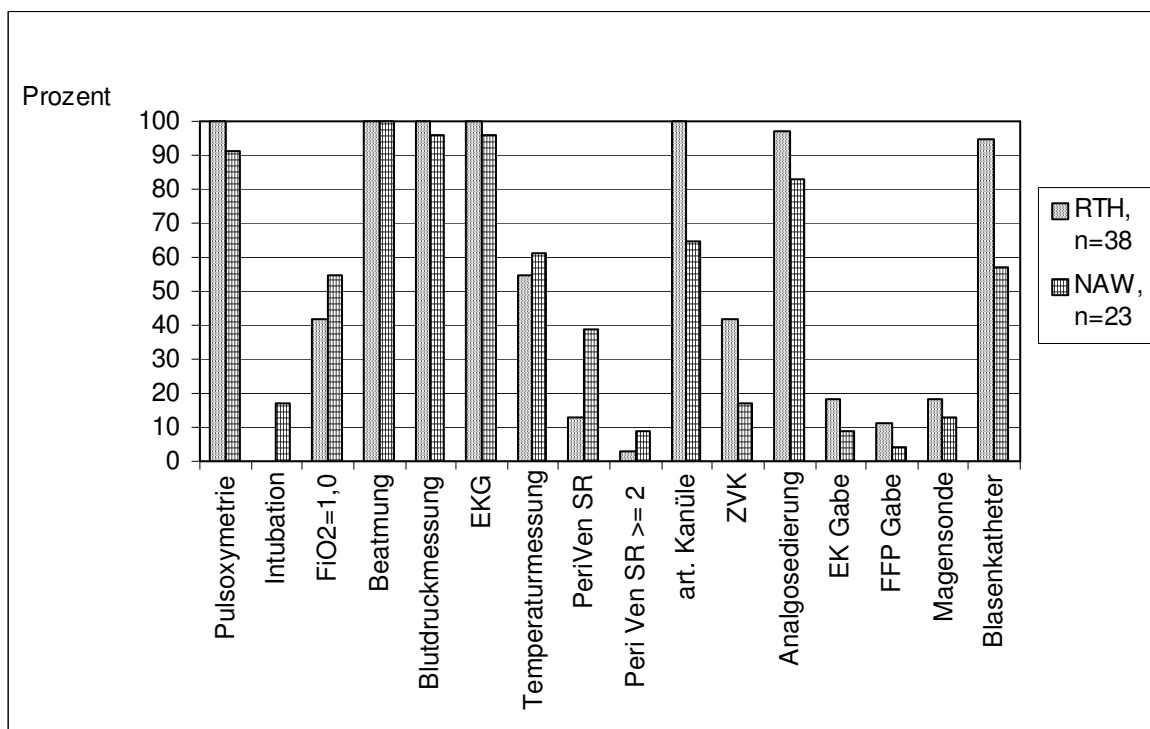


Abbildung 3 Innerklinische Versorgung Atmung, Kreislauf SHT GCS<9

SHT Schädel Hirn Trauma, GCS Glasgow Coma Scale, FiO_2 inspiratorische O_2 -Konzentration, EKG Elektrokardiogramm, Peri Ven peripherer Venenzugang, SR Schockraum, art arteriell, ZVK Zentralvenenkatheter, EK Erythrozytenkonzentrat, FFP Fresh Frozen Plasma, n Anzahl, RTH Rettungs-hubschrauber, NAW Notarztwagen

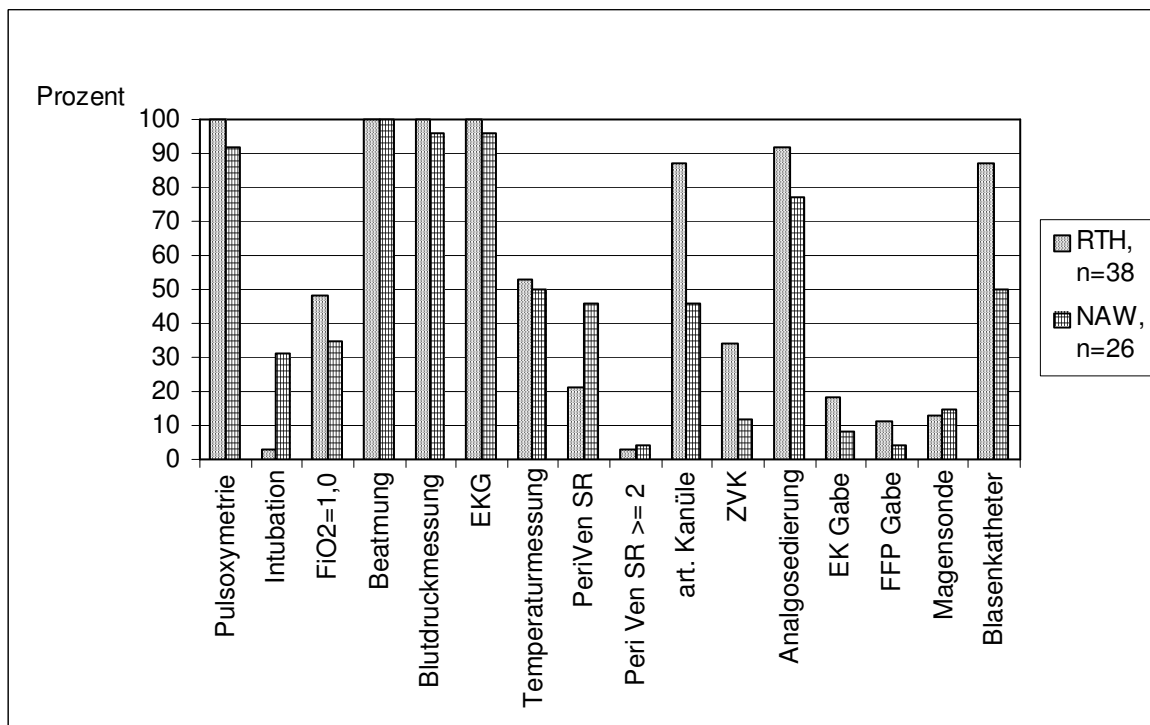


Abbildung 4 Innerklinische Versorgung Atmung, Kreislauf SHT AIS_{Schädel}≥4

SHT Schädel Hirn Trauma, AIS Abbreviated Injury Scale, FiO_2 inspiratorische O_2 -Konzentration, EKG Elektrokardiogramm, Peri Ven peripherer Venenzugang, SR Schockraum, art arteriell, ZVK Zentralvenenkatheter, EK Erythrozytenkonzentrat, FFP Fresh Frozen Plasma, n Anzahl, RTH Rettungs-hubschrauber, NAW Notarztwagen

Labor

Die Tabellenübersicht zeigt die im Rahmen der Schockraumversorgung durchgeführten Laboruntersuchungen und gibt Auskunft über die Anzahl angeforderter Blutkomponenten. Als fakultative Tests wurden das Drogenscreening mit dem Triage 8[®]-Test von Merck, Darmstadt und zum Nachweis bzw. Ausschluss einer möglichen myokardialen Schädigung beim Thorax- bzw. Polytrauma ein qualitativer Troponin-T Schnelltest (TROPT[®]) gemacht.

Tabelle 14 Laborübersicht

SHT Schädel Hirn Trauma, GCS Glasgow Coma Scale, AIS Abbreviated Injury Scale, [n] Anzahl, % relative Häufigkeit, BGA Blutgasanalyse, EK Erythrozytenkonzentrat, FFP Fresh Frozen Plasma

| | SHT Patienten GCS<9 [n=61] | | SHT Patienten AIS _{Schädel} ≥4 [n=64] | |
|------------------|-------------------------------|----|---------------------------------------------------|----|
| | [n] | % | [n] | % |
| Routinelabor | 55 | 90 | 56 | 88 |
| BGA | 45 | 74 | 45 | 70 |
| Drogenscreening | 25 | 41 | 19 | 30 |
| Troponin T-Test | 37 | 61 | 30 | 47 |
| Blut-Anforderung | 44 | 72 | 39 | 61 |
| EK Anforderung | 43 | 70 | 39 | 61 |
| EK ≥ 5 St. | 32 | 74 | 28 | 72 |
| FFP Anforderung | 34 | 56 | 33 | 52 |
| FFP ≥ 5 St. | 9 | 26 | 7 | 21 |

Signifikante Unterschiede ergaben sich bei der Auswertung der Daten der Subgruppen.

Die Anforderung von Blutprodukten, insbesondere die Anforderung von mindestens 5 Erythrozytenkonzentraten sowie das fakultative Drogenscreening geschah mehrheitlich bei den RTH Patienten, $p<0,05$ bzw. $p<0,0001$.

Im Routinelabor erfolgte die Bestimmung von kleinem Blutbild, Gerinnung, Elektrolyten, Leber- und Nierenparametern und Blutalkoholspiegel.

In Tabelle 15 sind die in den Leitlinien geforderten wichtigen Zielgrößen dargestellt. Dabei werden die in den Leitlinien geforderten Zielwerte für Hb, Hkt und Quick in 80-95% der Fälle bei den NAW Patienten gemessen ($p<0,05$).

Tabelle 15 Wichtige Zielgrößen im Routinelabor

RTH Rettungshubschrauber, NAW Notarztwagen, GCS Glasgow Coma Scale, AIS Abbreviated Injury Scale, [n] Anzahl, % relative Häufigkeit, Hb Hämoglobin, Hk Hämatokrit, Q Quick

| | RTH GCS<9 [n=38] | | NAW GCS<9 [n=23] | | p-Wert | RTH AIS _{Schädel} ≥4 [n=38] | | NAW AIS _{Schädel} ≥4 [n=26] | | p-Wert |
|------------------------|------------------------|-----|------------------------|-----|---------|--------------------------------------------|----|--------------------------------------------|-----|--------|
| | [n] | % | [n] | % | | [n] | % | [n] | % | |
| Hb gemessen | 34 | 97 | 17 | 85 | n.s. | 33 | 97 | 19 | 86 | n.s. |
| Ziel: Hb > 10 g/dl | 19 | 56 | 15 | 88* | 0,0098 | 20 | 61 | 18 | 95* | 0,0086 |
| Hk gemessen | 34 | 97 | 17 | 85 | n.s. | 32 | 94 | 19 | 86 | n.s. |
| Ziel: Hk > 30% | 20 | 59 | 15 | 88* | 0,0221 | 20 | 63 | 18 | 95* | 0,0151 |
| Osmolarität | 5 | 14 | 0 | 0 | 0,0005 | 5 | 15 | 2 | 9 | n.s. |
| Ziel: 295-315 mosmol/l | 4 | 80* | 0 | 0 | <0,0001 | 4 | 80 | 2 | 100 | n.s. |
| Quick | 32 | 91 | 15 | 75 | n.s. | 31 | 91 | 16 | 73 | n.s. |
| Ziel: Q > 60% | 18 | 56 | 12 | 80* | 0,0490 | 18 | 58 | 14 | 88* | 0,0181 |

*p<0,05; n.s. nicht signifikant

Neurologische Diagnostik

Die Ergebnisse der neurologischen Diagnostik, bestehend aus der Bestimmung des Bewusstseinszustandes anhand der Glasgow Coma Scale, der Überprüfung des Pupillenstatus, der Erhebung des Reflexstatus und der Überprüfung von Motorik und Sensibilität der Extremitäten sind in Tabelle 16 zusammengefasst. Die Reflexprüfung umfasste die folgenden Reflexe: Corneal-, Bizepssehnen-, Patellarsehnen-, Achillessehnen- und Babinskireflex. Weder in der Gesamtübersicht noch in den Subgruppen-Analysen konnten statistisch signifikante Unterschiede ausgemacht werden.

