

Empfehlungen zur Erstversorgung von Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma

Erstellt von der Arbeitsgruppe
zur Optimierung der Erstversorgung von Patienten mit SHT
(Mitglieder der Arbeitsgruppe siehe Anhang 1)

Einleitung

Das Ziel dieser Empfehlungen ist es, die Ergebnisse der Behandlung von Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma (SHT) zu verbessern. Frühere Studien¹ haben gezeigt, dass eine Verbesserung der Ergebnisse der Behandlung in Österreich vor allem durch eine Verbesserung der Erstversorgung zu erreichen sein sollte, da operative Versorgung und Intensivmedizin bereits auf einem sehr hohen Standard sind. Diese Empfehlungen sollen den gesamten Zeitraum zwischen Eintreffen der professionellen Helfer (Notärzte, Notfallsanitäter) und Ende der Therapie im Schockraum abdecken.

Methodik

Die Grundlagen dieser Empfehlungen sind

- existierende Leitlinien der Brain Trauma Foundation (BTF) zur prähospitalen Therapie², zur Therapie von erwachsenen³ und pädiatrischen Patienten⁴, des European Brain Injury Consortiums (EBIC)⁵, der italienischen Neurotraumatology Study Group⁶, der deutschen Gesellschaft für Neurologie⁷, und des britischen National Institute for Health and Clinical Excellence (NICE)⁸
- S3-Leitlinie Polytrauma/Schwererletzten-Behandlung (AWMF-Register 12/019)
- Relevante Literatur zu den einzelnen Themenkomplexen
- Ergebnisse der eigenen Analyse der Praxis der Erstversorgung in Österreich; der gesamte Bericht hierzu ist auf www.igeh.org einzusehen⁹ („Analyse der Ergebnisse der ersten Datensammlung“ des Projekts „Optimierung der Erstversorgung von Patienten mit SHT“)

Die Erstellung dieser Empfehlungen erfolgte im Anschluss an eine Studie, in der die Praxis der Erstversorgung von Patienten mit SHT evaluiert wurde (siehe oben), nach Sichtung aller existierenden Richtlinien zur Versorgung von Patienten mit SHT sowie Sichtung und Bewertung von relevanter zusätzlicher Literatur durch eine Gruppe von klinisch tätigen Anästhesisten und Notärzten aus insgesamt 16 österreichischen Zentren (vgl. Anhang 1).

Die Erstellung dieser Empfehlungen erfolgte in Arbeitsgruppen, in denen folgende Aspekte diskutiert wurden:

- Dokumentation und Monitoring;
- venöser Zugang und Infusionstherapie;
- Atemweg und Beatmung;
- Analgesie, Anästhesie, Sedierung, andere Medikation; sowie
- Behandlungsabläufe und Algorithmen.

Die Arbeitsgruppen sichteten die entsprechenden Abschnitte der existierenden Richtlinien sowie zusätzliche relevante Literatur und erarbeiteten Schlussfolgerungen für die jeweiligen Aspekte der Behandlung.

Die Erstfassung dieser Empfehlungen wurde aus den Dokumenten der einzelnen Arbeitsgruppen zusammengestellt. Danach wurden die entsprechenden Literaturzitate eingefügt, und es wurden die Empfehlungen entsprechend dem Grad der zu Grunde liegenden Evidenz gewichtet. In der Folge wurde das Dokument zur Überarbeitung an die Projektleiter aller beteiligten Zentren übersandt. Nach entsprechender Überarbeitung wurde das fertige Dokument dann neuerlich ausgesandt, und nach Erzielung eines allgemeinen Konsenses war die Erstellung der Empfehlungen aus Sicht der Arbeitsgruppe abgeschlossen.

Danach wurden die Empfehlungen an die Österreichische Gesellschaft für Anästhesie, Reanimation und Intensivmedizin (ÖGARI), an die Österreichische Gesellschaft für Unfallchirurgie (ÖGU) und an die Österreichische Gesellschaft für Notfall- und Katastrophenmedizin (ÖNK) zur Begutachtung ausgesandt. Nach Einlangen der entsprechenden Stellungnahmen wurden die vorgeschlagenen Ergänzungen und Änderungen in das Dokument aufgenommen.

Diese Empfehlungen sind je nach Qualität der zu Grunde liegenden Evidenz in

- **Level A:** *Dringend zu empfehlende Maßnahmen* (positiver Effekt sehr gut belegt)
- **Level B:** *Empfehlenswerte Maßnahmen* (positiver Effekt wahrscheinlich)
- **Level C:** *Optionale Maßnahmen* (positiver Effekt möglich)

eingeteilt.

Ob diesen Empfehlungen in einer gegebenen Situation gefolgt wird oder ob von diesen Empfehlungen abweichende Maßnahmen getroffen werden ist immer eine im Einzelfall zu treffende ärztliche Entscheidung. In jedem Fall ist es sinnvoll, die Gründe, die in einer konkreten Situation gegen die Befolgung dieser Empfehlungen sprechen, entsprechend zu dokumentieren.

Empfehlungen

Für alle nachstehend angeführten diagnostischen und therapeutischen Maßnahmen gibt es nur sehr wenige prospektive, randomisierte Studien; diese Empfehlungen sind daher fast alle als „**Level C**“ zu klassifizieren. Bei den wenigen Ausnahmen wurde der entsprechende Grad der Evidenz angeführt.

