

Empfehlungen zur Erstversorgung des Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma bei Mehrfachverletzung*

des Wissenschaftlichen Arbeitskreises Neuroanästhesie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin, der 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- und Gesichtschirurgie

Erstversorgung des Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma bei Mehrfachverletzung

Der Wissenschaftliche Arbeitskreis Neuroanästhesie der DGAI und die Arbeitsgemeinschaft Intensivmedizin/Neurotraumatologie der DGNC unterhalten eine Arbeitsgruppe "Neurotrauma", die unter anderem Empfehlungen zur Versorgung hirnerkrankter Patienten erarbeitet. Die von dieser Arbeitsgruppe erstellten "Leitlinien zur Primärversorgung von Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma" sind 1997 in Heft 2 dieser Zeitschrift (2a) veröffentlicht worden. Das Schädel-Hirn-Trauma (SHT) bestimmt bei polytraumatisierten Patienten die Prognose, deshalb erschien es notwendig, Empfehlungen zur Erstversorgung mehrfachverletzter Patienten mit SHT zu formulieren. Dem interdisziplinären Ansatz der Versorgung entsprechend wurden diese Empfehlungen in Zusammenarbeit mit den beteiligten Fachgesellschaften und der Deutschen interdisziplinären Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI) erarbeitet.

Vorwort

Trauma ist die häufigste Todesursache in der Altersgruppe der ein- bis 34-jährigen (29). Bis zum Jahre 2020 wird weltweit eine Zunahme traumabedingter Todesfälle von 5,1 auf 8,4 Millionen jährlich prognostiziert (21). Von allen Traumen hat das Polytrauma die ungünstigste Prognose; schließt das Verletzungsmuster ein

Schädel-Hirn-Trauma ein, so ist dieses in der Regel prognoselimitierend (19, 28).

Wenn die Prävention versagt, steht eine menschlich, sozial und ökonomisch außerordentlich belastende Behandlung an – häufig mit ungewissem Ausgang. Das Continuum von der präklinischen Primärversorgung bis zur Rehabilitation ist nur bei interdisziplinärer Durchführung erfolgversprechend, weil sich bei Polytraumatisierten konkurrierende Behandlungsprinzipien gegenüberstellen können. So steht ein Therapieziel der Behandlung des Schädel-Hirn-Traumas, die Stabilisierung des arteriellen Mitteldruckes über 90 mmHg, der bei penetrierendem Bauchtrauma propagierten "tolerierten Hypovolämie" (3) entgegen. Gleiches gilt für die Kombination aus Schädel-Hirn- und Thoraxtrauma: Exemplarisch seien die Maßnahmen Beatmung, permissive Hyperkapnie und Hypothermie genannt.

Für das Ergebnis richtungweisend ist die frühe posttraumatische Phase, "the golden hour of shock". Voraussetzung für ein rationales Versorgungskonzept ist die kritische Standortbestimmung klinischer Verfahren auf der Basis physiologisch-pathophysiologischer Erkenntnisse im Sinne der Evidence-based Medicine.

Erarbeitet wurde die vorliegende Empfehlung von den o.g. Organisationen. Sie baut auf der von den erstgenannten Arbeitsgruppen veröffentlichten Leitlinie Primärversorgung des Patienten mit schwerem Schädel-Hirn-Trauma auf (2 a, b).

Die Empfehlung zur Erstversorgung des Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma bei Mehrfachverletzung wendet sich an alle mit der Akutversorgung dieser Patienten befaßten Berufs-

* Anästh. Intensivmed. 41 (2000) 39 - 45

gruppen. Ziel der Empfehlung ist die Verbesserung der Versorgung des polytraumatisierten Patienten mit vermutetem oder gesichertem Schädel-Hirn-Trauma in der Akut- und der frühen Postakutphase auf der Grundlage eines interdisziplinären Behandlungskonzeptes.

Die Empfehlung basiert auf dem derzeitigen Stand gesicherter Erkenntnisse. Es liegt in der Natur der Sache, daß derartige Leitlinien in unregelmäßigen Abständen überarbeitet werden müssen; für Hinweise zur Fortschreibung sind die beteiligten Arbeitsgruppen dankbar.