Tabelle 16 Neurologische Diagnostik

SHT Schädel Hirn Trauma, GCS Glasgow Coma Scale, AIS Abbreviated Injury Scale, [n] Anzahl, % relative Häufigkeit, MER Muskeleigenreflexe

| | SHT Patienten GCS<9 [n=61] | | SHT Patienten AIS _{Schädel} ≥4 [n=64] | |
|------------------|-------------------------------|-----|---------------------------------------------------|-----|
| | [n] | % | [n] | % |
| GCS | 61 | 100 | 64 | 100 |
| Pupillenweite | 60 | 98 | 64 | 100 |
| Pupillenreaktion | 48 | 79 | 54 | 84 |
| Cornealreflex | 30 | 49 | 35 | 55 |
| Reflexe (MER) | 29 | 48 | 35 | 55 |
| Babinski | 31 | 51 | 36 | 56 |
| Motorik Arme | 32 | 52 | 37 | 58 |
| Motorik Beine | 32 | 52 | 37 | 58 |
| Sensorik Arme | 32 | 52 | 37 | 58 |
| Sensorik Beine | 32 | 52 | 37 | 58 |

Körperliche Untersuchung

Zur Erfassung möglicher extrakranieller Begleitverletzungen erfolgte eine ganzkörperliche Untersuchung der einzelnen Körperregionen:

- Schädel
- Thorax
- Abdomen / Becken
- Wirbelsäule
- Extremitäten
- Gefäßstatus

Tabelle 17 Extrakranielle Verletzungen

RTH Rettungshubschrauber, NAW Notarztwagen, GCS Glasgow Coma Scale, AIS Abbreviated Injury Scale, [n] Anzahl, % relative Häufigkeit

| | RTH GCS<9 [n=38] | | NAW GCS<9 [n=23] | | p-Wert | RTH AIS _{Schädel} ≥4 [n=38] | | NAW AIS _{Schädel} ≥4 [n=26] | | p-Wert |
|---------------------------------|------------------------|------|------------------------|----|---------|--------------------------------------------|------|--------------------------------------------|-----|---------|
| | [n] | % | [n] | % | | [n] | % | [n] | % | |
| Schädelverletzungen | 36 | 95* | 9 | 39 | <0,0001 | 38 | 100* | 11 | 42 | <0,0001 |
| Thoraxtrauma | 23 | 61* | 4 | 17 | <0,0001 | 24 | 63* | 5 | 19 | <0,0001 |
| Abdominaltrauma | 7 | 18 | 2 | 9 | n.s. | 6 | 16 | 2 | 8 | n.s. |
| Beckentrauma | 10 | 26* | 1 | 4 | <0,0001 | 8 | 21* | 1 | 4 | 0,0018 |
| Extremitätentrauma | 81 | 213* | 20 | 87 | <0,0001 | 94 | 247* | 26 | 100 | <0,0001 |
| *p<0,05; n.s. nicht signifikant | | | | | | | | | | |

Mit Ausnahme des Abdominaltraumas waren alle aufgeführten extrakraniellen Verletzungen bei den RTH Patienten häufiger aufgetreten (p=0,0018 bzw. p<0,0001). Nahezu alle Patienten hatten ein Extremitätentrauma erlitten; bei vielen lagen Mehrfachverletzungen der Extremitäten vor. In beiden Hauptgruppen wurde bei je 1/3 der Patienten kein pathologischer Befund bei der Untersuchung der Wirbelsäule notiert; bei jeweils der Hälfte der Patienten konnte die Wirbelsäule nicht untersucht werden. Deutliche Unterschiede zeigten die Daten der Untergruppen. Während je 21% der RTH Patienten einen unauffälligen Untersuchungsbefund der Wirbelsäule aufwiesen, lag der Anteil bei den NAW Patienten bei über 50%. Keine Untersuchung der Wirbelsäule war bei 2/3 der RTH Patienten möglich (p<0,0001).

Gefäßstatus

Die Pulskontrolle erfolgte stets im Seitenvergleich an den folgenden Stationen:

- A. carotis
- A. femoralis
- A. dorsalis pedis
- A. radialis
- A. poplitea
- A. tibialis posterior

Der dabei erhobene Gefäßstatus wurde bei je 53% der RTH Patienten (GCS<9 und AIS_{Schädel}≥4) und bei 44% (GCS<9) bzw. 46% (AIS_{Schädel}≥4) der NAW Patienten vom Untersucher als unauffällig klassifiziert.

Bildgebende Diagnostik

Sonografie

Die sonografische Untersuchung von Abdomen, Herz und sonstigen Lokalitäten zeigen sich keine Unterschiede zwischen den beiden ausgewerteten Hauptgruppen. Eine signifikante Häufung der Sonografie des Herzens zeigte sich mit 50% bei den RTH Patienten der Gruppe AIS_{Schädel}≥4 (p<0,05). Die Sonografie sonstiger Lokalitäten wurde in 16% der Fälle in der RTH Gruppe GCS<9 durchgeführt (p<0,05).

Röntgendiagnostik

Die konventionelle radiologische Diagnostik und die CT-Diagnostik wurden mit beinahe gleicher Häufigkeit in den Hauptgruppen durchgeführt (Tab.18).

Alle RTH Patienten erhielten ein CCT, bei den NAW Patienten waren es 83-92% der beiden Subgruppen. In der Gruppe GCS<9 wurde eine konventionelle Röntgenaufnahme des Schädels bei 39% der RTH Patienten gemacht (p<0,005). Die Anfertigung konventioneller Röntgenbilder von Thorax, der gesamten Wirbelsäule, des Beckens und von 2 Extremitäten geschah für diese Patienten signifikant häufiger (p<0,0001) . Bei den RTH Patienten der Gruppe AIS_{Schädel}≥4 fanden sich für diese Körperregionen ebenfalls signifikante Unterschiede (p<0,05).

Tabelle 18 Radiologische Diagnostik

SHT Schädel Hirn Trauma, GCS Glasgow Coma Scale, AIS Abbreviated Injury Scale, [n] Anzahl, % relative Häufigkeit, Sono Sonografie, Röntgen, HWS Halswirbelsäule, BWS Brustwirbelsäule, LWS Lendenwirbelsäule, CCT cranielle Computertomographie

| | SHT Patienten GCS<9 [n=61] | | SHT Patienten AIS _{Schädel} ≥4 [n=64] | |
|----------------------|-------------------------------|----|---------------------------------------------------|----|
| | [n] | % | [n] | % |
| Sono Abdomen | 44 | 72 | 45 | 70 |
| Sono Herz | 25 | 41 | 27 | 42 |
| Sonstige Sono | 7 | 11 | 6 | 9 |
| Röntgen Schädel | 19 | 31 | 16 | 25 |
| Röntgen Thorax | 36 | 59 | 38 | 59 |
| Röntgen HWS | 35 | 57 | 35 | 55 |
| Röntgen BWS | 32 | 52 | 32 | 50 |
| Röntgen LWS | 33 | 54 | 32 | 50 |
| Röntgen Becken | 31 | 51 | 29 | 45 |
| Röntgen Extremität 1 | 15 | 25 | 16 | 25 |
| Röntgen Extremität 2 | 15 | 25 | 11 | 17 |
| Röntgen Extremität 3 | 6 | 10 | 3 | 5 |
| Röntgen Extremität 4 | 2 | 3 | 3 | 5 |
| CCT | 57 | 93 | 62 | 97 |

HWS-Stabilisierung und OP-Phase

Während die Zahlen der angelegten Cervikalstützen und für Not-OP bzw. sofortiger OP in den Hauptgruppen keine nennenswerten Unterschiede zeigen (Tab.19), werden diese in der Subgruppenanalyse offensichtlich.

Tabelle 19 HWS Stabilisierung und OP-Phase

SHT Schädel Hirn Trauma, GCS Glasgow Coma Scale, AIS Abbreviated Injury Scale, [n] Anzahl, % relative Häufigkeit, NA Notarzt, HWS Halswirbelsäule, OP Operation

| | SHT Patienten GCS<9 [n=61] | | SHT Patienten AIS _{Schädel} ≥4 [n=64] | |
|----------------|-------------------------------|----|---------------------------------------------------|----|
| | [n] | % | [n] | % |
| Cervikalstütze | 44 | 72 | 41 | 64 |
| durch NA | 40 | 91 | 37 | 90 |
| im Schockraum | 4 | 9 | 4 | 10 |
| Not-OP | 5 | 8 | 5 | 8 |
| sofort OP | 27 | 44 | 26 | 41 |

Die RTH Patienten wurden in über 80% der Fälle mit Cervikalstützen, fast immer vom Notarzt vor Ort, versorgt ($p < 0,05$). Bei $\frac{1}{3}$ der NAW Patienten war die Anlage einer Cervikalstütze im Schockraum erforderlich, ein hoch signifikantes Ergebnis ($p < 0,0001$). Die sofortige OP nach Abschluss der Schockraumdiagnostik war bei 55% der RTH Patienten der Gruppe GCS<9 indiziert ($p < 0,05$). Eine Unterbrechung der Schockraumdiagnostik aufgrund einer Not-OP war in wenigen Fällen

erforderlich; je 4 RTH Patienten und je ein NAW Patient pro Gruppe; statistisch keine Signifikanz.

Intrakranielle Druckmessung

Als Voraussetzung für den gezielten Einsatz von Maßnahmen zur gezielten ICP-Senkung gilt die Messung des ICP mittels Drucksonde.

Gemäß den Leitlinien rechtfertigen folgende Kriterien den Einsatz von ICP-Sonden:

- Patient bewusstlos bzw. $GCS \leq 8$
- pathologischer CCT-Befund gemäß den Ausführungen in den Leitlinien

Tabelle 20 Übersicht SHT Patienten mit ICP-Sonde

SHT Schädel Hirn Trauma, *GCS* Glasgow Coma Scale, *AIS* Abbreviated Injury Scale, *n* Anzahl, *CCT* cranielle Computertomographie, *ICP* intrakranieller Druck, *ICU* Intensiv Care Unit/ Intensivstation

| | SHT Patienten GCS<9 | SHT Patienten AIS _{Schädel} ≥4 |
|-------------------------------------|------------------------|--------------------------------------------|
| Anzahl der Patienten | n=58 | n=49 |
| initial durchgeführte CCT | 55 | 47 |
| pathologischer CCT-Befund | 20 | 21 |
| implantierte ICP-Sonden (gesamt) | 12 | 11 |
| ICP-Sonde vor Aufnahme auf ICU | 7 | 6 |

Rund 50% der RTH Patienten mit $GCS < 9$ hatten einen pathologischen CCT-Befund gemäß den Leitlinien ($p < 0,0001$). In der Gruppe $AIS_{Schädel} \geq 4$ betrug ihr Anteil 53%, $p < 0,05$. Die Implantation einer ICP-Sonde bei pathologischem CCT-Befund erfolgte bei 60% dieser Patienten. Mit 59% hatten in der Gruppe $AIS_{Schädel} \geq 4$ die RTH Patienten signifikant die meisten ICP-Sonden erhalten ($p < 0,0001$). Der Anteil der im Rahmen der operativen Versorgung vor erster ICU-Aufnahme gelegten ICP-Sonden war in beiden RTH Gruppen mit 60% wiederum statistisch signifikant ($p < 0,0001$). Die übrigen Patienten erhielten ihre ICP-Sonden entweder im Anschluss an die Aufnahme auf der Intensivstation oder nach erneuter CCT-Kontrolle bei nachfolgenden operativen Eingriffen bzw. auf der Intensivstation.

Transport und Überwachung im Krankenhaus

Die in den Leitlinien geforderte spezielle Trage mit Zusatzausstattung und Monitoring gemäß der folgenden Tabelle für den Transport innerhalb des Krankenhauses ist im BwKrHs Ulm seit Jahren standardmäßig vorhanden und wird zu 100% für Schockraum-Patienten verwendet.

Tabelle 21 Zusatzausstattung und Monitoring für den innerklinischen Transport

EKG Elektrokardiogramm, *RR* Blutdruck, *ICP* Intracranieller Druck

| | |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Zusatzausstattung (fahrbar) | Transportrespirator Absaugeinheit Spritzenpumpen Notfallmedikamenten-Set Druckinfusions-Einheit Reanimations-Set |
| Monitoring | EKG / Defibrillator nicht invasive Blutdruckmessung invasive Druckmessung (RR, ICP) Pulsoxymetrie Kapnometrie |

Innerklinische Zeiten

Von Interesse sind vor allem die Dauer der Schockraumversorgung, die Dauer bis zum CCT und auch die Gesamtdauer bis zur abschließenden Entscheidung über das weitere Vorgehen (sofortige OP, Verlegung auf die ICU, Aufnahme auf eine periphere Station oder Verlegung in eine andere Klinik).

Tabelle 22 Übersicht Innerklinische Zeiten

RTH Rettungshubschrauber, *NAW* Notarztwagen, *GCS* Glasgow Coma Scale, *AIS* Abbreviated Injury Scale, *n* Anzahl, *%* relative Häufigkeit, *SR* Schockraum, *CCT* cranielle Computertomographie,

| | RTH Patienten | | NAW Patienten | |
|------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------|---------------|---------------------------|
| | GCS<9 | AIS _{Schädel} ≥4 | GCS<9 | AIS _{Schädel} ≥4 |
| Anzahl der Patienten | n=38 | n=38 | n=23 | n=26 |
| SR Zeit berechenbar [n]/[%] | 31 / 82 | 30 / 79 | 18 / 78 | 21 / 81 |
| SR Zeit ≤ 30 Min. [n]/[%] | 27 / 87 | 27 / 90 | 13 / 72 | 19 / 91 |
| Angefertigte CCT [n] | 38 | 38 | 19 | 24 |
| CCT Zeit berechenbar [n]/[%] | 29 / 76 | 29 / 76 | 12 / 63 | 18 / 75 |
| Zeit bis CCT ≤ 30 Min. [n]/[%] | 11 / 38 | 13 / 45 | 5 / 42 | 11 / 61 |
| Diagnostikende/ Entscheidungszeitpunkt berechenbar [n]/[%] | 26 / 68 | 27 / 71 | 19 / 83 | 22 / 85 |
| Diagnostikende/ Entscheidungszeitpunkt ≤ 1 Stunde [n]/[%] | 4 / 15 | 5 / 19 | 8 / 42 | 10 / 46 |

Wie Tabelle 22 zu entnehmen ist, war die Schockraum-Zeit in beiden Kollektiven für rund 80% der Patienten berechenbar. In 70-90% betrug sie weniger als 30 Minuten, die ausgemachten Unterschiede waren nicht signifikant.

Im RTH Kollektiv ließ sich die Zeitspanne bis zur Anfertigung eines CCT in 76% der Fälle berechnen. Sie betrug bei 11 Patienten mit $GCS < 9$ (38%) und bei 13 Patienten mit $AIS_{Schädel \geq 4}$ (45%) maximal 30 Minuten nach der Ankunft im Schockraum.