Beginn der Behandlung

Am Beginn der Behandlung steht wie bei jedem Notfallpatienten die sofortige Beurteilung von Atmung, Kreislauf und Bewusstseinslage.

Sollten lebensrettende Sofortmaßnahmen erforderlich sein, so sind diese entsprechend den Empfehlungen des European Resuscitation Council¹⁰⁻¹¹ durchzuführen. Es ist allerdings in Betracht zu ziehen, dass die Ergebnisse von Reanimationsbemühungen bei Patienten mit Trauma nur in Ausnahmefällen (e.g. Trauma als Folge einer kardialen Störung) erfolgreich sind¹².

Bei Patienten mit vor Ort unstillbarer Massivblutung ist ein möglichst rascher Transport in ein Traumazentrum anzustreben, gegebenenfalls auch unter Verzicht auf Maßnahmen wie Infusion, Anästhesie, Intubation und Beatmung¹³⁻¹⁵.

Diagnostik:

Glasgow Coma Scale (GCS): Man beginnt die neurologische Untersuchung mit der Bestimmung der GCS, wobei die drei Komponenten Augenöffnung, verbale Reaktion und motorische Reaktion getrennt dokumentiert werden sollten⁸.

Pupillen: Danach ist die Pupillenweite und deren Lichtreaktion zu prüfen und zu dokumentieren.

Neuro-Status: Weiters ist zu prüfen, ob Zeichen der Einklemmung (z.B. Streckkrämpfe, Seitendifferenz der Pupillen oder der motorischen Reaktion), Halbseitenzeichen oder Hinweise für eine Querschnittsläsion bestehen.

Weitere Verletzungen: Schließlich sollte der Patient vom Notarzt einer orientierenden Untersuchung unterzogen werden, welche in erster Linie am Unfallhergang orientiert sein muss. Ziel muss sein, vital bedrohliche Verletzungen zu erkennen: dazu zählen (instabile) Wirbelsäulenverletzungen mit Neurologie, Verletzungen des Brustkorbs mit (Spannungs-)Pneumothorax, Beckenverletzungen, Frakturen der großen Röhrenknochen. Deutliche Fehlstellungen an großen Röhrenknochen und/oder Gelenken sind zu beheben.

Anamnese: Falls möglich sollten auch Angaben zum Unfallzeitpunkt und Unfallhergang, zu früheren Erkrankungen, zu regelmäßig eingenommenen Medikamenten (v.a. Antikoagulantia!), und zu Allergien erhoben werden. Das Akronym „AMPLE“ kann hier hilfreich sein: es steht für Allergies – Medication – Past History – Last Meal – Events leading to the incident.

Monitoring:

Minimal-Anforderungen sind Blutdruckmessung (nicht invasiv, manuell oder maschinell) und Pulsoximetrie, da Hypotonie (systolischer Blutdruck <90 mm Hg) und Hypoxie (SaO₂ <90%) die gefährlichsten „secondary brain insults“ darstellen, die die Prognose des Patienten entscheidend verschlechtern^{2, 16-17}.

EKG: Das Anlegen eines EKG-Monitorings ist sinnvoll, da eine sich entwickelnde Einklemmungssymptomatik in Folge des Cushing-Reflexes zu einer Bradykardie führt; zusätzlich gibt das EKG ein kontinuierliches akustisches Signal ab, so dass kritische Veränderungen ohne Zeitverzug „hörbar“ werden.

Blutzucker: Bei oder nach Anlegen des venösen Zugangs muss bei bewusstseinsgetrübten Patienten eine Blutzuckerbestimmung erfolgen, um die zwar sehr seltene, aber mögliche Hypoglykämie therapieren zu können. Hypoglykämie (BZ <80 mg/dl; <4,44 mmol/l) kann zu sekundären Hirnschädigungen führen. Nachgewiesene Hypoglykämie ist die einzige Indikation für die Gabe von Glukoselösungen in der Notfallmedizin; der Blutzucker sollte vorsichtig auf normale Werte angehoben werden. Nach Ursachen der Hypoglykämie sollte gesucht werden, z. B. Hypothermie, Insulin- oder orale Antidiabetika-Überdosierung.

Initiale Therapieschritte:

Blutstillung: Erstmaßnahmen, falls erforderlich, sind Kompression, Druckverband und ev. Anlegen eines Tourniquets zur Verhinderung weiterer Blutverluste durch äußere Blutungen.

Venöser Zugang: Zugang der Wahl ist eine großlumige periphere Vene; falls dieser Zugang nicht möglich ist, dann sollte ein intraossärer Zugang gewählt werden.

Immobilisation und Lagerung: Zur Stabilisierung der Halswirbelsäule sollte ein Immobilisations-Kragen angelegt werden. Der Patient sollte auf einer Schaufeltrage mit Vakuummatratze gelagert werden.

Gabe von Volumen:

Ziele sind konsequente Vermeidung bzw. rasche Behebung der Hypotonie und Erhaltung der zerebralen Perfusion durch großzügige Volumengabe zur Erzielung von Normovolämie (**Level B**).

Der systolische Blutdruck sollte etwa 120 mm Hg betragen⁸. Als *Untergrenze* gilt nach internationalen Empfehlungen ein Blutdruck von 90 mmHg²; dies erscheint uns jedoch zu niedrig, um eine adäquate Perfusion des Gehirns zu garantieren. Für Kinder gelten die folgenden Werte als *Untergrenzen* des anzustrebenden Blutdrucks:

- 1-28 Tage: 60 mm Hg,
- 1-12 Monate: 70 mm Hg,
- 1-10 Jahre: 70 + (Alter in Jahren x 2) mm Hg,
- >10 Jahren: 90 mm Hg².