1. Organisation und Struktur der Erstversorgung

1.1 Wege zum Krankenhaus

Wege zum Krankenhaus müssen eindeutig und klar gekennzeichnet, ausreichend beleuchtet und jederzeit freigehalten werden. Der Landeplatz für Rettungshubschrauber ist räumlich möglichst eng an den Schockraum anzubinden.

1.2 Schockraum

Im Schockraum sind alle räumlichen, medizintechnischen und personellen Voraussetzungen gegeben, um jederzeit eine dem Verletzten angemessene Erstversorgung zu gewährleisten. Dies bedeutet:

- unverzügliche Wiederherstellung und Aufrechterhaltung der Vitalfunktionen (Atmung, Kreislauf)
- Diagnostik, Bewertung und Akutbehandlung von Funktionsstörungen der lebenswichtigen Organsysteme (Schädel, Thorax, Abdomen).

1.3 Organisatorische Voraussetzungen

1.3.1 Alarmierung des Krankenhauses

Im Krankenhaus ist eine zentrale Anlaufstelle für Notfälle einzurichten. In dieser zentralen Anlaufstelle ist für die Alarmierung ein Telefon mit bekannter Rufnummer für Rettungsleitstellen und Rettungsdienste ("Rotes Telefon") ständig zu besetzen. Versehentlich dezentral gemeldete Patienten sind sofort an diese Zentrale zu melden und weiterzuleiten. Die zentrale Anlaufstelle übernimmt:

- die Aufnahme der Basisdaten¹⁾
- die Alarmierung des Schockraum-Basisteams (1.3.4)
- in Abhängigkeit vom Verletzungsmuster in Absprache mit dem verantwortlichen Arzt die zusätzliche Alarmierung des erweiterten Schockraum-Basisteams (1.3.4).

Die Alarmierung erfolgt unverzüglich (zentraler Gruppenruf).

1.3.2 Räumliche und apparative Voraussetzungen

Der Schockraum ist in die zentrale Notaufnahme zu integrieren. Er hat eine Mindestgröße von 25 m² je Behandlungsplatz. Zu fordern sind eine zentrale Gasver- und -entsorgung, eine Notstromversorgung, Ausstattung mit mindestens zwei getrennt voneinander anwählbaren, fernamtsberechtigten Telefonen. In unmittelbarer Nähe befinden sich:

- Raum für Noteingriffe
- Konventionelle Röntgeneinheit mit Durchleuchtungsmöglichkeit
- Gerät(e) zur sofortigen Analyse von Blutgasen und Bestimmung von Hämoglobin, Hämatokrit, Natrium, Kalium und Blutzucker
- Computertomographie (günstig: Spiral-CT)
- Angiographie-Einheit.

Weitere Voraussetzungen sind die ständige Bereitschaft/Verfügbarkeit von Labor (Tab. 7) und Blutbank/-depot.

1.3.3 Grundausstattung des Schockraums

1.3.3.1 Ausstattung Anästhesiologie

- Narkosebeatmungsgerät (nach DIN-EN 740)
- Überwachungsgeräte (EKG-, Puls-, Blutdruckmonitor (für blutige und unblutige Messung), Kapnometer, Pulsoxymeter)
- Notfallmedikamente und Infusionswagen
- 2 Absauggeräte
- Defibrillator
- Katheter- und Punktions-Sets
- Sets für die Atemwegssicherung
- Spritzenpumpen (mindestens 2)

¹⁾ Anzahl und Altersgruppen der Verletzten, Transportart, Art des Unfalls, Verletzungsmuster, Zustand der Vitalfunktionen, Maßnahmen (Intubation), voraussichtliche Eintreffzeit

- Wärmegeräte für Patienten
- Wärmegeräte für Infusionen
- Wärmegeräte für Blut und Blutbestandteile.