Die Anfertigung von CCTs für Patienten des NAW Kollektivs erfolgte in der Gruppe $GCS < 9$ in 19 Fällen (83%), in der Gruppe $AIS_{Schädel \geq 4}$ in 24 Fällen (92%). Die Zeit bis zur CCT Anfertigung konnte für 12 Patienten mit $GCS < 9$ (63%) und für 18 Patienten mit $AIS_{Schädel \geq 4}$ (75%) berechnet werden. Es fanden sich 5 Patienten mit $GCS < 9$ (42%) und 11 Patienten mit $AIS_{Schädel \geq 4}$ (61%) bei denen die Zeit bis zur CCT maximal 30 Minuten betrug.

Die Zeitspanne Diagnostikende/ Entscheidungs-Zeitpunkt ≤ 1 Stunde war bei den RTH Patienten statistisch signifikant verlängert; für die übrigen verglichenen Zeiten fanden sich keine signifikanten Unterschiede.

3.4 Verstorbene Patienten

In den Kollektiven der primär durch RTH bzw. NAW versorgten Patienten sind 20% (18/91) bzw. 23% (13/56) der Patienten ihren Verletzungen erlegen. Einzelheiten sind in Tabelle 23 aufgeführt.

Tabelle 23 Kollektiv der verstorbenen SHT Patienten

SHT Schädel Hirn Trauma, RTH Rettungshubschrauber, NAW Notarztwagen, [n] Anzahl, MW Mittelwert, SD Standardabweichung, OP Operation, ICU Intensive Care Unit/ Intensivstation, GCS Glasgow Coma Scale,

| | RTH Kollektiv | NAW Kollektiv |
|---------------------------------------|---------------|---------------|
| Männer [n] | 12 | 12 |
| Frauen [n] | 6 | 1 |
| Gesamt [n] | 18 | 13 |
| Alter [Jahre] | 14-93 | 16-88 |
| Alter [Jahre] MW±SD | 44,4 ± 22,3 | 41,8 ± 24,6 |
| Nach Diagnostik sofortige OP [n] | 11 | 3 |
| Nach Diagnostik auf ICU verbracht [n] | 7 | 7 |
| Im Schockraum verstorben [n] | 0 | 3 |
| GCS an der Notfallstelle | 3-12 | 3-9 |
| GCS<9 an der Notfallstelle [n] | 17 | 12 |
| GCS≥9 an der Notfallstelle [n] | 1 | 1 |
| Isoliertes SHT [n] | 6 | 6 |
| SHT mit Mehrfachverletzungen [n] | 3 | 1 |
| Polytrauma [n] | 9 | 6 |

Mit jeweils einer Ausnahme hatten in beiden Kollektiven alle Patienten ein schweres SHT nach GCS Einteilung erlitten. Teilt man die Patienten gemäß dem Schweregrad ihrer Verletzung am Schädel ein, so ergibt sich folgende Verteilung.

Tabelle 24 Verstorbene SHT Patienten nach Schweregrad der Schädelverletzung

SHT Schädel Hirn Trauma, RTH Rettungshubschrauber, NAW Notarztwagen, ISS Injury Severity Score, [n] Anzahl

| | RTH | NAW | Gesamt |
|-------------------------------------------|-----|-----|--------|
| ISS Median | 25 | 25 | |
| AIS _{Schädel} ≥4 [n] | 17 | 12 | 29 |
| GCS≥9 bei AIS _{Schädel} ≥4 [n] | 0 | 1 | 1 |
| GCS < 9 bei AIS _{Schädel} ≥4 [n] | 17 | 11 | 28 |

Für dieses Patientengut wurden die in den vorherigen Abschnitten beschriebenen Kriterien nochmals untersucht. Die Ergebnisse sind nahezu in allen Bereichen kongruent zu den bereits in den vorherigen Abschnitten ermittelten Resultaten.

KAPITEL 4

Diskussion

Das Ziel aller Bemühungen in der Versorgung von Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma, sowohl präklinisch als auch innerklinisch, ist die Vermeidung sekundärer Hirnschäden. *Gentleman* et al. [18] zitieren Studien welche zeigten, dass eine Reduktion von Hypoxämie und Hypotension signifikante Verbesserungen im Outcome ergaben: Abnahme der Mortalität und eine Zunahme der Patienten mit gutem Outcome oder nur leichter Behinderung. Darauf aufbauend wurden Empfehlungen und Leitlinien zur Versorgung von Schädel-Hirn-traumatisierten Patienten ausgearbeitet [1,7,10,11,13,14,16,17,18,20,22,23,27,28,29,30,31,32,33,35,39,40,41,42,43,44,46]. Die *EBIC-Guidelines* [25] heben die Notwendigkeit der Prävention, des Erkennens und der Behandlung sekundärer Hirnschädigungen von der Notfallstelle über den Schockraum bis zur Intensivstation exemplarisch hervor. Somit steht bei der Versorgung von Schädel-Hirn-traumatisierten Patienten die Wiederherstellung und Stabilisierung der Funktionen Atmung und Herz-Kreislauf im Vordergrund.

Im Rahmen einer prospektiven Studie wurde in der Zeit vom 01.05.1999 bis 15.08.2000 die Versorgung von 294 Traumapatienten (204 Männer, 90 Frauen, Durchschnittsalter 39 Jahre) im Schockraum des BWK Ulm dokumentiert.

Von ihnen hatten 64% (189/294) ein Schädel-Hirn-Trauma unterschiedlichen Schweregrades erlitten. Die Anzahl der männlichen Patienten, die Gesamtzahl und die Anzahl der primär versorgten Patienten war im RTH Kollektiv statistisch signifikant erhöht. Primärversorgung und Transport in die Klinik erfolgte durch den RTH bei 91 Patienten, durch den NAW bei 56 Patienten und bei immerhin 7 Patienten durch RTW bzw. Privatpersonen / Privat- PKW . Insgesamt 50 der durch RTH und 14 der durch NAW versorgten bzw. transportierten Patienten (Primär- und Sekundäreinsätze) erfüllten aufgrund ihres schweren Verletzungsmusters die Kriterien der Definition „Polytrauma“ nach Tscherne und Trentz [30].

Dies entspricht einem statistisch signifikanten Anteil von 46 % aller RTH Patienten gegenüber 21 % aller NAW Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma ($p < 0,05$). Das Lebensalter betreffend fand sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Kollektiven. Aus der Gruppe der 20 bis 29-jährigen stammt mit 20% der größte Teil der Schädel-Hirn-Verletzten.

Zielsetzung dieser Arbeit war zu zeigen, wie weit die Leitlinien der nationalen Fachgesellschaften [1,14,46] durch die Besetzung des RTH „SAR Ulm 75“ bzw. durch das SR-Team des BWK Ulm umgesetzt werden. Dafür wurden Patienten mit schwerem Schädel-Hirn-Trauma ($GCS < 9$ bzw. $AIS_{Schädel} \geq 4$) aus den oben aufgeführten Kollektiven herausgefiltert, die entweder primär durch das RTH Personal (SAR Ulm 75) oder durch bodengebundene Notärzte versorgt und anschließend ins BWK Ulm verbracht wurden. Es entstanden 4 Subgruppen: RTH $GCS < 9$, RTH $AIS_{Schädel} \geq 4$, NAW $GCS < 9$ und NAW $AIS_{Schädel} \geq 4$.

Die beiden RTH Gruppen hatten eine Stärke von je 38 Patienten, von denen jedoch nur 33 in beiden Subgruppen präsent waren. Die als Kontrollgruppen dienenden NAW Patienten verteilten sich wie folgt: 23 Patienten in der Gruppe $GCS < 9$, diese bildeten mit 3 weiteren Patienten die Gruppe $AIS_{Schädel} \geq 4$.

Gründe für die Differenzen zwischen den einzelnen Subgruppen können sein:

- zusätzliche Verletzungen (Mehrfachverletzung / Polytrauma) vor allem im Bereich des Gesichtsschädels / Augenbeteiligung und der Extremitäten. Bei der Erhebung des GCS Wertes kommt es zur Überschätzung, der Patient erhält einen GCS Wert < 9 , trotz gering ausgeprägter intrakranieller Verletzung und der Wert für $AIS_{Schädel}$ beträgt < 4 .
- trotz erheblicher intrakranieller Verletzung ($AIS_{Schädel} \geq 4$) ist die Vigilanz vor allem junger Patienten noch nicht sonderlich beeinträchtigt, die Verletzung wird unterschätzt (GCS Wert > 8).
- GCS Wert wurde evtl. geschätzt und nicht nach GCS-Schema erhoben, da im NA-Protokoll keine GCS-Checkliste aufgeführt ist.

Bemerkenswert ist der hohe Anteil von 29 Patienten mit $GCS < 9 + AIS_{Schädel} \geq 4$ in der RTH Gruppe gegenüber 16 Patienten in der NAW Gruppe. Dieser Unterschied und der Unterschied im Median des ISS (RTH: 29 vs. NAW: 25) waren statistisch

nicht signifikant. Trotzdem könnte dies als Hinweis gewertet werden, dass die RTH Patienten meist schwerwiegendere Verletzungen aufwiesen.

Mit einem Anteil von 20% entstammten die meisten SHT-Patienten der Altersgruppe der 20-29 Jährigen und verunfallten mit dem PKW oder dem Krad. Folgende Unfallursachen wären denkbar: Fähranfänger; große Risikobereitschaft; Fahren unter Alkohol-/ Drogeneinfluß; Übermut /Mutproben unter Gruppenzwang.

4.1 Präklinische Versorgung

Die in den Leitlinien [1] geforderte Wiederherstellung und Sicherung der Atmung durch orale, endotracheale Intubation und Beatmung wurde bei nahezu allen Patienten des RTH Kollektivs ($GCS < 9$, $AIS_{Schädel} \geq 4$, verstorbene Patienten) durchgeführt. Im NAW Kollektiv war die Intubationsrate für die Patienten der Gruppen $GCS < 9$ und $AIS_{Schädel} \geq 4$ mit 46-70 % signifikant geringer ($p < 0,05$). Von den verstorbenen NAW Patienten waren 85% intubiert worden. Die verminderte Intubationsrate im NAW Kollektiv dürfte im Verkennen bzw. Fehleinschätzen der Situation/Indikation, mangelnder Fertigkeiten in der Technik der Intubation und möglicherweise auch die Nähe zur Klinik („Scoop and run“) sein. Über 80 % der intubierten Patienten waren mit einem $FiO_2 = 1,0$ beatmet worden. Die Überwachung des Sauerstoffgehaltes durch Pulsoxymetrie war lediglich bei rund der Hälfte der Patienten dokumentiert. Wie die Auswertung der Subgruppen (RTH vs. NAW) zeigte, wurde diese Maßnahme mit über 60% ($p < 0,0001$) und die kapnometrische Überwachung der Beatmung mit rund 90% signifikant häufiger bei den RTH Patienten ($p < 0,05$) notiert. Hinsichtlich der geringen Anzahl an dokumentierten O_2 -Sättigungswerten stellt sich die Frage, ob es sich schlicht um einen Dokumentationsfehler handelt oder ob die Maßnahme nicht ergriffen wurde. Da das Pulsoxymeter heute zur Standardausrüstung eines jeden arzt-besetzten Rettungsmittels gehört, darf wohl davon ausgegangen werden, dass die pulsoxymetrische Überwachung der Sauerstoffsättigung in den meisten Fällen zwar vorgenommen aber nicht dokumentiert wurde.

Der nur mäßige Anteil an dokumentierter kapnometrischer Überwachung der Beatmung im Bodenrettungsdienst dürfte neben mangelnder Dokumentation vor allem im Fehlen von Kapnometern begründet sein. Trotz kapnometrischer Über-

wachung betrug die Rate der normoventilierten Patienten (etCO₂ 35-45 mmHg) [10,11,44] in allen Subgruppen maximal 25%; die meisten Patienten (75-85%) waren entgegen den Forderungen in den Leitlinien hyperventiliert.

Die Überwachung des Herz-Kreislaufsystems durch Bestimmung des Blutdrucks und EKG-Ableitung [1,5,10,11,27,28,35] wurde in beiden Kollektiven bei fast allen Patienten durchgeführt und dokumentiert. Mit einer Ausnahme im NAW Kollektiv (Gruppe GCS<9) hatten alle Patienten mindestens einen peripher-venösen Zugang erhalten [16,34,35]. Die Leitlinien [1] fordern 2 großlumige peripher-venöse Zugänge ohne die Großlumigkeit näher zu definieren. Für diese Studie wurden alle Zugänge >18G als großlumig definiert. Im RTH Kollektiv hatten rund 40% der Patienten 2 Zugänge und etwa 30% sogar 3 Zugänge erhalten. Diesen standen lediglich 12-27% der Patienten im NAW Kollektiv mit 2 Zugängen und max.15% mit 3 Zugängen gegenüber. Somit war weniger als die Hälfte der NAW Patienten leitlinien-konform mit einer ausreichenden Anzahl peripher-venöser Zugänge versorgt. Nachdem mehr als die Hälfte der Zugänge im RTH Kollektiv großlumig war und bei etwa 25% der NAW Patienten, bestand hier ein hoch signifikanter Unterschied sowohl in der Anzahl der Zugänge ($p<0,0001$) als auch hinsichtlich ihrer Größe ($p<0,05$). Allerdings ist hier zu bemerken, dass nicht in allen Protokollen die Größe bzw. die Anzahl der Zugänge vermerkt war. Die Kreislaufunterstützung/-stabilisierung erfolgte leitlinien-konform mittels kristallinen und kolloidalen Infusionslösungen [1,5,11,16,17,20,32,33,43]. In beiden wurden Kollektiven kristalline Infusionslösungen in nahezu gleicher Häufigkeit eingesetzt, mit einem Anteil von 76-92% in der Applikation von kolloidalen Infusionslösungen zeigte sich ein deutlicher Mehrverbrauch im RTH Kollektiv ($p<0,0001$). Dessen ungeachtet wurden in beiden Kollektiven in 70-87% der Fälle Kolloide in Mengen ≥ 1000 ml infundiert, was als Hinweis auf die Schwere der Verletzungen und des damit verbundenen Blutverlustes, mit ihren kreislauf-kompromittierenden Folgen zu werten ist. Der Einsatz vasoaktiver Substanzen [1,7,20,33] zur Kreislaufstabilisierung war in Kollektiven auf wenige Patienten beschränkt.