Mittel der Wahl sind isotone Elektrolyt- oder Kolloidlösungen.

Bei kreislaufinstabilen Patienten sollte die Indikation zur Gabe eines Bolus von 4 ml/kg 7,2% NaCl-Lösung (evtl. in Kombination mit Hydroxyäthylstärke (HES) als Hyperhes[®]) oder eines adäquaten Volumens einer anderen hypertonen Infusionslösung (3 ml/kg 10% NaCl, etc.) großzügig gestellt werden¹⁸.

Bei Patienten mit Zeichen der Einklemmung (siehe oben) kann versucht werden, durch Gabe von Hyperhes^{®19} oder Gabe von hypertonem NaCl⁷ die Hirnschwellung zu verringern.

Hypotone Lösungen (z.B. Ringerlaktat, 5% Glukose) sind kontraindiziert⁶, da sie das sich entwickelnde Hirnödem verstärken können.

Albumin: Für die präklinische Gabe von Albumin gibt es keine Evidenz.

Medikamentöse Therapie:

Hinsichtlich Analgesie, Anästhesie, Sedierung, und Relaxation ist zu berücksichtigen:

Bei Patienten mit einem GCS Score >8 Punkten ist die Reduktion von Schmerz und Stress das Ziel, wobei die neurologische Beurteilbarkeit erhalten bleiben soll. Empfohlen wird die Gabe geringer Mengen von Opioiden im Bolus – zu beachten ist jedoch die Gefahr der Hypoventilation!

Bei Patienten mit einem GCS Score <9 Punkten ist die Vorbereitung zur Sicherung von Atemweg/Beatmung das Ziel. Prinzipiell sollten Medikamente gewählt werden, mit denen der Anwender vertraut ist. Blutdruckabfälle sind ebenso wie Blutdruckspitzen zu vermeiden. Eine empfehlenswerte Kombination ist etwa Ketamin/Midazolam (speziell bei instabilem Kreislauf). Barbiturate und Propofol sollten eher vermieden werden. Relaxantien können unabhängig von der Kreislaufsituation gegeben werden. Bei vorhersehbar schwieriger Intubation ist die Indikation zur Relaxation ebenso kritisch zu stellen wie die Narkoseeinleitung selbst, da diese dem Patienten in der Regel den Atemtrieb nimmt. Zur Frage der Relaxierung kann zum aktuellen Zeitpunkt keine eindeutige Empfehlung ausgesprochen werden, da Studien fehlen, die eine positive Wirkung auf das SHT belegen.

Gabe von Steroiden: Bei Patienten mit SHT ist die Gabe von Steroiden nicht indiziert **(Level A)**^{3, 20-21}.

Vasopressoren: Zur Kupierung der anästhesiebedingten Vasodilatation kann die Bolusgabe von Phenylephrin sinnvoll sein. Wenn sich der Blutdruck nicht durch Gabe von Volumen stabilisieren lässt, dann kann die kontinuierliche Zufuhr von Vasopressoren (Adrenalin, Noradrenalin, Vasopressin, Phenylephrin) sinnvoll sein⁷.

Sicherung der Atemwege:

Prinzipielles Ziel ist es, Hypoxie ($\text{SaO}_2 < 90\%$) zu behandeln und/oder zu vermeiden **(Level B)**.

Die Erstmaßnahmen sind Freimachen und/oder Freihalten der Atemwege durch entsprechende Lagerung des Kopfes (cave Überstreckung der Halswirbelsäule) und Verwendung oropharyngealer Tuben, sowie Gabe von Sauerstoff per Maske oder Nasensonde. Wenn der Patient mittels dieser Maßnahmen eine stabile $\text{SaO}_2 > 95\%$ sowie eine ausreichende Atemfrequenz von > 10 Atemzügen/min aufrecht erhalten kann, dann muss die Intubation nicht erzwungen werden, auch wenn der GCS Score < 9 Punkte beträgt. Zahlreiche Studien belegen, dass die Intubation von Patienten mit SHT durch wenig geübte Helfer (Notärzte wie Paramedics) auf Grund von durch fehlende Expertise ausgelösten Nebenwirkungen (Hypoxie bei der Intubation, Fehlintubation, Hyperventilation) in der Regel keine Vorteile bringt²²⁻²⁷.

Klare Indikationen zur Sicherung des Atemwegs sind insuffiziente Atmung, Verlegung der Atemwege, Hypoxie ($\text{SaO}_2 < 90\%$) trotz freier Atemwege und Gabe von Sauerstoff, und Zeichen des erhöhten Hirndrucks.

Orale endotracheale Intubation ist als das Standardverfahren anzusehen, wobei zu beachten ist, dass zur Vermeidung von Hypoxie immer eine ausreichende Präoxygenierung erfolgen sollte, und dass zur Vermeidung von erhöhtem Hirndruck eine adäquate Anästhesie erforderlich ist. Zu berücksichtigen ist ferner, dass die Halswirbelsäule (manuell) stabilisiert werden sollte.

Eine brauchbare Alternative sind supraglottische Airways (Larynx-tuben), die zwar keinen absolut sicheren Aspirationsschutz bieten, dafür jedoch wesentlich einfacher einzuführen sind.

Eine mögliche Alternative ist die Verwendung einer Larynxmaske.