1.3.3.2 Ausstattung chirurgische Fächer

- Röntgenstrahlendurchlässige, mobile, verstellbare Schockraumtrage
- Sonograph
- Röntgengerät
- Dopplersonograph
- Fertige, griffbereite Notfall-Sets für
 - Beckenzwinge
 - Blasenkatheter
 - Bronchoskopie
 - Koniotomie (Tracheotomie)
 - Kraniotomie
 - Laparotomie
 - Tamponaden des Nasen-Rachen-Raumes
 - Thorakotomie
 - Thoraxdrainage
 - Venae sectio
 - Verbrennung
 - Wundversorgung (große und kleine)
 - Zervikalorthese (verschiedene Größen)
 - Schienenmaterial.

1.3.4 Schockraum-Team

Das Schockraum-Team arbeitet kooperativ und kollegial. Innerhalb des Teams übernimmt ein Arzt, der in der Versorgung mehrfachverletzter Patienten besonders erfahren ist, die Koordination der Abläufe von Diagnostik und Therapie (32).

Das Basisteam des Schockraums (Tab. 1) ist rund um die Uhr für die Erstversorgung der Verletzten einsatzbereit und gewährleistet die (operative) Versorgung. Es erwartet den Verletzten im Schockraum. Bei Bedarf wird es im Einvernehmen mit dem Schockraum-Koordinator durch Mitglieder des erweiterten Schockraum-Teams (Tab. 2) ergänzt.

2. Übergabe des Patienten durch den Notarzt

Die Übergabe des Patienten in der Notaufnahme ist wesentlicher Schnittpunkt der Behandlungskette (2a, b; 9). Bei Eintreffen des Patienten wird daher ein ärztliches Mitglied des Schockraum-

Tabelle 1: Zusammensetzung des Schockraum-Basisteam.

Disziplin	Qualifikation	Anzahl
<u>Ärztliches Personal</u>		
Anästhesiologie	Facharztqualität	1 - 2
Chirurgie/Unfallchirurgie	Facharztqualität	1 - 2
Neurochirurgie (Neurologie)	Facharztqualität	1
<u>Pflegepersonal</u>		
Notaufnahme	Pflegekraft	2
Anästhesie	Fachpflegekraft	1 - 2
<u>Technisches Personal</u>		
Radiologie	MTA	1
Sonstige	Transportaufgaben, Reinigung	1

Tabelle 2: Zusammensetzung des erweiterten Schockraum-Basisteam.

Disziplin	Qualifikation	Anzahl
<u>Ärztliches Personal</u>		
Augenheilkunde	Facharztqualität	1
Gefäßchirurgie	Facharztqualität	1
HNO-Heilkunde	Facharztqualität	1
Kinderchirurgie	Facharztqualität	1
MKG-Chirurgie	Facharztqualität	1
Radiologie (Neuroradiologie)	Facharztqualität	1
Thoraxchirurgie	Facharztqualität	1
Urologie	Facharztqualität	1
<u>Pflegepersonal</u>		
OP-Personal	Fachpflegekraft, ggf. ergänzt durch fachspezifisches OP-Personal	mind. 2
<u>Technisches Personal</u>		
Labor, Blutbank, Radiologie	MTA	mind. 1

Teams vom Notarzt/Rettungspersonal mündlich und schriftlich über den Patienten informiert (Tab. 3). Die schriftliche Übergabe erfolgt anhand eines standardisierten Protokolls (empfohlen: DIVI-Notarzteinsatzprotokoll (8)). Dieses ist lesbar und vollständig auszufüllen. Name und Adresse des Notarztes/Rettungspersonals sind lesbar im Protokoll anzugeben.

Der umfassenden Darstellung des neurologischen Befundes ist besondere Sorgfalt zu widmen. Dieser muß die Bewußtseinslage, Motorik (Beurteilung nach der Glasgow-Koma-Skala) und Pupillenmotorik enthalten. Es ist zu vermerken, ob Besonderheiten vorliegen, die den neurologi-

schen Befund beeinflusst haben könnten (Intoxikation, Hypoxämie, Hypotonie u.a.). Während der Transportphase eingetretene Änderungen des Befundes sind zu dokumentieren. Schriftliche Dokumentation (empfohlen: auf dem DIVI-Protokoll (8)).

3. Erstversorgung

Die Erstversorgung gliedert sich in mehrere Behandlungsphasen und umfaßt auch die Maßnahmen der Notfalldiagnostik.