Medikamente zur Analgosedierung waren bei 93% der Patienten mit GCS<9 [1,10,17,27,31] und bei 78% der Patienten mit AIS_{Schädel} ≥ 4 dokumentiert. Die Subgruppen-Analyse lässt zwar Unterschiede erkennen (RTH: 87-100% vs. NAW: 65-83), jedoch ohne statistische Relevanz. Opioide und Benzodiazepine standen bei

den RTH Patienten im Vordergrund (88-95%), Hypnotika wurden bei rund 30% der Patienten eingesetzt. Im NAW Kollektiv kamen Opioide bei weniger als der Hälfte der Patienten zum Einsatz, der Anteil der Benzodiazepine betrug 65-74% und Hypnotika wurden 35-47% der Patienten verabreicht. Der signifikant geringere Einsatz von Opioiden im NAW Kollektiv ($p < 0,0001$) mag zum einen in der Zugehörigkeit zu verschiedenen Fachdisziplinen liegen; während die RTH-Notärzte allesamt Anästhesisten waren, die mit diesen Substanzen vertrauter sind.

Eine weitere Erklärung kann darin gesehen werden, dass diese Substanzen unter Umständen dem NAW-Notarzt nicht zur Verfügung standen; zudem ist ein möglicher Dokumentationsmangel zu berücksichtigen.

Die Beurteilung der Bewusstseinslage und des Verletzungsmusters nach [1] umfasst vor allem die Dokumentation der GCS, der motorischen Funktion aller Extremitäten und der initialen Bewusstseinslage. Die Erhebung der GCS wurde in beiden Kollektiven zu 100% dokumentiert. Die neurologische Untersuchung, bestehend aus Motorik- und Sensibilitätsprüfung der Extremitäten wurde in den beiden Hauptgruppen in weniger als 70% als durchgeführt dokumentiert. Der Vergleich der Subgruppen zeigt, dass sie im NAW Kollektiv gemäß den dokumentierten Ergebnissen signifikant seltener durchgeführt wurde (RTH:~80% vs. NAW:<40% der Fälle), $p < 0,0001$. Es gilt zu berücksichtigen, dass diese Untersuchung jedoch bei einigen Patienten aufgrund von Verletzungen nicht oder nur unvollständig durchführbar war. Ihre Dokumentation ist in manchen „hausgemachten“ Notarztprotokollen auch nicht vorgesehen; nicht alle Rettungsdienstbereiche verwenden das DIVI-Notarztprotokoll. Daher darf wiederum von einem Dokumentationsmangel durchgeführter Maßnahmen bzw. Diagnostik ausgegangen werden. Da im NAW Kollektiv eine nicht unerhebliche Anzahl an Patienten ein isoliertes SHT erlitten haben, wäre es durchaus denkbar, dass die weitere neurologische Untersuchung keine große Beachtung fand und unterlassen wurde. *Baethmann*, *Chesnut* und diverse andere Autoren verlangen vor allem die Prüfung der GCS [5,11,13,16,27,28,33,35,43]; z.T. wird aber auch, wie z.B. von *Maas et al.* eine neurologische Untersuchung gefordert [27,31,35], ohne jedoch Art und Umfang näher zu erläutern. Im Gegensatz zu [1] wurde von *Cunitz* und anderen Autoren [12,16,27,31,43] die Erhebung des Pupillenstatus verlangt. Dieses diagnostische Kriterium kann teilweise aufgrund begleitender Gesichtsschädelver-

letzungen, z.T. mit Augenbeteiligung, nicht berücksichtigt werden. Hinsichtlich der Verwendung der GCS äußerte Oldenkott [31] die Meinung: „Die deskriptive Erfassung der drei Parameter Bewusstsein, Pupillen und motorische Reaktion ermöglicht eine wesentlich exaktere und daher einprägsamere Einschätzung der Schwere eines Schädel-Hirn-Traumas als die Skalierung nach der Glasgow-Coma-Scale, zumal die Qualität neurologischer Störungen durch sie nicht erfasst wird“. Diese Forderung finden im DIVI-Notarztprotokoll Berücksichtigung, da zusätzlich zur GCS auch die Pupillengröße und Lichtreaktion sowie die Motorik der Extremitäten abgefragt wird.

Die Anlage einer Cervikalstütze wird mehrheitlich in der Literatur gefordert [1,16, 17,20,31,35] und wie in [1] dargelegt, zeigten mehrere Studien, dass bei ca.10% der SHT Patienten mit einer begleitenden Wirbelsäulenverletzung zu rechnen ist. Die Ergebnisse der Subgruppen zeigen allerdings eine signifikante Minderversorgung der NAW Patienten mit Cervikalstützen, $p < 0,0001$. Der schon mehrfach angesprochene Mangel an Dokumentation tritt in diesem Falle eher in den Hintergrund, wenn man die Ergebnisse der innerklinischen Versorgung bereits hier in die Betrachtung mit einbezieht. Dennoch gibt es mehrere plausible Gründe dafür, beginnend bei einem unvollständig aufgerüsteten Rettungsmittel nach dem letzten Einsatz, ein Verkennen der Indikation/Situation oder einfach vergessen anzulegen bis hin zur Ablehnung durch den Patienten bei noch adäquater Vigilanz. Für kreislaufstabile Patienten wird eine Oberkörperhochlagerung von maximal 30° empfohlen [1,13,17,32,33]. Hierzu fand sich jedoch in keinem Protokoll ein Hinweis. Eine Erklärung dafür könnte die bereits oben angesprochene Kreislaufinstabilität der zum Teil polytraumatisierten Patienten sein, die eine flache Lagerung, wie in den Leitlinien [1] beschrieben, erfordert. Ein weiterer Grund dürfte die Immobilisation in der Vakuummatratze darstellen, die nicht zuletzt aufgrund vermuteter Verletzungen der Wirbelsäule, des Beckens bzw. der unteren Extremitäten erfolgte. Über die Hälfte der Patienten beider Hauptgruppen wurden auf ihr gelagert. Die Auswertung der Subgruppen zeigte, dass ihr Einsatz bei rund 80% der RTH Patienten dokumentiert war, obwohl alle RTH Patienten grundsätzlich schon aus Platzgründen (räumliche Enge im RTH) auf der Vakuummatratze gelagert werden. Somit ist diese Differenz als Dokumentationsfehler zu werten. Bei den NAW Patienten war der Einsatz der Vakuummatratze mit maximal 35%

noch seltener dokumentiert ($p < 0,0001$), wozu möglicherweise der geringere Anteil an mehrfach- bzw. polytraumatisierten Patienten in diesem Kollektiv beitrug. Ein stumpfes SHT wurde nahezu unterschiedslos bei 73-80% der Patienten notiert, je Hauptgruppe fanden sich 2 Patienten mit penetrierendem SHT. Im Kollektiv der RTH Patienten wurde bei rund 90% der RTH Patienten der Verdacht auf ein Schädel-Hirn-Trauma gestellt und dokumentiert, alle als stumpfes SHT bewertet. Der Verdacht auf ein stumpfes SHT wurde im NAW Kollektiv mit 54-69% der Fälle signifikant seltener vermerkt, $p < 0,05$. Patienten mit einem penetrierenden SHT fanden sich nur im NAW Kollektiv. Die Maßnahmen zur Blutstillung im Rahmen des SHT waren wiederum signifikant häufiger bei den RTH Patienten dokumentiert, $p < 0,05$. Dies legt die Vermutung nahe, dass neben der vermuteten intrakraniellen Verletzung die extrakranielle Schädelverletzung bei diesen Patienten oft sehr ausgeprägt war.

Ersichtliche bzw. vermutete Begleitverletzungen waren in den Hauptgruppen etwa gleich häufig vermerkt. Es ist jedoch bei allen aufgeführten Begleitverletzungen ein deutlicher Überhang im RTH Kollektiv zu erkennen, wobei die Verletzungen des Thorax mit rund 60% führend sind. Das Signifikanzniveau lag zwischen $< 0,05$ und $< 0,0001$. Diese Unterschiede rühren möglicherweise von einer nicht oder nur teilweise erfolgten Ganzkörperuntersuchung - Begleitverletzungen werden nicht erkannt bzw. übersehen - und in der mangelnden Dokumentation. Der erheblich größere Anteil an mehrfach- bzw. polytraumatisierten Patienten im RTH Kollektiv wird hier ersichtlich.

Die geforderte Erhebung und Dokumentation des Unfallhergangs [1,27] erfolgte nahezu ausnahmslos in beiden Kollektiven. Die Eintreffzeit des Notarztes an der Notfallstelle und ein Unfall als Einsatzgrund ist in 70-80% der Fälle in den Hauptgruppen dokumentiert. Mit einem Anteil von rund 50-60% sind Verkehrsunfälle federführend. Bemerkenswerterweise wurden 20% der Einsätze als nicht unfallbedingt deklariert. Die Dokumentation der Eintreffzeit mit über 90% im RTH Kollektiv erfolgte signifikant häufiger gegenüber einer Dokumentationsfrequenz von rund 50% im NAW Kollektiv ($p < 0,05$). Dabei stellt es eigentlich kein Problem dar, die Einsatzzeiten bei der Rettungsleitstelle zu erfragen, um den zeitlichen Verlauf des Einsatzes zu dokumentieren. Man muss jedoch berücksichtigen, dass trotz computergestützter Leitstellentechnik die Zeitdokumentation aufgrund Daten-

kollision oder funktechnischer Störungen nicht immer gewährleistet ist. Unfälle bildeten signifikant häufiger den Einsatzgrund für den RTH, $p < 0,0001$; möglicherweise bedingt u.a. durch den Faktor Zeit (schneller Notarztzubringer) bei weiter entfernten Einsatzstellen, erschwertem Anfahrtsweg aufgrund unfallbedingtem Stau auf der Autobahn bzw. der Topographie des Einsatzgebietes (Schwäbische Alb).

In beiden Kollektiven fiel eine Dominanz der Verkehrsunfälle auf (45-78%), die jene der Untersuchung von *Scheingraber und Reulen* [34] übertraf. Diese Dominanz kann bedingt sein durch die Tatsache, dass sich im Einsatzbereich des RTH „SAR Ulm75“ und der in diese Arbeit einbezogenen NAW Standorte mehrere Autobahnabschnitte (A7, A8) und zum Teil mehrspurige Schnell- bzw. Bundesstraßen (B10, B16, B19, B28, B29, B30) mit entsprechend hohem Verkehrsaufkommen befinden. Auffällig ist, dass in der GCS<9 Gruppe kein signifikanter Unterschied hinsichtlich dem Anteil von Verkehrsunfällen, gemessen an der Gesamtzahl der Unfälle, zwischen dem RTH und dem NAW besteht. Die Gruppe AIS_{Schädel}≥4 lässt einen deutlichen Unterschied erkennen ($p < 0,05$). Lediglich 2 SHT hatten einen Suizid als Ursache, einer davon durch Sturz aus großer Höhe (>3m); beide im NAW Kollektiv enthalten. Rund die Hälfte der NAW Einsätze in beiden Hauptgruppen wurde als nicht unfallbedingt notiert ($p < 0,0001$).

Dafür sind unter Umständen folgende Gründe verantwortlich:

- Fehlinterpretation des Geschehens aufgrund Anamnese internistischer Vorerkrankung
- Traumatische Ursache prima vista nicht eruierbar / Sturz nicht beobachtet mit konsekutiver Dokumentation als „Kein Unfall“
- Dokumentationsfehler aufgrund Fehlkennzeichnung im Notarztprotokoll
- Dokumentationsfehler aufgrund fehlender Unterscheidungsmöglichkeit bei nicht „DIVI-konformen“ Notarztprotokollen

Die Eintreffzeit an der Notfallstelle innerhalb von 15 Minuten nach Eingang des Notrufs an der Rettungsleitstelle bzw. Alarmierung des Rettungsmittels erfolgte bei 50% der RTH Patienten und bei weniger als einem Drittel der NAW Patienten.

Somit erreichte der RTH signifikant häufiger die Einsatzstelle innerhalb von 15 Minuten, bei teilweise erheblicher Entfernung vom Standort ($p < 0,05$).

Diese Tatsache unterstreicht seinen Zweck als schnellen Notarztzubringer vor allem im ländlichen Gebiet (Schwäbische Alb, Versorgungsbereich SAR Ulm 75), zur Verkürzung des therapiefreien Intervalls. Die Arbeitsgruppe um *Baethmann* [5,6] fand hierfür einen Wert von 75% in ihrer Untersuchung. Dabei ist zu beachten, dass diese in ihrer Untersuchung sowohl zwei Großstadtbereiche (München, Augsburg) - mit oft kurzen Anfahrsstrecken - als auch zwei RTH (Christoph 1 München, Christoph 32 Ingolstadt) mit zum Teil überlappenden Einsatzbereichen und somit verkürzten Anflugzeiten als „zeitverkürzende“ Faktoren berücksichtigen konnte. Die Verweildauer an der Notfallstelle betrug im RTH Kollektiv häufiger maximal 30 Minuten ($p < 0,0001$). Die gesamte präklinische Zeit (Eintreffen an der Notfallstelle bis Ankunft an der Klinik) von höchstens 30 Minuten wurde nur bei maximal 5 Patienten erreicht. Betrachtet man die gemittelten Zeiten für das Eintreffen an der Notfallstelle, für die Zeit vor Ort und die Gesamtzeit der präklinischen Versorgung so sind die erkennbaren Unterschiede nicht signifikant.