Ultima ratio ist die Durchführung einer Koniotomie, wenn weder Intubation noch supraglottische Hilfsmittel eine Sicherung der Atemwege erlauben.

Bei Kindern fanden sich vergleichbare Ergebnisse bei Intubation und bei Beatmung mit Maske²⁸, wenn die Erstversorgung durch wenig geübtes Personal erfolgte²⁹.

Beatmung:

Die Ziele der Beatmung sind Normoventilation ($p\text{CO}_2$ 35 – 45 mm Hg; end-tidales CO_2 30 – 40 mm Hg) und normale Oxygenierung ($p\text{O}_2 > 90$ mm Hg; $\text{SaO}_2 > 95\%$). Die präklinische Beatmung sollte immer eine kontrollierte Beatmung sein.

Die Verwendung der Kapnometrie ist obligatorisch, um Komplikationen wie eine Fehllage des endotrachealen Tubus, Hyper- oder Hypoventilation rechtzeitig erkennen zu können.

Bei Erwachsenen sollte initial entsprechend dem Prinzip der lungenprotektiven Beatmung ein Atemzugvolumen von 6 mL/kg mit einer Frequenz von 12 Atemzügen/min verabreicht werden; der positive endexpiratorische Druck (PEEP) sollte etwa 5 mm Hg betragen. Die exakte Einstellung sollte unter Berücksichtigung der gegebenen Kreislaufverhältnisse mittels Kapnografie erfolgen.

Bei Kindern ist je nach Lebensalter bei einem Atemzugvolumen von 6 mL/kg, ein PEEP von 3-5 mmHg, und eine höhere Atemfrequenz zu wählen; auch hier sollte die exakte Einstellung mittels Kapnografie erfolgen²⁸. Richtwerte für die Atemfrequenz sind: Säugling 30/min, Kleinkind 25/min, Volksschulkind 20/min, Kind >10 Jahre 15/min, ab dem 16. Lebensjahr 12/min wie beim Erwachsenen.

Hyperventilation (= $p\text{CO}_2 < 30$ mm Hg, oder end-tidales $\text{CO}_2 < 27$ mm Hg) ist prinzipiell kontraindiziert², kann aber als kurzfristige Notfalls-Maßnahme bei Zeichen der Einklemmung (siehe oben) sinnvoll sein³⁰.

Dokumentation:

Adäquate Dokumentation ist obligat; die Fertigstellung der Dokumentation bis zur Übergabe des Patienten an das übernehmende Krankenhaus sollte angestrebt werden.

Spezifische Dokumentation bei SHT: Von besonderer Bedeutung bei Patienten mit SHT sind die Dokumentation von GCS (ohne Sedierung; Augenöffnung, motorische und verbale Reaktion getrennt⁸), Pupillenreaktion und Pupillenweite, neurologische Auffälligkeiten (e.g. Zeichen der Einklemmung, Hinweise für das Vorliegen einer Querschnittslähmung), sowie das Vorliegen von Hypoxie und/oder Hypotension vor Therapiebeginn. Dies ist deshalb von besonderer Bedeutung, weil diese Befunde ein wesentlicher Bestandteil des besten derzeit verfügbaren prognostischen Scores für Patienten mit SHT sind³¹. Ohne Kenntnis dieser Werte ist eine realistische Prognose nicht möglich.

Standard-Dokumentation: Die Dokumentation der Überwachungsparameter sollte auf den üblichen Notarztprotokollen erfolgen; diese sind gemäß dem für Österreich publizierten „minimalen Notarzt-Datensatz“ (MIND-A) zu gestalten. Sinnvoll wäre die Dokumentation der ersten Werte, der Werte bei Beginn und Ende des Transports, sowie eventuell der schlechtesten Werte während des Beobachtungszeitraums. Die Dokumentation der durchgeführten therapeutischen Maßnahmen (Medikamente, Infusionen, Intubation, Beatmungsparameter) sollte ebenfalls auf den üblichen Notarztprotokollen erfolgen.

Ferner sollten Zeitpunkt und Hergang des Unfalls, allfällige Zusatzverletzungen, sowie anamnestische Angaben dokumentiert werden⁵.

Transportentscheidungen:

Transportziel: Der Patient sollte in das nächstgelegene geeignete Traumazentrum gebracht werden, in welchem die Durchführung einer Computertomografie (CT) sowie (neuro)traumatologischer Operationen möglich ist, und in dem ein Intensivbett mit Möglichkeit zur Messung des intrakraniellen Drucks verfügbar ist. Internationale Studien zeigten, dass Patienten, die erst sekundär an ein geeignetes Zentrum verlegt werden, in der Regel ein schlechteres Behandlungsergebnis haben³².

Das Transportmittel soll so gewählt werden, dass der Pat. so rasch wie möglich das Zielkrankenhaus erreicht. Grundsätzlich ist beim Transport von Patienten mit SHT einem Hubschraubertransport auf Grund des Entfalls der Horizontalbeschleunigungskräfte der Vorzug zu geben, es ist jedoch abzuwägen, ob die Anforderung eines Notarzt-Hubschraubers im urbanen Raum nicht mit einer Verzögerung der Hospitalisierung einhergeht.

Alarmierung: Das Trauma-Team des gewählten KH soll von der Leitstelle so früh wie möglich verständigt werden.

Übergabe an / Übernahme im Krankenhaus:

Das Notarztprotokoll (adäquat ausgefüllt) sowie eine allfällige Fotodokumentation sollten übergeben werden, und vom übernehmenden Arzt auf Vollständigkeit geprüft werden.