3.1 Reanimationsphase

In der Reanimationsphase werden die Maßnahmen getroffen, die der unmittelbaren Wiederherstellung und Stabilisierung der Vitalfunktionen sowie der Blutstillung dienen (5, 7, 18).

3.2 Operative Phase I

Auf die Reanimationsphase folgt je nach dem klinischen Bild und einer prioritätenabhängigen Akutdiagnostik die operative Phase I (12, 26, 27, 33). In dieser wird die unmittelbare Bedrohung operativ beseitigt (26). Mehrere vital bedrohliche Verletzungen müssen ggf. simultan versorgt werden. Die Reihenfolge der Untersuchungen richtet sich nach den klinischen Verdachtsmomenten, weil jede einzelne Blutung für sich unmittelbar lebensbedrohlich sein kann. Anhaltspunkte ergeben sich aus dem Unfallhergang, dem Verlauf der Vitalfunktionen und der Kontrolle des neurologischen Status (der Bewußtseinslage, Pupillenweite und -reaktion, und der motorischen Funktionen). Epidurale und akute subdurale Hämatome sind im allgemeinen sofort operationsbedürftig, wenn folgende Befundkonstellation vorliegt:

- Bewußtlosigkeit oder zunehmende Bewußtseinsstörung
- einseitige Pupillenerweiterung
- Hemiparese.

Im Computertomogramm findet sich dann eine Verlagerung der Mittellinienstrukturen und Kompression der basalen Zisternen.

Bei Bewußtlosigkeit und Verdacht auf Schädel-Hirn-Trauma ist eine sofort operationspflichtige intrakranielle Blutung so lange anzunehmen, bis

Tabelle 3: Obligate Informationen für die Übergabe des Patienten.

- Unfallzeitpunkt/-hergang
 - Art des Unfalls
 - Besondere Rettungssituation
- Eigen-, Fremdanamnese (Vorerkrankungen)
- Verletzungsmuster
- Verdachtsdiagnosen (z.B. Blutungen, Aspiration, Intoxikation)
- Untersuchungsergebnisse
 - Atmung
 - Kreislauf
 - Initialer neurologischer Befund (Bewußtseinslage, Motorik, Pupillenbefund)
 - Periphere Durchblutung
 - Schmerzlokalisierung
- Therapie
 - Beatmung (Intubation, Respiratordaten)
 - Lagerung (Vakuummattmatratze)
 - Immobilisierung (HWS, Extremitäten)
 - Thoraxdrainage
 - Venenzugänge
 - Medikation (Dosis, Zeitpunkt)
- Sonstige Daten
 - Patientendaten (Name, Anschrift, Angehörige)
 - Transport
 - Vergebliche Punktions- und Intubationsversuche

Tabelle 4: Untersuchungen zum Nachweis von Blutungen.

- Intrakranielle Blutung: kraniale Computertomographie
- Intrathorakale Blutung: Röntgenaufnahme a.p., ggf. Spiral-CT
- Intraabdominelle Blutung: Sonographie, ggf. Spiral-CT

sie nachgewiesen oder ausgeschlossen ist (Tab. 4).

Die Reihenfolge der zu ergreifenden Maßnahmen wird durch das Schockraum-Team festgelegt.

3.3 Stabilisierungsphase

Sobald die therapeutischen Ziele der operativen Phase I erreicht sind, beginnt die Stabilisierungsphase. In dieser werden Sekundärschäden, wie z.B. Blutgerinnungsstörungen nach Behandlung

o.g. Blutungen oder eine ausgeprägte Hypothermie (Kerntemperatur unter 32°C), korrigiert. Die Reevaluierung leitet die operative Phase II ein.

3.4 Operative Phase II

Dringlichkeit, Reihenfolge und Ausmaß der Eingriffe in der operativen Phase II sowie die Organisation der Weiterbehandlung werden in Absprache mit den beteiligten Disziplinen festgelegt. Limitierend für den Umfang der Eingriffe sind die vitalen Funktionen Atmung und Kreislauf sowie das Ausmaß und der Verlauf der zerebralen Schädigung.