Dokumentationsmängel zeigen sich auch bei den erfassten präklinischer Zeiten vor allem im NAW Kollektiv. Oft sind die Zeiten nicht dokumentiert, eine Zeitdokumentation ist in manchen Protokollen nicht vorgesehen und gelegentlich waren die Zeiten wie bereits oben schon angesprochen von der Leitstelle nicht zu erhalten. Eine Rest-Ungenauigkeit dieser Datenerhebung liegt darin begründet, dass die präklinischen Daten den Notarztprotokollen entnommen wurden. Dort waren leider nicht immer alle Befunde bzw. Maßnahmen notiert, welche für diese Studie von Interesse waren. Eine ähnliche Untersuchung wurde von *Baethmann et al.* [5,6] unter präklinischem Einsatz von Dokumentationsassistenten durchgeführt. Damit wurde eine lückenlose Dokumentation von der Notfallstelle bis zur Klinik erreicht. Ein nicht zu vernachlässigender Grund für die bessere Dokumentation der RTH Einsätze ist darin zu sehen, dass alle RTH -Notärzte aus der Abteilung in der Schockraumversorgung miteingebunden waren und somit wussten, dass neben der Schockraumversorgung auch die präklinische Versorgung in dieser Arbeit erfasst und ausgewertet wird. Somit war jeder RTH -Notarzt bemüht ein möglichst vollständig ausgefülltes Notarztprotokoll vorzulegen.

4.2 Innerklinische Versorgung

Die Besetzung der Notaufnahme bzw. die Zusammensetzung eines SR-Basisteams/erweiterten SR-Teams wird nur in den Empfehlungen der DGAI et al.[46] detailliert dargestellt. Ein Schockraum-Basisteam, bestehend aus Anästhesist, Chirurg und Neurochirurg war in beiden Hauptgruppen nahezu immer anwesend. Zum SR-Basisteam zählt auch die MTA der Radiologie, die mit knapp über 40% der Fälle signifikant seltener im Schockraum zugegen war ($p < 0,0001$). Weitere signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) waren für den Chirurgen und die MTA der Radiologie in der Subgruppen-Auswertung erkennbar. Der Chirurg war in der Gruppe RTH AIS_{Schädel}≥4 immer anwesend, in der korrespondierenden NAW Gruppe lediglich bei 69 % der Patienten. In der GCS<9 Gruppe war die MTA bei 53% der RTH und bei 30% der NAW Patienten gegenwärtig. Ein möglicher Grund für die geringe Anwesenheit der MTA wäre die Tätigkeit in der Radiologie für andere Abteilungen vor allem während des Bereitschaftsdienstes. Vom erweiterten SR-Team wurde der Radiologe in allen Kollektiven fast immer angefordert (90-100%). Eine signifikant gehäufte Anforderung erfuhren im RTH Kollektiv der Ophthalmologe, der HNO-Arzt, der Mund-Kiefer-Gesichtschirurg, der Urologe und die OP-Gruppe; wiederum ein Ausdruck der gehäuften Anzahl von mehrfach bzw. polytraumatisierten Patienten in diesem Kollektiv ($p < 0,05$ bzw. $p < 0,0001$).

Die beim SR-Basisteam aufgefallenen Unterschiede können jedoch rein dokumentationsbedingt sein, da oft die Anwesenheit der einzelnen Mitglieder des SR-Basisteams je nach sonstigem Arbeitsaufkommen vom Notaufnahmepersonal bis zum Eintreffen des Dokumentationsassistenten, der aufgrund universitärer Pflichtveranstaltungen bzw. längerem Anfahrtsweg nicht immer sofort anwesend sein konnte, dokumentiert wurde. Die überlappende Schockraumversorgung von 2 kurz hintereinander eingetroffenen Patienten stellt einen weiteren Grund für die teilweise unvollständige Dokumentation dar. Die Eintreffzeit des SR-Basisteams im Schockraum lässt wegen geringer Zeiterfassung keine aussagekräftige Auswertung zu. Dieses Manko ist dokumentationsbedingt, wie bereits oben angesprochen; ein weiterer Grund ist darin zu sehen, dass die Mitglieder des SR-Basisteams nicht explizit ihre Anwesenheit bei Personal der Notaufnahme bzw. beim Dokumentationsassistenten gemeldet haben. Die gehäuften Anforderung der OP-

Gruppe für RTH Patienten ist damit zu begründen, dass aufgrund des gemeldeten Verletzungsmusters mit einer dringlichen bzw. Not-Operation zu rechnen war.

Bei der Ankunft im Schockraum galt u.a. die Aufmerksamkeit den in den Leitlinien [1,27] geforderten Mindestwerten für den Blutdruck ($RR_{\text{sys}} \geq 120$ mmHg) und die periphere pulsoxymetrisch gemessene Sauerstoffsättigung ($SaO_2 \geq 95\%$). An ihnen orientierten sich die primär im Schockraum zu ergreifenden Maßnahmen.

In beiden Hauptgruppen trafen 92% der Patienten beider Hauptgruppen mit einer Sauerstoffsättigung $\geq 95\%$, jedoch nur 59-69% der Patienten mit einem $RR_{\text{sys}} \geq 120$ mmHg im Schockraum ein. Die Subgruppenanalyse zeigt Unterschiede in der Dokumentation dieser Parameter und in der Anzahl der erreichten Zielwerte, ohne statistisch signifikant zu werden. Die Durchführung der Pulsoxymetrie und die Messung des Blutdrucks war nur bei den RTH Patienten immer dokumentiert, bei den NAW Patienten lag die Dokumentationsfrequenz zwischen 91 und 96%. Dieser Unterschied ist als Dokumentationsfehler zu werten, da die Überwachung der Vitalparameter grundsätzlich bei allen Patienten im Schockraum standardmäßig erfolgt. Während 97% der RTH Patienten bei der Ankunft eine $SaO_2 \geq 95\%$ aufwiesen, wurde nur bei 90 bzw. 92% der NAW Patienten dieser Wert notiert.

Eine mögliche Ursache ist in der geringeren Anzahl an Intubationen im NAW Kollektiv zu sehen. Der geforderte Blutdruck wurde von 30-40% der Patienten nicht erreicht. Es stellt sich die Frage, ob der gemessene Blutdruck vor Ort und während des Transportes als ausreichend erachtet wurde oder ob die präklinisch durchgeführte Therapie nicht aggressiv genug erfolgte. Weshalb der Anteil der Patienten mit adäquatem Blutdruck in der Gruppe $AIS_{\text{Schädel}} \geq 4$ um 10% höher liegt als in der $GCS < 9$ Gruppe war aufgrund der vorliegenden Daten nicht nachvollziehbar. Die Blutdruckwerte zeigen wie wichtig es ist, adäquate Maßnahmen zur Aufrechterhaltung bzw. Wiederherstellung einer adäquaten Kreislaufsfunktion schnellstmöglich zu etablieren. Zur Vermeidung sekundärer Hirnschädigung geschah im Schockraum die Fortsetzung bzw. Ergänzung bereits präklinisch getroffenen Maßnahmen, wie in den Leitlinien [14,46] und von anderen Autoren [16,18,20,22,28,29,35] gefordert, zur Wiederherstellung bzw. weiteren Stabilisierung der Atmung und der Herz-Kreislauf-Funktion. Die Aufgliederung der Daten in die Subgruppen zeigte, dass sowohl in der $GCS < 9$ als auch in der $AIS_{\text{Schädel}} \geq 4$

Gruppe signifikant mehr NAW Patienten aufgrund ihrer schlechten respiratorischen Situation im Schockraum intubiert werden mussten ($p < 0,0001$). Dies betraf 4 Patienten der Gruppe $GCS < 9$, 8 Patienten der Gruppe $AIS_{Schädel} \geq 4$ - entsprechend einem Anteil von 20-30% - und 2 der verstorbenen NAW Patienten. Dagegen war diese Maßnahme lediglich bei einem Patienten der RTH Gruppe $AIS_{Schädel} \geq 4$ nötig. Maßgebliche Gründe für den nur geringen Anteil (~40%) einer leitlinienkonformen Beatmung mit einem FiO_2 von 1,0 waren nicht ersichtlich. Weshalb es in der $AIS_{Schädel} \geq 4$ Gruppe zu einem signifikanten Unterschied ($p < 0,05$) in der Beatmung mit einem Spitzendruck < 30 mmHg zu Ungunsten der NAW Patienten kommt, mag dokumentationsbedingt sein, denn die RTH Patienten waren mit dem Thoraxtrauma führend. Auch die innerklinische Dokumentation von Sauerstoffsättigung, Blutdruck und EKG erreicht bei den NAW Patienten maximal 96%; wie bereits oben angemerkt handelt es sich hierbei um einen Dokumentationsfehler. Die Versorgung mit einer ausreichenden Anzahl an peripheren Zugängen musste bei rund 40% der NAW Patienten im Schockraum noch um mindestens einen weiteren Zugang ergänzt werden ($p < 0,05$). Dieses beobachtete Versorgungsdefizit mag bedingt sein durch einen schlechten Venenstatus bei bereits protraumiertem Schockgeschehen, einem initial schlechten Zugang zum Patienten und anschließendem „Scoop and run“ oder auch im Verkennen der Situation und der Überzeugung dass ein venöser Zugang ausreicht. Anerkennenswert ist, dass die bei den RTH Patienten der Gruppe $AIS_{Schädel} \geq 4$ gelegten und größenmäßig dokumentierten Zugänge signifikant häufiger $> 18G$ waren ($p < 0,0001$). Die Unterschiede zu den anderen Subgruppen sind auch dokumentationsbedingt, da im Dokumentationsprogramm „TraumaWatch“ die Kanülengröße nicht als Wahl-Parameter hinterlegt war. *Chesnut, Cunitz und Eckstein* [11,13,16] fordern in der klinischen Versorgung zum Monitoring und für die weitere medikamentöse Therapie die Anlage eines ZVK und einer arteriellen Kanüle, sofern ohne Zeitverzug während der Schockraumversorgung möglich. Diese Maßnahmen wurden bei den RTH Patienten beider Hauptgruppen signifikant öfter ergriffen ($p < 0,05$). Hierfür dürfte das ausgedehnte bzw. gravierende Verletzungsmuster dieser Patienten verantwortlich sein. Nahezu unterschiedslos erfolgte bei allen Patienten während der Schockraumphase die Analgosedierung. Als weitere Monitoring-Maßnahme erhielt der Grossteil der

Patienten einen Blasenkatheter [11,14,16,18,46], wiederum signifikant häufiger die RTH Patienten ($p < 0,05$). Die Anlage einer Magensonde [46] geschah unterschiedslos bei weniger als 20% der potentiell als nicht nüchtern geltenden Patienten. Die Gabe von EK und FFP zur Kreislaufstabilisierung während der Schockraumversorgung erfolgte im RTH Kollektiv etwas häufiger als im NAW Kollektiv, jedoch ohne statistisch signifikante Relevanz. Die Bestimmung der Körpertemperatur [14] erfolgte bei rund der Hälfte der Patienten. Bei einigen Patienten konnte sie aufgrund Verletzungen am Kopf (Ohrthermometer) bzw. Gerätedefekt nicht ermittelt werden. Als obligate Laborbestimmungen werden in [13,16,46] das kleine Blutbild, die arterielle Blutgasanalyse, die Elektrolyte, die Blutgruppe, der Gerinnungsstatus, die Leber- und Nierenwerte sowie der Blutzucker aufgeführt, während nach [14] das Notfall-Labor nur aus Hämoglobin, Hämatokrit, Osmolarität und Quick-Wert bestehend genannt wird. Im Rahmen der Schockraumversorgung erfolgten im Routinelabor Untersuchungen, die den Forderungen von *Cunitz* u.a. [13,16,46] entsprachen; ergänzt durch die Analyse der Serumosmolalität und des Blutalkoholspiegels. Von den bei allen Patienten abgenommenen Laborproben standen in rund 90% der Fälle die Laborergebnisse dem Schockraumteam noch innerhalb der Phase der Schockraumversorgung zur Verfügung und konnten ausgewertet werden. Bei *Dinkel und Hennes* [14] sind Zielwerte für Hb, Hkt, Quick und Osmolalität genannt. Diese werden in den Hauptgruppen mit nur kleinen Unterschieden von 70-80% der Patienten erreicht, während in der Subgruppenanalyse die Werte für Hb, Hkt und Quick signifikant häufiger von den NAW Patienten erreicht werden ($p < 0,05$). Begründung findet dieses Ergebnis findet möglicherweise im Verdünnungseffekt durch die u.U. aggressivere Volumentherapie, die bei der Versorgung der z.T. schwerstverletzten RTH Patienten notwendig war, um eine Stabilisierung der Hämodynamik zu erreichen. Die Daten für die Osmolalität zeigen, dass der geforderte Zielwert von den RTH Patienten der Gruppe GCS<9 sowie von den verstorbenen RTH Patienten häufiger erreicht wurde. Diese Ergebnisse sind jedoch nicht repräsentativ, da aufgrund eines längeren Gerätedefektes nur bei insgesamt 7 Patienten die Osmolalität bestimmt werden konnte. Blutgasanalysen wurden bei allen Patienten im Rahmen den Routinelabors durchgeführt, bei sehr instabilen Patienten erfolgten teilweise mehrere Verlaufskontrollen während der Schock-

raum- / Diagnostikphase. Mehrfach durchgeführte Blutgasanalysen wurden in der Auswertung nicht berücksichtigt, so dass nur die Ergebnisse der ersten vorliegenden BGA gewertet wurden, mit annähernd gleicher Häufigkeit (~70%) in beiden Hauptgruppen. Als fakultative Tests wurden ein Drogenscreening und ein Troponin T-Schnelltest [21], nicht standardmäßig bei allen Patienten, durchgeführt. Das Drogenscreening geschah signifikant öfter bei den RTH Patienten ($p < 0,05$), wohl u.a. deshalb, weil Urin als Testmedium dient, welches bei häufigerer Blasenkatherisierung der RTH Patienten ($p < 0,05$) leichter zur Verfügung stand.