Mündliche Übergabe: Diese muss unter möglichst ruhigen und geordneten Bedingungen erfolgen – also in einem entsprechend geeigneten und ausgestatteten Übernahmeraum bzw. im Schockraum. Eine Übernahme eines Schwerverletzten unter laufenden Rotoren etc. ist abzulehnen. Alle nicht schriftlich dokumentierten Fakten, wie zum Beispiel Angaben zu Unfallzeitpunkt und Unfallhergang, Status beim Eintreffen, anamnestische Angaben, allfällige Ersthelfermaßnahmen, Ablauf der Behandlung, und Angaben zum Verlauf sollten mündlich erfragt und vom übernehmenden Arzt dokumentiert werden.

Das Anlegen einer Checkliste für die Übernahme von Patienten mit SHT kann sinnvoll sein, um sicher zu stellen, dass es bei der Übernahme nicht zu Informationsverlusten kommt.

Vorgehen unmittelbar nach Übernahme:

Eine rasche initiale Beurteilung sollte sicher stellen, dass keine lebensbedrohlichen Störungen der Vitalfunktionen vorliegen. Atmung, Kreislauf und Bewusstseinslage sind anhand der schon vom Notarzt monitierten Parameter unkompliziert und rasch zu überprüfen. Ferner sollten die Zugangswege (venöser Zugang, Tubuslage) überprüft werden, und es sollte eine orientierende traumatologische Untersuchung erfolgen.

Lebensbedrohliche Störungen (e.g. Spannungspneumothorax, Tubusfehlage) müssen umgehend behoben werden.

Nach der initialen Beurteilung muss entschieden werden, ob der Patient

- a. in den Operationssaal (Patienten mit Massivblutung),
- b. in den Schockraum (schockierte und/oder hypoxische Patienten), oder
- c. direkt in das CT (möglichst alle anderen Patienten)

gebracht werden soll.

Ad a) Bei eindeutigen Hinweisen auf eine Massivblutung sollte der Patient umgehend in den Operationssaal gebracht werden, um die Blutung nach Möglichkeit zu stoppen. Die Stabilisierung des Patienten sollte erst während, und die ausführliche diagnostische Abklärung inklusive CT sollte erst nach Sanierung der Blutungsquelle durchgeführt werden.

Ad b) Patienten mit instabilem Kreislauf und/oder Hypoxie sollten zunächst im Schockraum durch Gabe von Volumen, Blutprodukten) und eventuell auch Katecholaminen stabilisiert werden und das CT erst nach Erzielung von relativ stabilen Kreislaufverhältnissen durchgeführt werden. Bei hypoxischen Patienten sollte zunächst die Hypoxie im Schockraum durch Intubation, endotracheale Absaugung und Beatmung behoben werden, und das CT sollte erst nach Behebung der Hypoxie durchgeführt werden.

Ad c) Bei Patienten mit stabilem Kreislauf und adäquater Oxygenierung ist eine CT-Abklärung umgehend durchzuführen, wobei sich bei geeigneter Infrastruktur die Einführung eines „CT-first“-Algorithmus sowohl beim SHT als auch beim Polytrauma bewährt hat^{33,34}. Wenn Patienten mit SHT auf Grund lokaler Gegebenheiten immer zunächst in den Schockraum gebracht werden müssen, dann sollte dafür Sorge getragen werden, dass das Intervall zwischen Eintreffen im Schockraum und Beginn des CT so kurz wie möglich ist. Um dies sicherzustellen wird empfohlen, einen entsprechenden Algorithmus durch eine interdisziplinäre Arbeitsgruppe zu etablieren.

Trauma-Scan: Bei Patienten mit SHT sollte im Anschluss an das kraniale CT eine CT-Angiographie der Halsgefäße, und ein Kontrastmittel-CT von Thorax und Abdomen durchgeführt werden, da dieses Vorgehen eine sehr rasche Diagnostik allfälliger Zusatzverletzungen ermöglicht³⁴. Bei Patienten mit SHT sollten die CT-Bilder der Wirbelsäule so rasch wie möglich rekonstruiert werden, damit der Immobilisationskragen so früh wie möglich entfernt werden kann, sofern keine Verletzung der Halswirbelsäule vorliegt.

Diagnostik im Schockraum:

Klinische Untersuchung: Am Beginn steht die ausführliche klinische Untersuchung auf Zusatzverletzungen, sowie die Erhebung des aktuellen neurologischen Status (GCS, Pupillen, Einklemmungszeichen, Hinweise für Seitendifferenz).

Anamnese: Falls möglich sollte auch eine (Aussen)anamnese (Unfallhergang, frühere Erkrankungen, Allergien, Medikation) erhoben und nach dem Zeitpunkt der letzten Mahlzeit gefragt werden.

Die Überwachung sollte mittels eines im Schockraum verfügbaren Monitors erfolgen; zu überwachen sind Blutdruck (primär nicht invasiv, bei beatmeten Patienten frühzeitig invasiv), Sauerstoffsättigung (Pulsoximetrie), EKG, Temperatur (ideal via Blasenkatheter) und (bei beatmeten Patienten) das end-tidale CO₂ sowie die üblichen Beatmungsparameter.

Ein EKG-Streifen mit 12 Ableitungen sollte frühzeitig gemacht werden, wenn der Verdacht besteht, dass der Unfall Folge eines kardialen Problems war oder eine kardiale Anamnese zu erheben ist.