Um sekundäre Hirnschäden (intrakranielle Blutungen, Kongestion, Ödem, hämorrhagische Kontusionen) einzugrenzen, sind die in Tabelle 5 aufgeführten Eingriffe zeitlich und methodisch zu begrenzen. Andere Eingriffe als die in Tabelle 5 genannten werden zu einem späteren Zeitpunkt (3.5) durchgeführt.

3.5 Weitere operative Phasen

Diese schließen sich nach hinreichender Stabilisierung des Zustands des Patienten gegebenenfalls an die Erstversorgung an.

3.6 Zugänge, Blutabnahmen, Diagnostik

Die Instrumentierung, Blutentnahme und Diagnostik erfolgen während der Phasen 3.1 bis 3.3.

3.6.1 Zugänge, Blutabnahmen

Patienten mit Mehrfachverletzungen und Schädel-Hirn-Trauma werden mit zwei bis drei großlumigen peripher-venösen Zugängen versorgt, die sicher fixiert werden. Bei extremer Kreislaufzentralisation kann ein mehrlumiger zentraler Katheter plaziert werden. Die Anlage eines Blasenkatheters ist obligat. Eine arterielle Kanüle wird gelegt, wenn dies ohne Zeitverzögerung möglich ist. Eine großlumige Magensonde wird transnasal plaziert, wenn keine Hinweise auf Frakturen der Frontobasis oder des Mittelgesichts vorliegen (Tab. 6). In unklaren Situationen wird sie transoral plaziert.

Sofort nach Eintreffen im Schockraum werden Blutproben zur Bestimmung der wichtigsten Laborwerte (Tab. 7) und Kreuzblut zur Bereitstellung von mindestens 5 Erythrozytenkonzent-

Tabelle 5: Indikationen für Eingriffe der operativen Phase II.

- Weitere intrakranielle Verletzungen (z.B. Impressionsfrakturen, direkt offenes Schädel-Hirn-Trauma, Kontusionen)
- Gefäßverletzungen
- Zunehmende Rückenmarkskompression
- Drohendes Kompartmentsyndrom
- Viszerale Verletzungen ohne Massenblutung
- Grob dislozierte Beckenfraktur
- Offene Frakturen
- Ausgedehnte Weichteilverletzung
- Instabile Wirbelsäulenverletzung
- Geschlossene Frakturen der langen Röhrenknochen (insbesondere des Femur und des Humerus)
- Offene Mittelgesichts- und Unterkieferfrakturen
- Bulbus-/Orbitaverletzungen
- Verletzungen des Urogenitaltraktes
- Perforationen der Luft- und Speisewege/Fremdkörper

Tabelle 6: Zugänge.

- 2-3 großlumige periphervenöse Zugänge
- Arterielle Kanüle
- Ggf. zentraler Venenkatheter
- Blasenkatheter
- Magensonde

Tabelle 7: Laborbestimmungen.

- Kleines Blutbild (Hämoglobin, Hämatokrit, Leukozyten, Thrombozyten)
- Arterielle Blutgasanalyse
- Elektrolyte (Natrium, Kalium, Kalzium)
- Blutgruppe
- Gerinnungsstatus (mit Quick, PTT, PTZ als Minimum)
- Harnstoff, Kreatinin, Blutzucker
- GOT, GPT, gGT, LDH, CK

traten entnommen. Die Proben sind sofort mit Entnahmezeitpunkt und Identität zu kennzeichnen und weiterzuleiten. Bei speziellen Fragestellungen werden diese obligaten Laborbestimmungen durch fakultative Tests (Bestimmung des Alkohols im Blut, Drogenscreening, Schwangerschaftstest) ergänzt.

3.6.2 Diagnostik

Parallel zu den obligaten Blutuntersuchungen und der Anlage von Zugängen wird bei jedem Patienten die Diagnostik der Akutperiode durchgeführt - soweit nicht schon in der Reanimationsphase geschehen. Die Reihenfolge der diagnosti-

schen Maßnahmen (Tab. 8) wird in Absprache mit dem Schockraum-Team festgelegt.

Ein primär unauffälliges kraniales Computertomogramm schließt eine sekundäre intrakranielle Blutung nicht aus (9, 11, 12, 15, 20, 23, 24, 31). Daher wird bei bewußtlosen/sedierten Patienten nach spätestens 6 Stunden ein Kontroll-CT durchgeführt, bei neurologischer Verschlechterung sowie gegebenenfalls vor längeren extrakraniellen Eingriffen auch früher.