Der Troponin T-Schnelltest stand erst im Laufe der Studie zur Verfügung und kam bei Patienten mit Thoraxtrauma bzw. Verdacht auf traumabedingte Contusio cordis zum Einsatz. Dieser Test erfolgte häufiger bei den RTH Patienten, ohne dass die dokumentierten Daten signifikante Unterschiede zeigen.

Die Anforderung von Erythrozytenkonzentraten und FFP zeigt keinen signifikanten Unterschied zwischen beiden Hauptgruppen. Jedoch zeigt sich, dass für die RTH Patienten signifikant häufiger Blutprodukte angefordert wurden und die Anforderung von mindestens 5 EK bei diesen Patienten wiederum signifikant häufiger geschah (jeweils $p < 0,05$). Ein signifikanter Unterschied in der Anforderung von FFP war bei den verstorbenen Patienten aufgefallen; hier lag die Anforderung bei 82% für die RTH Patienten gegenüber 57% für die NAW Patienten ($p < 0,05$). Diese Anforderungen stellen einen Hinweis für die teilweise sehr instabilen Kreislaufverhältnisse der oft schwerstverletzten RTH Patienten dar.

Parallel während der Reanimationsphase erfolgt die Notfalldiagnostik durch die Erhebung des neurologischen Status sowie die körperliche Untersuchung auf Begleitverletzungen [14,16,18,28,29,46]. Offenbar erfolgte die Erhebung der GCS und die Überprüfung der Pupillenweite bei allen Patienten, während die Erhebung des Reflexstatus und die Prüfung von Motorik und Sensibilität nur bei etwa der Hälfte der Patienten als durchgeführt dokumentiert war. Möglicherweise wurde aufgrund sichtbarer Verletzungen, Lagerung in der Vakuummatratze bzw. weil der Patient in Narkose war, darauf verzichtet. Eine mangelnde Dokumentation kann jedoch mit verantwortlich sein, da nicht alle Untersucher ihre Ergebnisse gleich im Anschluss in „TraumaWatch“ eingegeben haben. Die körperliche Untersuchung auf Begleitverletzungen erfolgte grundsätzlich von Kopf bis Fuß, einschließlich der Sonographie des Abdomens. Bereits oben erwähnt wurde die signifikante Häufung

extrakranieller Verletzungen im RTH Kollektiv ($p < 0,05$ bzw. $p < 0,0001$); mit über 60% war das Thoraxtrauma, neben der Schädelverletzung und multiplen Extremitätenverletzungen, führend ($p < 0,001$). Das Abdominaltrauma zeigte einen zahlenmäßigen, nicht signifikanten Unterschied. Die Untersuchung der Wirbelsäule erbrachte bei der Hälfte der NAW Patienten unauffällige Befunde wohingegen 60-78% der RTH Patienten eine Evaluation der Wirbelsäule aufgrund ihrer Begleitverletzungen bzw. Lagerung auf der Vakuummatratze nicht zuließ.

Das Beckentrauma betraf ein Fünftel der RTH Patienten und war oft mit Extremitätenverletzungen vergesellschaftet. Die erhobenen Daten zeigen zudem, dass vor allem bei den RTH Patienten mehrfache Extremitätenverletzungen vorlagen, im Durchschnitt 2 pro Patient. Häufig fanden sich diese schweren Begleitverletzungen bis hin zum Polytrauma vor allem in der Eingangs schon genannten Altersgruppe der 20 bis 29-jährigen, die die größte Anzahl der Patienten mit SHT beinhaltet. Gründe dafür dürften in den durch die zunehmende Mobilität mit PKW und Motorrad und stellenweise geringer Fahrpraxis bedingten „Rasanztraumen“ zu suchen sein. Die Abdomen-Sonografie zur Erkennung von intraperitonealer freier Luft bzw. freier Flüssigkeit sowie von Organrupturen, erfolgte bei je 79% des RTH und bei rund 60% des NAW Kollektivs. Die Sonographie des Herzens beim Thoraxtrauma der Erkennung einer möglichen Perikardtamponade nach Herzkonkussion, betraf vor allem die RTH Patienten. In der $AIS_{Schädel} \geq 4$ Gruppe fand sich für die RTH Patienten ein signifikanter Unterschied (RTH 50% vs NAW 31%; $p < 0,05$). Die als sonstige Sonographie gekennzeichneten Untersuchungen (NAW: je 4 %; RTH: 16 % bzw. 13 %) betrafen besondere Fragestellungen: Schwangerschaft? Abriss der Ureteren?

Nach der Schockraumphase schloss sich die radiologische Untersuchung an mit kranialer Computertomographie und konventionellem Röntgen [16,22,27,26], dem Verletzungsmuster entsprechend. Während bei allen RTH Patienten eine CCT gemacht wurde, zeigen die Subgruppen-Daten, dass die Rate der angefertigten CCT bei den NAW Patienten nur 83-92% beträgt, ein Unterschied ohne statistische Relevanz. In der konventionellen Bildgebung war die radiologische Untersuchung von Thorax, Wirbelsäule, Becken und Extremitäten signifikant häufiger bei den RTH Patienten notwendig ($p < 0,05$ bzw. $p < 0,001$). Dieser Unterschied war bei der zuvor beschriebenen Häufigkeit an extrakraniellen Verletz-

ungen entsprechend der Verdachtsdiagnose bzw anhand des körperlichen Untersuchungsbefundes im Rahmen der mehrheitlichen Mehrfach- bzw. Polytraumatisierung dieses Patientengutes zu erwarten. Die konventionelle Röntgenaufnahme des Schädels erreicht bei den RTH Patienten der GCS<9 Gruppe das statistisch signifikante Niveau von $p<0,05$. Diese Tatsache begründet sich dadurch, da bereits im Schockraum, vor allem bei Verdacht bzw. offensichtlicher Gesichtsschädelbeteiligung, diese Aufnahme noch vor der CCT gemacht wurde. Somit konnte sehr frühzeitig entschieden werden, ob der MKG-Chirurg benötigt wurde.

Wie bereits genannt ergab die Auswertung für die Hauptgruppen, dass bei 60-70% der Patienten eine Stabilisierung der HWS durch eine Cervikalstütze [16,18,35] stattfand. Immerhin noch 10% wurden im Schockraum angelegt, bei einem statistisch signifikanten Anteil von rund $\frac{1}{3}$ der NAW Patienten. Ursachen für diese Differenz wurden bereits erläutert.

Die Unterbrechung der Diagnostik zur Durchführung einer Not-OP, um lebensbedrohliche Blutungen unter Kontrolle zu bringen um eine Kreislaufstabilität zu erreichen, war nur bei 5 Patienten je Hauptgruppe (RTH:4, NAW:1) notwendig [11,13,14,22,27]. Ein möglicher Hinweis darauf, dass die bereits eingeleiteten Maßnahmen, sowohl präklinisch als auch im Schockraum, Wirkung zeigen. Demgegenüber erfolgte die sofortige operative Versorgung nach Abschluss der Diagnostik bei rund 50% der RTH und bei rund 30% der NAW Patienten. Dieser Unterschied weist nochmals auf das im Vergleich meist gravierendere Verletzungsmuster der RTH Patienten hin und erreicht in der Gruppe GCS<9 das Signifikanzniveau von $p<0,05$.

Für die Anlage einer ICP-Sonde liefert die vorliegende Literatur ein Indikationspektrum, das von langdauernden operativen Eingriffen, über die Abwägung / Monitoring hirndrucksenkender Maßnahmen bis zu Patienten mit der Gefahr einer raschen Entwicklung einer Hochdruckkrise reicht [7,11,14,17,20,32,33]. In dieser Studie wurde überprüft, welche Patienten mit GCS<9 und pathologischem CCT gemäß den Leitlinien eine ICP-Sonde erhalten hatten. Hier spiegelt sich der Schweregrad des Schädel-Hirn-Traumas wider, der mit rund 50% pathologischer CCT-Befunde bei den RTH Patienten signifikant erhöht ist ($p<0,05$). Entgegen den in der Literatur gefundenen Empfehlungen liegt der Anteil implantierter ICP-

Sonden hier bei maximal 60%, der für die RTH Patienten der Gruppe AIS_{Schädel}≥4 Signifikanz erreicht. Auffällig ist, dass nur RTH Patienten vor Aufnahme auf der Intensivstation eine ICP-Sonde erhielten. Der Grund für die geringe Implantationsrate bei den NAW Patienten ist, dass bei ihnen der Anteil an pathologischen CCT-Befunden geringer ausfällt als bei den RTH Patienten. Generell stellt der Neurochirurg aufgrund des CCT-Befundes und seiner Erfahrung die Indikation zur Implantation einer ICP-Sonde. Dies mag als weiterer Grund gelten für die geringen Fallzahlen. Allerdings konnte manchen Akten, mangels Dokumentation nicht entnommen werden, ob noch weitere Patienten in der Folge eine ICP-Sonde bekamen.

Die Auswertung der interessanten Zeitpunkte/-intervalle wie Dauer der Schockraumversorgung, Zeit bis CCT und Zeitpunkt Diagnostikende / Entscheidung weiteres Procedere war in 60-80% der Fälle möglich [5]. Hierbei zeigte sich, dass die Schockraumversorgung im RTH Kollektiv bei rund 90% der Fälle maximal 30 Minuten dauerte. Im NAW Kollektiv wurden für diese Zeit eine Spanne von 72-100 Minuten ermittelt. Dies verdeutlicht die Wichtigkeit einer bereits präklinisch begonnenen suffizienten Versorgung, welche dazu beiträgt, dass die Patienten die Klinik in einem akzeptablen Zustand erreichen. Somit gewinnt man Zeit für noch zu ergreifende Maßnahmen (zum Teil invasiv) und Diagnostik, welche sich durch strukturierte Aufgabenverteilung zielgerichtet, im Zeitfensters von 30 Minuten, durchführen lassen. Über diesem Zeitgewinn steht das verbesserte Outcome der Patienten, denn „Time is brain“. Ein kraniales CT innerhalb von 30 Minuten nach Ankunft im Schockraum wurde bei 40-50% der RTH Patienten und bei 40-60% der NAW Patienten angefertigt. Das Ende der Schockraumdiagnostik bzw. der Zeitpunkt über die Entscheidung des weiteren Vorgehens lag im RTH Kollektiv nur bei rund 20% und im NAW Kollektiv nur bei etwa 40% innerhalb des Zeitfensters von einer Stunde (Golden hour of shock)!

Die abschließende Betrachtung der erhobenen Daten legt den Schluss nahe, dass die meisten Patienten des RTH Kollektivs meist schwerer verletzt waren als die des NAW Kollektivs; jedoch liegen die Werte des ISS nicht allzu weit auseinander. Für die in der Klinik verstorbenen Patienten zeigen sich im Vergleich mit den Daten der Untergruppen beider Kollektive keine allzu großen Abweichungen weder in der präklinischen noch in der innerklinischen Versorgung.

Fazit:

- Die, in den Leitlinien [46] aufgestellten Forderungen zur Wiederherstellung von Atmung und Kreislauf beim schweren Schädel-Hirn-Trauma (frühzeitige Intubation und Beatmung, Schaffung mehrerer großlumiger peripherenöser Zugänge (mind.2), adäquater Volumensubstitution) wurden im RTH Kollektiv größtenteils erfüllt. Lücken durch gezielte Fortbildung schließen.
- Auch der Einsatz von Cervikalstützen bei Schädel-Hirn-traumatisierten Patienten erfolgte bei den Patienten des RTH Kollektivs nahezu durchgängig; mehrere Studien zeigten Hinweise auf HWS-Schädigungen im Rahmen eines Schädel-Hirn-Traumas [1].
- Die neurologische Untersuchung vor Ort darf sich nicht nur auf die Erhebung der GCS beschränken, auch die Kontrolle von Motorik und Sensibilität gehören dazu (Stichwort:DMS).
- Bei rund 10% der RTH Patienten und bei etwa 40% der NAW Patienten war der Verdacht auf ein SHT nicht dokumentiert. Der Verdacht auf ein SHT sollte nicht nur geäußert werden, wenn aufgrund äußerer Verletzungen darauf zu schließen ist. Insbesondere bei bewusstseinsgetrübten/bewusstlosen Traumapatienten mit adäquatem Trauma (Unfallmechanismus, Fahrzeugbeschädigung) ohne äußere Schädel-Verletzung liegt ein Schädel-Hirn-Trauma nahe.
- Besteht der Verdacht auf ein schweres Schädel-Hirn-Trauma, gilt es den Patienten möglichst leitlinienkonform zu versorgen [35,46], um ein gutes Outcome zu erreichen.
- Eine genaue und vor allem vollständige Dokumentation (incl. Zeiten) aller Befunde bzw. Maßnahmen an der Notfallstelle erlauben eine vollständige Übergabe in der Klinik [46]. Eine Verlaufsbeobachtung ist möglich, Veränderungen des Patientenstatus sind leichter erkennbar.
- Eine gute präklinische Versorgung ermöglicht, den Patienten in einem stabilen Zustand in die Klinik zu bringen. Dadurch verkürzte Schockraumzeit, weil nur noch wenige Maßnahmen (ZVK, art. Kanüle), außer der Weiterführung der bereits präklinisch begonnenen Therapie, erfolgen müssen. Der Patient erreicht schneller die Diagnostik (Radiologie) bzw. kann schneller einer definitiven Versorgung (OP/ICU) zugeführt werden.