Wesentliche Laborbefunde sind Blutgasanalyse, Blutbild, Elektrolyte, Blutgruppe, Blutgerinnung (möglichst inklusive Thrombelastogramm und Analyse der Thrombozytenfunktion), Blutchemie (Leber, Niere, etc.) nach Bedarf, Bestimmung der Äthanolkonzentration, und die Abnahme von Kreuzblut. Hypoglykämie ist umgehend zu beheben. Hyperglykämie kann bis zum Eintritt auf die Intensivstation toleriert werden. Präklinisch und im Schockraum besteht bei Hyperglykämie keine Indikation zur Blutzucker-Senkung mittels Insulin.

Zusätzliche bildgebende Verfahren: Bei Patienten, die primär in den SR kommen, sollte sofort ein Thoraxröntgen angefertigt und eine Ultraschalluntersuchung des Abdomens (FAST) gemacht werden. Weiters kann es erforderlich sein, konventionelle Röntgenbilder von Extremitäten anzufertigen.

Wesentliche therapeutische Maßnahmen im Schockraum:

Blutstillung: Maßnahmen zur Stillung externer Blutungen (Kompression, Druckverband, Blutsperre) sind umgehend durchzuführen.

Therapie der Hypothermie: Ziel ist es, die Körpertemperatur des Patienten nicht weiter absinken zu lassen; Normothermie wird in der Regel nicht zu erreichen sein. Im Schockraum sollten vorgewärmte Infusionen verfügbar sein, zusätzlich sollten Infusions- und Blutwärmer zum Einsatz kommen. Externe Wärmezufuhr mittels Zufuhr gewärmter Luft über Wärmedecken ist eine gute Option. Letztlich sollte die Raumtemperatur im Schockraum den Bedürfnissen des Patienten (und nicht denen des Behandlungsteams!) angepasst werden und damit höher sein als üblich.

Zugangswege: Vorrangig ist bei instabilen Patienten primär das Anlegen weiterer venöser Zugangswege durch Kanülierung peripherer Venen mit großem Lumen (für Blutabnahmen und Narkose), und sekundär durch Legen eines zentralvenösen Katheters. In zweiter Linie sollte ein arterieller Zugang geschaffen werden. Danach sollte ein Harnkatheter (ideal mit Temperatur-Monitoring) gelegt werden. Bei Patienten, die primär in den Schockraum eingeliefert wurden, dürfen diese Maßnahmen die weiterführende Diagnostik und Therapie nicht unnötig verzögern. Die Möglichkeit, einen intraossären Zugang anzulegen, muss gegeben sein.

Immobilisationskragen: Das Abnehmen des Kragens sollte erst erfolgen, nachdem Verletzungen der Halswirbelsäule ausgeschlossen wurden.

Fortführung der Volumentherapie mit vorgewärmten Infusionen. Das Ziel ist, wie schon in der präklinischen Phase, die konsequente Vermeidung/Behebung von Hypotonie und Erhaltung der zerebralen Perfusion. Hinsichtlich des Blutdrucks gelten die oben bereits angegebenen Werte. Mittel der Wahl sind auch im Schockraum isotone Elektrolyt- oder Kolloidlösungen. Bei kreislaufinstabilen Patienten sollte die Indikation zur Gabe eines Bolus von 4 ml/kg 7,2% NaCl-Lösung oder eines adäquaten Volumens einer anderen hypertonen Infusionslösung großzügig gestellt werden, wenn diese nicht bereits in der präklinischen Phase gegeben wurden. Die Wiederholung der Gabe einer hypertonen Infusionslösung ist nur dann zulässig, wenn zuvor nachgewiesen wurde, dass das Serumnatrium nicht >145 mmol liegt³⁵! Bei Patienten mit erkennbaren Blutverlusten und/oder einem Hämoglobingehalt von <8 g/dL sollte so frühzeitig wie möglich mit der Gabe von Blut(produkten) begonnen werden.

Vasopressoren: Wenn sich der Blutdruck nicht durch Gabe von Infusionen und Blutkonserven stabilisieren lässt, dann sollte die kontinuierliche Zufuhr von

Vasopressoren (Noradrenalin, Vasopressin, Phenylephrin, Adrenalin) in Erwägung gezogen werden⁷.

Analgesie: Bei Patienten, die präklinisch nicht intubiert wurden und keiner operativen Therapie bedürfen und deren GCS Score stabil >8 Punkten liegt, ist in weiterer Folge die neurologische Überwachung (in der Regel an der Intensivstation) die wesentliche Maßnahme. Zur Reduktion von Stress und Schmerz sollten bei diesen Patienten geringe Mengen von Opioiden im Bolus gegeben werden, damit die neurologische Beurteilbarkeit erhalten bleibt – zu beachten ist jedoch die Gefahr der Hypoventilation!

Narkose: Bei Patienten, die präklinisch nicht intubiert wurden, die jedoch einer operativen Therapie bedürfen und/oder deren GCS Score <9 Punkten liegt, sollte die Intubation im Schockraum so frühzeitig wie möglich erfolgen. Prinzipiell sollten Medikamente gewählt werden, mit denen der Anwender vertraut ist. Blutdruckabfälle sind ebenso wie Blutdruckspitzen zu vermeiden. Eine empfehlenswerte Kombination ist Ketamin/Midazolam (speziell bei instabilem Kreislauf). Bei stabilem Kreislauf kann die Kombination von Propofol und Opioiden verwendet werden. Relaxantien können unabhängig von der Kreislaufsituation gegeben werden. Im Anschluss an die Einleitung der Narkose sollten Analgetika und Sedativa kontinuierlich gegeben werden.