3.6.2.1 Intrakranieller Druck

3.6.2.1.1 Indikationen zur Messung

Die gezielte Senkung des erhöhten intrakraniellen Druckes setzt dessen kontinuierliche Messung voraus (6, 22, 30, 24). Anhaltspunkte für einen erhöhten intrakraniellen Druck ergeben sich aus der Bewußtseinslage, dem Verlauf des neurologischen Befundes und dem Läsionstyp im CT. Die Indikation zur intrakraniellen Druckmessung ist im allgemeinen bei bewußtlosen Patienten bzw. bei höchstens 8 Punkten auf der Glasgow-Koma-Skala und einem pathologischen CT gegeben.

3.6.2.1.2 Verfahren

Der intrakranielle Druck kann an verschiedenen Meßorten registriert werden. Vor- und Nachteile der verschiedenen Meßorte sind in Tabelle 10 wiedergegeben.

An das Meß- und Registriersystem sind folgende Anforderungen zu stellen:

- Validität des Meßwertes (Tab. 11)

Tabelle 8: Diagnostik während der Akutphase.

- Röntgenaufnahme des Thorax (a.p.)
- Röntgenaufnahme der gesamten Wirbelsäule (in 2 Ebenen)
- Röntgenaufnahme des Beckens (a.p.)
- Sonographie des Abdomens
- Computertomographie des Schädels einschließlich des kraneo-zervikalen Übergangs (günstig: Spiral-CT)

Tabelle 9: Hinweise auf eine intrakranielle Druckerhöhung.

Klinisch:

Bewußtseinsstörung, Anisokorie, Hypertonie bei Bradykardie, Strecksynergismen

Computertomographisch:

Raumfordernde intrakranielle Blutung
Verstrichenes Kortexrelief
Einengung der Ventrikel und/oder der perimesenzephalen Zisternen
Kontusionen mit perifokalem Ödem

- Kontinuierliche Registrierung in Kurvenform (Papier oder Monitor)
- Bei Monitorsystemen Speicherung der Werte
- Ausreichende mechanische Stabilität
- Einfaches Entfernen bzw. Auswechseln.

Die intrakranielle Druckmessung wird im Rahmen der Operation einer akuten raumfordernden Blutung angelegt, sobald dies in der operativen Phase II ohne zusätzliche Gefährdung des Patienten möglich ist.

Tabelle 10: Vor- und Nachteile der ICP-Messung in Abhängigkeit vom Meßort.

Lokalisation	Vorteile	Nachteile
Ventrikulär	Rekalibrierung möglich; bei Systemen mit extrakraniell Druckaufnehmer sind Liquordrainage und Bestimmung von Compliance/Elastance möglich; genau.	Infektions- und Punktionsrisiko, Gefahr der Verstopfung des kommunizierenden Systems, bei engen Ventrikeln ist die Punktion erschwert.
Parenchymatös	Ubiquitäre Platzierung ist möglich. Die Trepanation ist kleiner als beim Ventrikelkatheter.	Das System ist nicht rekalibrierbar; Infektions- und Punktionsrisiko.
Subdural	Ausweichmöglichkeit, wenn andere Verfahren nicht möglich sind.	Technische und methodische Meßfehler sind häufig; das System ist nicht rekalibrierbar
Epidural	Relativ einfach durchführbar, Infektionsgefahr gering.	Technische und methodische Meßfehler sind häufig, das System ist nicht rekalibrierbar, die Kurve ist gedämpft

3.6.2.1.3 Behandlung

Verschlechtert sich die Bewußtseinslage des Patienten und treten Zeichen der Einklemmung (Anisokorie, Hemiparese oder Strecksynergismen) als Hinweis auf eine intrakranielle Drucksteigerung auf, ist die Kurzinfusion von Mannitol (0,3 - 1,5 g/kg KG über 15 Min.) indiziert. Für Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma ist die Wirksamkeit einer speziellen Medikation (z.B. mit Kortikosteroiden, Kalziumantagonisten, Barbituraten, Trispufler) im Sinne einer Ergebnisverbesserung nicht belegt.