-
- Damit es keine unnötige Verzögerung in der Schockraumversorgung gibt, müssen alle erforderlichen Disziplinen spätestens mit dem Patienten im Schockraum eintreffen. Dadurch lassen sich organisatorische Abläufe frühzeitig in Gang zu bringen (CT freihalten, ggf. OP-Team und OP-Saal bereithalten). Durch gute Kommunikation (Anmeldung als Notfall) und Logistik (kurze Wegstrecke) lassen sich Wartezeiten für das CCT bzw. die konventionelle radiologische Diagnostik weitgehend minimieren. Wünschenswert wäre eine digitale Röntgenanlage bzw. ein Spiral-CT im Schockraum damit bliebe den Patienten eine zusätzliche Traumatisierung durch mehrfaches Umlagern erspart und die Zeit für Umlagern und Verbringen in die verschiedenen Diagnostikräume entfiel.
 - Die Übermittlung von Labordaten ließe sich durch ein innerklinisches Computernetzwerk wesentlich vereinfachen, damit unabhängig vom Ort der Patientenversorgung/Diagnostik anhand der aktuellen Laborwerte ohne Informationsverlust (z.B. unvollständiger Laborausdruck) weitere Therapiemaßnahmen eingeleitet werden könnten.
 - Auch im Bereich der innerklinischen Versorgung zeigte diese Studie Unterschiede in der Versorgung der Patienten mit schwerem Schädel-Hirn-Trauma in Bezug auf die Umsetzung der Leitlinien [14], z.B. Anzahl der bereitgestellten Blutkonserven, Labortest, Reihenfolge der radiologischen Diagnostik. Die Wiederherstellung bzw. Stabilisierung von Atmung und Herz-Kreislauffunktion stand jedoch auch hier immer im Vordergrund aller Maßnahmen.
 - Die Unterscheidung schweres SHT nach GCS ($GCS \leq 8$) und nach dem Vorschlag der DGU (AIS in ISS-Region 1 ≥ 4) zeigte auf, dass nicht immer die Schwere der äußerlich erkennbaren Schädelverletzung mit dem klinischen Schweregrad korreliert. Zudem war erkennbar, dass manche Patienten trotz schwerem Schädel-Hirn-Trauma einen GCS –Wert entsprechend einem leichten/mittelschweren SHT erreichen können, der das wirkliche Ausmaß des SHT nicht wiedergibt. Daraus ist zu folgern, dass jeder Verdacht auf schweres SHT solange als solches behandelt werden muss, bis zum Beweis des Gegenteils.

-
- Die in dieser Studie zum Teil fehlenden Daten, sowohl präklinisch als auch innerklinisch, könnten durch folgende Maßnahmen für künftige Studien zur Verfügung stehen:
 - Einsatz computerunterstützter digitaler Einsatzprotokolle (elektronisches Notfallprotokoll), die in der Zielklinik in die elektronische Patientenakte/TraumaWatch eingespielt werden.
 - Erfassung der eintreffenden Personen des SR-Teams mit Uhrzeit durch das Personal der Notaufnahme (bis zum Eintreffen des Dokumentationsassistenten)
 - Frühzeitige Alarmierung des Dokumentationsassistenten (steht an letzter Stelle des SR-Basisteam in TraumaWatch)
 - Hausinterne Vernetzung zur online-Abfrage der Laborwerte
 - Fachübergreifende Aus- und Weiterbildung aller an der Versorgung beteiligter Disziplinen, damit der Stellenwert dieses Procederes erkannt wird, evtl. bis hin zu „Standing orders“ gemäß den Leitlinien sowohl für die präklinische Versorgung als auch für die Schockraumversorgung (einheitliches Vorgehen unabhängig vom SR-Teamleader)

KAPITEL 5

Zusammenfassung

Die präklinische sowie die frühklinische Versorgung schwerverletzter Schädel-Hirn traumatisierter Patienten stellt einen komplexen Arbeitsprozess dar. Durch eine gute und zügige Versorgung von Patienten mit schwerem Schädel-Hirn-Trauma, insbesondere in der posttraumatischen Frühphase, lässt sich deren Outcome verbessern. Ziel dieser Studie war es, die Umsetzung der von den nationalen Fachgesellschaften (Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Deutsche Gesellschaft für Neurochirurgie) aufgestellten Leitlinien zur Versorgung von Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma (SHT) zu untersuchen.

Im Zeitraum vom 01.05.1999 bis 15.08.2000 wurden im Schockraum des Bundeswehrkrankenhauses Ulm 294 Traumapatienten (204 Männer, 90 Frauen, Durchschnittsalter 39 Jahre) versorgt. Davon hatten je 38 Patienten ein schweres SHT (Glasgow Coma Scale < 9 bzw. Abbreviated Injury Score in Injury Severity Score-Region 1 \geq 4) erlitten und waren durch Personal des Rettungshubschraubers (RTH) SAR Ulm 75 versorgt worden. Bei 23 bzw. 26 Patienten erfolgte die Erstversorgung durch Personal von Notarztwagen (NAW). Die Auswertung der präklinischen Versorgung wurde anhand der Notarztprotokolle, die der Schockraumversorgung anhand der Schockraumdokumentation durchgeführt.

Das primäre Ziel der präklinischen Versorgung besteht in der Wiederherstellung bzw. Aufrechterhaltung von Atmung und Kreislauf. Die hierfür notwendige Intubation und Beatmung erfolgte bei den RTH Patienten in 84-100% der Fälle, hingegen bei den NAW Patienten nur in 46-70%. Die Anlage mehrerer großlumiger peripher-venöser Zugänge geschah bei über der Hälfte der RTH Patienten gegenüber weniger als 30% im Kollektiv der NAW Patienten. Auch die Anwendung einer Cervikalstütze erfolgte mit 84% weitaus häufiger im RTH Kollektiv. Die Analyse der Schockraumdokumentation zeigte, dass bei den RTH Patienten weitaus häufiger invasive Maßnahmen ergriffen wurden; 34 bzw. 42% der

Patienten erhielten einen Zentralvenenkatheter und beinahe alle Patienten eine arterielle Kanüle. Während der Einsatz von Fremdblut bei weniger als 10% der NAW Patienten erfolgte, war diese Maßnahme doppelt so oft im RTH Kollektiv nötig.

Die Versorgung der Patienten mit schwerem Schädel-Hirn-Trauma erfolgte weitgehend entsprechend den Leitlinien. Dennoch sind einige Defizite aufgefallen, die durch Aus- und Weiterbildung des in der Versorgung eingesetzten Personals aufgeholt werden können. Die zum Teil ungleiche Versorgung im Schockraum findet ihre Erklärung unter anderem in der Schwere der Begleitverletzungen, die vor allem bei den Patienten des RTH Kollektivs häufig gravierender waren. Durch Verbesserungen in der Logistik (z.B. Computertomograph freihalten) ließen sich Wartezeiten vermeiden oder zumindest deutlich reduzieren. Die Ergebnisse für die verstorbenen Patienten lassen vermuten, dass die Versorgung gemäß den Leitlinien das Outcome von Patienten mit schwerem Schädel-Hirn-Trauma verbessert, da ihre Versorgung keine nennenswerte Unterschiede zur Versorgung der überlebenden Patienten aufweist. Somit darf davon ausgegangen werden, dass die Schwere ihrer Verletzungen trotz der durchgeführten Maßnahmen kein Überleben zuließen.

Manche der gefundenen Defizite liegen jedoch auch in der mangelnden Dokumentation (vor allem präklinisch) begründet. Mögliche Verbesserungen weiterer Studien könnten durch elektronische Einsatzdokumentation mit anschließender Datenübertragung in der Zielklinik, klinikinterne Vernetzung zur online-Übermittlung von Laborwerten und frühzeitige Alarmierung des Dokumentationsassistenten erreicht werden.

KAPITEL 6

Literaturverzeichnis

- (1) ARBEITSGEMEINSCHAFT INTENSIVMEDIZIN UND NEUROTRAUMATOLOGIE DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR NEUROCHIRURGIE UND WISSENSCHAFTLICHER ARBEITSKREIS NEUROANÄSTHESIE DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN: Leitlinien zur Primärversorgung von Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma. *Anästhesiologie und Intensivmedizin* 38: 89-93 (1997)
- (2) ARBEITSGEMEINSCHAFT „SCORING“ DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR UNFALLCHIRURGIE: Das Traumaregister der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie. *Der Unfallchirurg* 97: 230-237 (1994)
- (3) ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF AUTOMOTIVE MEDICINE: The Abbreviated Injury Scale 1990 Revision. Association for the Advancement of Automotive Medicine – Des Plaines, Illinois 60018 USA (Hrsg.) (1990)
- (4) ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF AUTOMOTIVE MEDICINE: The Abbreviated Injury Scale 1990 Revision – Update 98. Association for the Advancement of Automotive Medicine – Des Plaines, Illinois 60018 USA (Hrsg.) (1998)
- (5) BAETHMANN A, LEHR D, WIRTH A: Prospective Analysis of Patient Management in Severe Head Injury. *Acta Neurochirurgica [Suppl]* (Wien) 71: 107-110 (1998)

- (6) BAETHMANN A, LEHR D, WIRTH A: System Analysis of Patient Management During the Pre- and Early Clinical Phase in Severe Head Injury. *Acta Neurochirurgica [Suppl] (Wien)* 73: 93-97 (1999)
- (7) BAKER AJ: Management of the severely head injured patient. *Canadian Journal of Anesthesiology* 46: R35-R40 (1999)
- (8) BAKER SP, O'NEILL B, HADDON W, LONG WB: The Injury Severity Score: A Method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *The Journal of Trauma* 14: 187-196 (1974)
- (9) BAKER SP, O'NEILL B: The Injury Severity Score: An update. *The Journal of Trauma* 16: 882-885 (1976)
- (10) BULLOCK R, CHESNUT RM, CLIFTON G, GHAJAR J, MARION DW, NARAYAN RK, NEWELL DW, PITTS LH, ROSNER MJ, WILLBERGER JW: Guidelines for the Management of Severe Head Injury. *European Journal of Emergency Medicine* 2: 109-127 (1996)
- (11) CHESNUT RM: The Management of Severe Traumatic Brain Injury. *Emergency Medicine Clinics of North America* 15: 581-601 (1997)
- (12) CHI JH, KNUDSON MM, VASSAR MJ, McCARTHY MC, SHAPIRO MB, MALLETT S, HOLCROFT JJ, MONCRIEF H, NOBLE J, WISNER D, KAUPS KL, BENNICKE LD, MANLEY GT: Prehospital hypoxia affects outcome in patients with traumatic brain injury: a prospective multicenter study. *The Journal of Trauma* 61: 1134-1141 (2006)
- (13) CUNITZ G: Die Erstversorgung des Schädel-Hirn-Trauma-Patienten. *Der Anästhesist* 44: 369-391 (1995)
- (14) DINKEL M, HENNES J: Innerklinische Akutversorgung des Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma. *Anästhesiologie und Intensivmedizin* 39: 399-412 (1998)

- (15) DONABEDIAN A: The quality of care. The Journal of the American Medical Association 260: 1743-1748 (1998)
- (16) ECKSTEIN M: The Prehospital and Emergency Department Management of Penetrating Head Injuries. Neurosurgery Clinics of North America 6: 741-751 (1995)
- (17) ERHARD J, WAYDHAS C, LACKNER CK, KANZ K-G, RUCHHOLTZ S, SCHWEIBERER L: Präklinische Diagnostik und Versorgung beim schweren SHT. Der Unfallchirurg 99: 534-540 (1996)
- (18) GENTLEMAN D, DEARDEN M, MIDGLEY S, MACLEAN D: Guidelines for resuscitation and transfer of patients with serious head injury. British Medical Journal 307: 547-552 (1993)
- (19) GROTE S, LEFERING R, BOUILLON B: Ist die Glasgow Coma Scale zur Definition des schweren Schädel-Hirn-Traumas geeignet? Jahrestagung des Traumaregisters der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie, München (2001 persönliche Mitteilung)
- (20) GRUEN P, LIU C: Current Trends in the Management of Head Injury. Emergency Medicine Clinics of North America 16: 63-83 (1998)
- (21) HELM M, HAUKE J, WEISS A, LAMPL L: Troponin T als biochemischer Marker der Myokard-Kontusion in der Frühphase nach Trauma. Der Chirurg 70: 1347-1352 (1999)
- (22) HENNES HJ: Schädel-Hirn-Trauma – Innerklinische Akutversorgung. Notfall und Rettungsmedizin 4: 223 (1998)
- (23) JEREMITSKY E, OMERT L, DUNHAM CM, PROTETCH J, RODRIGUEZ A: Harbingers of poor outcome the day after severe brain injury: hypothermia, hypoxia, and hypoperfusion. The Journal of Trauma 54:312-319 (2003)