4. Transport und Überwachung im Krankenhaus

Das Schockraum-Team muß die Versorgung so planen, daß nur ein Minimum an Transporten notwendig wird, um ein zusätzliches Transporttrauma zu vermeiden (1, 4, 10, 14, 16, 25). Die Ausstattung der Transportmittel (Tab. 12) orientiert sich an den Normen DIN EN 1789, 794-3, 740, 864 und 865 (inner- und außerklinisch).

Literatur

1. *Andrews PJD, Piper IR, Dearden NM et al.*: Secondary insults during intrahospital transport of head-injured patients. *Lancet* 335: 327 - 330 (1990)
2. 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. (a) *Anästh Intensivmed* 38: 89 - 93 (1997) (b) *Zbl Neurochir* 58: 13 - 17 (1997)
3. *Bickell WH, Wall MJ, Pepe PE et al.*: Immediate versus delayed fluid resuscitation for hypotensive patients with penetrating torso injuries. *N Engl J Med* 331: 1105 - 1109 (1994)
4. *Brandt M, Schwab R, Eck J et al.*: Eine neue Beatmungs- und Überwachungseinheit für innerklinische Transporte von Notfallpatienten. *Notfallmed* 13: 575 - 577 (1987)
5. *Bullock R, Chesnut RM, Clifton G et al.*: Guidelines for the management of severe head injuries. *Eur J Emerg Med* 2: 109 - 127 (1996)
6. *Clark WC, Mühlbauer MS, Lowrey R et al.*: Complications of intracranial pressure monitoring in trauma patients. *Neurosurv* 25: 20 - 24 (1989)
7. *Dinkel M, Hennes J*: Innerklinische Akutversorgung des Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma. *Anästh Intensivmed* 39: 399 - 412 (1998)
8. *DIVI*: Das bundeseinheitliche Protokoll der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensivmedizin (DIVI). *Anästh Intensivmed* 2000, 41: 46-49

Tabelle 11: Meßtechnische Anforderungen an ICP-Monitore (nach AAMI*).

Meßbereich:	0 - 100 mmHg
Meßgenauigkeit:	± 2 mmHg im Bereich von 0 - 20 mmHg
Maximaler Meßfehler:	10 % im Bereich von 20 - 100 mmHg

* *Brown E*: Intracranial pressure monitoring devices, Association for the Advancement of Medical Instrumentation. 3330 Washington Boulevard, Suite 400, Arlington, VA 22201-4598, 1988 (nach 18).

Tabelle 12: Transport.

- Spezielle Trage
- Zusatzausstattung (fahrbar)
 - Transportrespirator
 - Absaugeinheit
 - Monitoring-Einheit (siehe unten)
 - Spritzenpumpen
 - Notfallmedikamenten-Set
 - Druckinfusions-Einheit
 - Reanimations-Set
- Monitoring
 - EKG/Defibrillator
 - nicht invasive Blutdruckmessung
 - invasive Druckmessung (Blutdruck, ICP)
 - Pulsoxymetrie
 - Kapnometrie (17)
- Personelle Voraussetzung
 - Arzt mit intensivmedizinischer Qualifikation
 - Pflegekraft mit intensivmedizinischer Qualifikation
 - Pflegekraft in der Notaufnahme

9. *Domenicucci M, Signorini P, Strzelecki J et al.*: Delayed posttraumatic epidural hematoma. A review. *Neurosurv Rev* 18: 109 - 122 (1995)
10. *Engelhardt W*: Innerklinische Transporte von Patienten mit erhöhtem intrakraniellen Druck. *Anästh Intensivmed* 38: 385 (1997)
11. *Foroglou G, Patsalas I, Kontopoulos B*: The timing of CT. *Neurosurv Rev* 12: S169 - S174 (1989)
12. *Gutman MB, Moulton RJ, Sullivan I et al.*: Relative incidence of intracranial mass lesions and severe torso injury after accidental injury: implications for triage and management. *J Trauma* 31: 974 - 977 (1991)
13. *Harloff M*: Nadelöhr Krankenhauseinweisung. *Notarzt* 8: 165 - 166 (1992)
14. *Huf R, Madler C, Maiwald G et al.*: Intensiv-Transporthubschrauber - Konzept und Realisierung. *Notarzt* 9: 2 - 6 (1993)
15. *Huneidi AH, Afsahar F*: Delayed intracerebral haematomas in moderate to severe head injuries in young adults. *Ann R Coll Surg Engl* 74: 345 - 349 (1992)
16. *Hurst JM, Davis K, Branson RD et al.*: Comparison of