- (24) KULLA MO, HELM M, LAMPL L: Pen-Computer gestützte Schockraum-Dokumentation auf der Basis des Schwerverletztenerhebungsbogens der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU). Wehrmedizin und Wehrpharmazie 3: 88-90 (1998)
- (25) KULLA MO: Pen-Computer gestützte Schockraumdokumentation basierend auf dem Schwerverletzten-Erhebungsbogen der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU). Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin der Medizinischen Fakultät der Universität Ulm. Augsburg, 2001
- (26) LEFERING R: Definition des Schädel-Hirn-Traumas – Wie aussagekräftig ist die Glasgow Coma Scale? (2001 persönliche Mitteilung)
- (27) MAAS AIR, DEARDEN M, TEASDALE GM, BRAAKMAN R, COHADON F, IANNOTTI F, KARIMI A, LAPIERRE F, MURRAY G, OHMAN J, PERSSON L, SERVADEI F, STOCCHETTI N, UNTERBERG A: EBIC-Guidelines for Management of Severe Head Injury in Adults. European Brain Injury Consortium. Acta Neurochirurgica (Wien) 139: 286-294 (1997)
- (28) MILLER JD: Head Injury. Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry 56: 440-447 (1993)
- (29) NAST-KOLB D, WAYDHAS C, KANZ K-G, SCHWEIBERER L: Algorithmus für das Schockraummanagement beim Polytrauma. Der Unfallchirurg 97: 292-302 (1994)
- (30) NERLICH M, TSCHERNE H: Der Trauma-Algorithmus - Entscheidungshilfe bei der Erstversorgung Schwerverletzter. Zentralblatt für Chirurgie 112: 1455-1472 (1987)

- (31) OLDENKOTT P: Das Schädel-Hirn-Trauma. In: WAGNER K (Hrsg): Polytrauma im Rettungsdienst; Referateband des 6. Allgäuer Notfallsymposiums. Hofmann, Augsburg, S.89-97 (1994)
- (32) PARZHUBER A, RUCHHOLTZ S, SCHWEIBERER L: Das schwere Schädel-Hirn-Trauma. Der Unfallchirurg 99: 541-547 (1996)
- (33) PROUGH DS, LANG J: Therapy of Patients with Head Injuries: Key Parameters for Management. The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care 42: S10-S18 (1997)
- (34) SCHEINGRABER S, REULEN HJ: Praxis präklinischer Versorgung Schädel-Hirn-Traumatisierter. Notfall und Rettungsmedizin 2: 84-91 (1999)
- (35) SILVESTRI S, ARONSON S: Severe Head Injury: Prehospital and Emergency Department Management. The Mount Sinai Journal of Medicine 64: 329-338 (1997)
- (36) SINGBARTL G: Die Bedeutung der präklinischen Notfallversorgung für die Prognose von Patienten mit schwerem Schädel-Hirn-Trauma. Anästhesie Intensivtherapie Notfallmedizin 20: 251-260 (1985)
- (37) SINGBARTL G, CUNITZ G: Pathophysiologische Grundlagen, notfallmedizinische Aspekte und anaesthesiologische Maßnahmen beim schweren Schädel-Hirn-Trauma. Der Anästhesist 36: 321-332 (1987)
- (38) TEASDALE G, JENNETT B: Assessment of coma and impaired consciousness. A practical scale. The Lancet 2: 81-84 (1974)
- (39) THE BRAIN TRAUMA FOUNDATION. THE AMERICAN ASSOCIATION OF NEUROLOGICAL SURGEONS. THE JOINT SECTION ON NEUROTRAUMA AND CRITICAL CARE: Initial Management. Journal of Neurotrauma 17: 463-468 (2000)

- (40) THE BRAIN TRAUMA FOUNDATION. THE AMERICAN ASSOCIATION OF NEUROLOGICAL SURGEONS. THE JOINT SECTION ON NEUROTRAUMA AND CRITICAL CARE: Resuscitation of blood pressure and oxygenation. *Journal of Neurotrauma* 17: 471-478 (2000)
- (41) THOMAS A, BERLINGHOF HG, BOCK KH, LAMPL L: Outcome factors in severe skull-brain trauma. A retrospective analysis of 228 (1619 patients). *Anästhesiologie Intensivtherapie Notfallmedizin Schmerztherapie* 35: 91-97 (2000)
- (42) TODOROW S, OLDENKOTT P (Hrsg): *Praktische Hirntraumatologie*. 3. Auflage. Deutscher Ärzte-Verlag, Köln (1992)
- (43) WARD JD: Prehospital Care. *Neurosurgery Clinics of North America* 2: 251-255 (1991)
- (44) WARNER KJ, CUSCHIER J, COPASS MK, JURKOVICH GJ, BULGER EM: The impact of prehospital ventilation on outcome after severe traumatic brain injury. *The Journal of Trauma* 62: 1330-1336 (2007)
- (45) WATTS DD, HANFLING D, WALLER M, GILMORE C, FAKHRY SM, TRASK AL: An evaluation of the use of guidelines in prehospital management of brain injury. *Prehospital Care* 8: 254-261 (2004)

- (46) WISSENSCHAFTLICHER ARBEITSKREIS NEUROANÄSTHESIE DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN, ARBEITSGEMEINSCHAFT INTENSIVMEDIZIN/NEUROTRAUMATOLOGIE DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR NEUROCHIRURGIE UND DER SEKTION RETTUNGSWESEN UND KATASTROPHENMEDIZIN DER DEUTSCHEN INTERDISZIPLINÄREN VEREINIGUNG FÜR INTENSIV- UND NOTFALLMEDIZIN ZUSAMMEN MIT DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR UNFALLCHIRURGIE SOWIE DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR CHIRURGIE UNTER BETEILIGUNG DER FACHGESELLSCHAFTEN FÜR OPHTHALMOLOGIE, UROLOGIE, HALS-NASEN-OHREN-HEILKUNDE UND MUND-KIEFER-GESICHTSCHIRURGIE: Empfehlungen zur Erstversorgung des Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma bei Mehrfachverletzung. *Anästhesiologie und Intensivmedizin* 41: 39-45 (2000)

Kapitel 7

Anhang

7.1 Verwendete Klassifikationssysteme

7.1.1 Glasgow Coma Scale

Tabelle 25: Die Glasgow Coma Scale

| Rubrik | Parameter | Bewertung | Punkte |
|----------|----------------------------|------------------------------|----------|
| A | Augenöffnen | Spontan | 4 |
| | | Auf Anruf | 3 |
| | | Auf Schmerz | 2 |
| | | Kein | 1 |
| B | Verbale Reaktion | Orientiert | 5 |
| | | Verwirrt | 4 |
| | | Inadäquat | 3 |
| | | Unverständlich | 2 |
| | | Keine | 1 |
| C | Motorische Reaktion | Auf Aufforderung | 6 |
| | | Gezielt auf Schmerz | 5 |
| | | Ungezielt auf Schmerz | 4 |
| | | Beugesynergien | 3 |
| | | Strecksynergien | 2 |
| | | Keine | 1 |

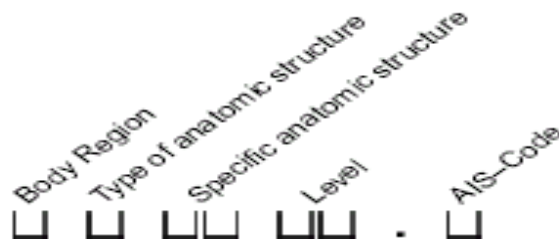
Die Gesamtpunktzahl berechnet sich unter Verwendung des höchsten Punktwertes der drei Rubriken nach folgender Formel:

$$\text{GCS} = \text{A} + \text{B} + \text{C}$$

Es können maximal 15 Punkte (bewusstseinsklar, ansprechbar) erreicht werden. Die niedrigste Punktezahl beträgt 3 Punkte (bewusstlos).

7.1.2 Abbreviated Injury Scale

Die Abbreviated Injury Scale (AIS) ist ein rein anatomisches Klassifikationssystem. Sie wurde von der Association for the Advancement of Automotive Medicine entwickelt und 1971 erstmals publiziert. Im Jahre 1976 wurde das erste AIS Verzeichnis gedruckt, in dem mehr als 500 Verletzungsbeschreibungen aufgelistet waren. Dieses Verzeichnis erfuhr 1980 eine Revision. Hier wurden hauptsächlich Verbesserungen bei der Codierung von Kopfverletzungen erzielt. Zudem erfolgten Veränderungen in der Klassifikation der Schweregrade bestimmter Verletzungen sowie von Verbrennungen und Hautläsionen. Die AIS wurde 1990 modifiziert [3] und 1998 wurde das Update dieser Modifikation publiziert [4]. Im Folgenden ist der Aufbau der AIS, gemäß der ABBREVIATED INJURY SCALE REVISION 1990 – UPDATE 98, gezeigt:



Jede Verletzung ist nach diesem Schema im AIS beschrieben und wird durch den AIS Schweregrad (AIS-Code) ergänzt. Dieser bewegt sich auf einer Skala von 1 bis 6, dabei ist 1 eine geringe und 6 eine nicht zu überlebende Verletzung.

7.1.3 Injury Severity Score

Der Injury Severity Score (ISS) [8,9] ist ein Maß zur Einschätzung der anatomischen Verletzungsschwere. Die Errechnung basiert auf dem AIS. Hierfür unterteilt man den Körper in 6 Regionen, wobei nicht immer diese Regionen mit den Body Regions des AIS übereinstimmen. Für jede ISS-Region wird die Verletzung mit dem höchsten AIS Punktwert (max.5) ermittelt. Man summiert die Quadrate der drei am stärksten betroffenen Regionen. Dies ergibt Werte zwischen 1 und 75. Ein einzelner AIS Punktwert von 6 wird als ISS 75 gewertet.

$$\text{ISS} = (\text{max. AIS Region A})^2 + (\text{max. AIS Region B})^2 + (\text{max. AIS Region C})^2$$

Danksagung

Herrn Oberstarzt Professor Doktor Lampl, Doktorvater dieser Arbeit, gebührt mein Dank für die Überlassung dieses äußerst interessanten und lehrreichen Promotionsthemas.

Bei meiner Familie, meinen Eltern und Freunden möchte ich mich für ihr Verständnis bedanken, sowie für ihre Ermutigungen in den letzten fünf Jahren.

Danken möchte ich meinen Mitdoktoranden (speziell Herrn Martin Kulla und Herrn Volker Wieland), dem Personal der Notaufnahme sowie einigen Pflegekräften und Ärzten der Abteilung Anästhesiologie und Intensivmedizin am BwKrHs Ulm für die Unterstützung bei der Realisierung dieser Arbeit.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Oberfeldarzt Doktor Helm, der mich während der gesamten Arbeit betreute und mir stets mit wertvollen Ratschlägen zur Seite stand.

II

Lebenslauf

| | |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Name: | Ansgar Söll |
| Geburtstag und -ort: | 01.12.1966, Herrenberg |
| Familienstand: | verheiratet, ein Kind |
| Nationalität: | Deutscher |
| 1973 – 1977 | Grundschule in Lautern |
| 1977 – 1983 | Realschule Heubach |
| 1983 | Erwerb der Mittleren Reife |
| 1983 – 1984 | Werner Siemens Schule Stuttgart, einjährige Berufsfachschule für Elektrotechnik |
| 1991 – 1995 | AKAD Abiturvorbereitung |
| 1995 | Erwerb der allgemeinen Hochschulreife |
| 1989 – 1990 | Grundwehrdienst; San II Ausbildung/BWK München |
| 1984 – 1987 | Radio- und Fernsehtechnikerlehre, Fa. Knirsch Stuttgart |
| 1987 | Gesellenprüfung |
| 1985 – 1987 | Rettungssanitäter Ausbildung, Malteser Hilfsdienst |
| 1995 – 2002 | Studium der Humanmedizin an der Universität Ulm |
| 1998 | Ärztliche Vorprüfung |
| 1999 | Erster Abschnitt der ärztlichen Prüfung |
| 2001 | Zweiter Abschnitt der ärztlichen Prüfung |
| 2002 | Dritter Abschnitt der ärztlichen Prüfung |
| 1987 – 1987 | Radio- und Fernsehtechniker, Fa. Beran, Bargau |
| 1987 – 1988 | Radio- und Fernsehtechniker, US-Army, Esslingen |
| 1988 – 1995 | Rettungssanitäter / Rettungsassistent, DRK KV Rems-Murr Fahrdienst und Rettungsleitstelle |
| 1996 – 2003 | Rettungsassistent, MHD Schwäbisch Gmünd |
| 2002 – 2003 | Arzt im Praktikum in der Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin am Klinikum Heidenheim (Leitung: Dr. H. Wündisch) |
| 01.2004 – heute | Assistenzarzt am Institut für Anästhesie und Intensivmedizin am Klinikum Ingolstadt (Leitung: Prof. Dr. G. Lenz) |