blood gases during transport using two methods of ventilatory support. *J Trauma* 29: 1637 - 1640 (1989)

17. *Jantzen J-P, Hennes HJ*: Präklinische Kapnometrie - ein richtungweisender Fortschritt. *Notfallmed* 12: 450 - 456 (1991)

18. Joint Section on Neurotrauma and Critical Care. Guidelines for the management of severe head injury. 1. 1995. New York, Brain Trauma Foundation.

19. *Lehr D, Baethmann A, Reulen HJ et al.*: Management of patients with severe head injuries in the preclinical phase: a prospective analysis. *J Trauma* 42: S71 - S75 (1997)

20. *Miller EC, Derlet RW, Kinser D*: Minor head injury: Is computed tomography always necessary? *Ann Emerg Med* 27: 290 - 294 (1996)

21. *Murray C, Lopez AD*: Alternative projections of mortality and disability by cause 1990 - 2020: global burden of disease study. *Lancet* 349: 1498 - 1505 (1997)

22. *Narayan RK, Kishore PR, Becker DP*: Intracranial pressure: to monitor or not to monitor? *J Neurosurg* 56: 650 - 659 (1982)

23. *Nelson JB, Bresticker MA, Nahrwold DL*: Computed tomography in the initial evaluation of patients with blunt trauma. *J Trauma* 33: 722 - 727 (1992)

24. *O'Sullivan MG, Statham PF, Jones PA et al.*: Role of intracranial pressure monitoring in severely head-injured patients without signs of intracranial hypertension on initial computerized tomography. *J Neurosurg* 80: 46 - 50 (1994)

25. *Pehl S, Brost F, Jantzen JP et al.*: Innerklinischer Transport von Intensivpatienten: Erste Erfahrungen. *Notfallmed* 14: 949 - 954 (1988)

26. *Prall JA, Nichols JS, Brennan R et al.*: Early definitive evaluation in the triage of unconscious normotensive blunt trauma patients. *J Trauma* 37: 792 - 797 (1994)

27. *Prough DS, Lang J*: Therapy for patients with head injuries: Key parameters for management. *J Trauma* 42: S10 - S18 (1997)

28. *Regel G, Lobenhoffer P, Grotz M et al.*: Treatment results of patients with multiple trauma: an analysis of 3406 cases treated between 1972 and 1991 at a German level I trauma center. *J Trauma* 38: 70 - 78 (1995)

29. *Rivara FP, Grossman DC, Cummings P*: Injury prevention. First of two parts. *N Engl J Med* 337: 543 - 548 (1997)

30. *Saul TG, Tucker TB*: Effect of intracranial pressure monitoring and aggressive treatment on mortality in severe head injury. *J Neurosurg* 56: 498 - 503 (1982)

31. *Sprick C, Bettag M, Bock WJ*: Delayed traumatic intracranial hematomas - a clinical study of seven years. *Neurosurg Rev* 12: S228 - S230 (1989)

32. *Committee on Trauma, ACS*: Resources for optimal care of the injured patient: 1999. The American College of Surgeons, Chicago, 1998

33. *Thomason M, Messick J, Rutledge R et al.*: Head CT scanning versus urgent exploration in the hypotensive blunt trauma patient. *J Trauma* 34: 40 - 45 (1993)

34. *White RJ, Likavec MJ*: The diagnosis and initial management of head injury. *N Engl J Med* 327: 1507 - 1511 (1992)

35. *Winchell RJ, Hoyt DB, Simons RK*: Use of computed tomography of the head in the hypotensive blunt-trauma patient. *Ann Emerg Med* 25: 737 - 742 (1995).