Bei bereits präklinisch intubierten Patienten ist die Fortführung der laufenden Narkose durch kontinuierliche Gabe von Analgetika und Sedativa empfehlenswert.

Azidose: Der Ausgleich einer allenfalls bestehenden Azidose durch Gabe von Natriumbikarbonat ist generell nicht zu empfehlen, auch wenn gezeigt werden konnte, dass die Gabe von Natriumbikarbonat nicht zu einer Erhöhung, sondern sogar zu einer Senkung des intrakraniellen Drucks führt³⁶. Die Azidose sollte sich in der Regel durch adäquate Schocktherapie langsam normalisieren lassen.

Gerinnung: Die Optimierung der Gerinnung hat größte Bedeutung für die Prognose des Patienten mit SHT. Wie die eigene Erhebung gezeigt hat ist in Österreich damit zu rechnen, dass 9% aller 40-60-Jährigen, 38% aller 61-80-Jährigen, und 62% aller 81-100-Jährigen Antikoagulantia einnehmen⁹. Ebenso hat sich gezeigt, dass sich bei Einnahme eines gerinnungshemmenden Mittels die Mortalitätsrate um etwa 12%, und die Rate an Patienten mit schlechtem Behandlungsergebnis um 17% erhöht. Bei Einnahme von zwei oder mehr dieser Medikamente kommt es fast zu einer

Verdreifachung der Mortalitätsrate, und die Rate an Patienten mit schlechtem Ergebnis verdoppelt sich⁹. Die frühzeitige Gabe von Tranexamsäure ist sinnvoll³⁷, es konnte jüngst gezeigt werden, dass die Gabe von 1g binnen 10 Minuten plus 1 g während der nächsten 8 Stunden die Mortalität von Patienten mit trauma-indizierten Blutungen signifikant reduziert³⁸. Weitere Optionen sind Gabe von Fibrinogen, Thrombozyten, Faktorenkonzentraten, Frischplasma, und Desmopressin. Die tatsächliche Therapie sollte sich an den erhobenen Gerinnungsbefunden, an den Befunden des Thrombelastogramms und an der Medikamenten-Anamnese des Patienten orientieren.

Atemweg: Bei Patienten, bei denen die Intubation erforderlich ist, sollte eine Präoxygenierung erfolgen, und es sollte darauf geachtet werden, dass die Narkose ausreichend ist. Standard ist die endotracheale Intubation. Alternativen (e.g. zunächst Larynxtubus oder Larynxmaske, später Tracheostomie) sollten nur zur Anwendung kommen, wenn die Intubation sich als unmöglich erweist.

Beatmung: Prinzipiell gelten dieselben Richtlinien wie in der präklinischen Phase. Die primäre Einstellung sollte den Prinzipien der lungenprotektiven Beatmung folgen, und es muss das end-tidale CO₂ monitiert werden. Es sollte zur Optimierung der Beatmungseinstellungen so früh wie möglich eine Blutgasanalyse durchgeführt werden.

Dokumentation: Korrekte Dokumentation von Status, Therapiemaßnahmen und Verlauf ist essentiell. Es sollte hierzu ein Schockraumprotokoll verwendet werden, das inhaltlich den Vorgaben des Traumregisters der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie entspricht.

Es ist empfehlenswert, das Intervall zwischen Durchführung des CT und Beginn einer notwendigen neurotraumatologischen Operation möglichst kurz zu halten, da es einige Studien gibt, in denen gezeigt werden konnte, dass ein längeres Intervall mit einer erhöhten Mortalität assoziiert ist³⁹⁻⁴⁰.

Hinsichtlich der weiteren Behandlung wird empfohlen, die Richtlinien zur operativen Versorgung⁴⁰⁻⁴² und zur intensivmedizinischen Versorgung einzuhalten^{3, 5, 7, 43}.

Anhang 1:

Die Mitglieder der Arbeitsgruppe (nach KH alphabetisch gereiht) waren:

KH Amstetten:

Dr. Andreas Liedler, Dr. Harald Schmied

LKH Feldkirch:

Dr. Reinhard Folie, Prim. Doz. Dr. Reinhard Germann, DGKP Jürgen Graber

Universitätsklinik Graz:

Dr. Kristina Michaeli, Dr. Rene Florian Oswald, Dr. Andreas Waltensdorfer

UKH Graz:

Dr. Thomas Haidacher, Dr. Johannes Menner

KH Horn:

Dr. Anna Hüblauer

Universitätsklinik Innsbruck:

Dr. Christian Freund, Doz. Dr. Karl-Heinz Stadlbauer

LKH Klagenfurt:

Dr. Michel Oher, Dr. Ernst Trampitsch, Dr. Annemarie Zechner

AKH Linz:

Dr. Franz Gruber, Dr. Walter Mitterndorfer

UKH Linz:

Dr. Norbert Bauer

LKA Salzburg:

Dr. Peter Hohenauer

UKH Salzburg:

Dr. Josef Lanner, Prim. Prof. Dr. Wolfgang Voelckel

KH Sankt Pölten:

Dr. Claudia Mirth

KH Schwarzach:

Dr. Hubert Artmann, Dr. Bettina Cudrigh

KH Wiener Neustadt:

Dr. Daniel Csomor, Dr. Günther Herzer, Prim. Dr. Helmut Trimmel

UKH Wien XII:

Dr. Veit Lorenz, Prim. Prof. Dr. Heinz Steltzer

UKH Wien XX:

Prim. Prof. Dr. Walter Mauritz

INRO (Koordination):

Dr. Johannes Leitgeb, Dr. Alexandra Brazinova, PhD, MPH, Prim. Prof. Dr. Walter Mauritz

Literaturverzeichnis:

1. Rusnak M, Janciak I, Majdan M, Wilbacher I, Mauritz W. Severe traumatic brain injury in Austria VI: effects of guideline-based management. *Wien Klin Wochenschr.* Feb 2007;119(1-2):64-71.
2. Badjatia N ea. Guidelines for prehospital management of traumatic brain injury, 2nd edition. *Prehospital Emergency Care.* 2007;12(1):1-52.
3. Guidelines for the management of severe traumatic brain injury. *J Neurotrauma.* 2007;24 Suppl 1:S1-106.
4. Adelson PD, Bratton SL, Carney NA, et al. Guidelines for the acute medical management of severe traumatic brain injury in infants, children, and adolescents. Chapter 1: Introduction. *Pediatr Crit Care Med.* Jul 2003;4(3 Suppl):S2-4.
5. Maas AI, Dearden M, Teasdale GM, et al. EBIC-guidelines for management of severe head injury in adults. European Brain Injury Consortium. *Acta Neurochir (Wien).* 1997;139(4):286-294.
6. Procaccio F, Stocchetti N, Citerio G, et al. Guidelines for the treatment of adults with severe head trauma (part I). Initial assessment; evaluation and pre-hospital treatment; current criteria for hospital admission; systemic and cerebral monitoring. *J Neurosurg Sci.* Mar 2000;44(1):1-10.
7. Beer R, ed *Schweres Schädel-Hirn-Trauma:* Georg Thieme Verlag, Stuttgart; 2008. Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie, 4. Auflage 2008, S. 654 ff, .
8. NICE. Head injury: NICE clinical guideline 56. 2007. www.nice.org.uk. Accessed October 2010.
9. Mauritz W. Projekt "Optimierung der Erstversorgung von Patienten mit SHT": Analyse der Ergebnisse der ersten Datensammlung. www.igeh.org. 2010.
10. Koster RW, Baubin MA, Bossaert LL, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010: Section 2. Adult basic life support and use of automated external defibrillators. *Resuscitation.* Sep 15 2010.
11. Deakin CD, Nolan JP, Soar J, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010: Section 4. Adult advanced life support. *Resuscitation.* Sep 10 2010.
12. Soar J, Perkins GD, Abbas G, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010: Section 8. Cardiac arrest in special circumstances: Electrolyte abnormalities, poisoning, drowning, accidental hypothermia, hyperthermia, asthma, anaphylaxis, cardiac surgery, trauma, pregnancy, electrocution. *Resuscitation.* Sep 15 2010.

13. Kwan I, Bunn F, Roberts I. Timing and volume of fluid administration for patients with bleeding following trauma. *Cochrane Database Syst Rev*. 2001(1):CD002245.
14. Hirshberg A, Hoyt DB, Mattox KL. Timing of fluid resuscitation shapes the hemodynamic response to uncontrolled hemorrhage: analysis using dynamic modeling. *J Trauma*. Jun 2006;60(6):1221-1227.
15. Roberts I, Evans P, Bunn F, Kwan I, Crowhurst E. Is the normalisation of blood pressure in bleeding trauma patients harmful? *Lancet*. Feb 3 2001;357(9253):385-387.
16. Chesnut RM, Marshall SB, Piek J, Blunt BA, Klauber MR, Marshall LF. Early and late systemic hypotension as a frequent and fundamental source of cerebral ischemia following severe brain injury in the Traumatic Coma Data Bank. *Acta Neurochir Suppl (Wien)*. 1993;59:121-125.
17. Chesnut RM, Marshall LF, Klauber MR, et al. The role of secondary brain injury in determining outcome from severe head injury. *J Trauma*. Feb 1993;34(2):216-222.
18. Mauritz W, Schimetta W, Oberreither S, Polz W. Are hypertonic hyperoncotic solutions safe for prehospital small-volume resuscitation? Results of a prospective observational study. *Eur J Emerg Med*. Dec 2002;9(4):315-319.
19. Hartl R, Ghajar J, Hochleuthner H, Mauritz W. Hypertonic/hyperoncotic saline reliably reduces ICP in severely head-injured patients with intracranial hypertension. *Acta Neurochir Suppl*. 1997;70:126-129.
20. Roberts I, Yates D, Sandercock P, et al. Effect of intravenous corticosteroids on death within 14 days in 10008 adults with clinically significant head injury (MRC CRASH trial): randomised placebo-controlled trial. *Lancet*. Oct 9-15 2004;364(9442):1321-1328.
21. Adelson PD, Bratton SL, Carney NA, et al. Guidelines for the acute medical management of severe traumatic brain injury in infants, children, and adolescents. Chapter 16. The use of corticosteroids in the treatment of severe pediatric traumatic brain injury. *Pediatr Crit Care Med*. Jul 2003;4(3 Suppl):S60-64.
22. Davis DP, Idris AH, Sise MJ, et al. Early ventilation and outcome in patients with moderate to severe traumatic brain injury. *Crit Care Med*. Apr 2006;34(4):1202-1208.
23. Davis DP, Stern J, Sise MJ, Hoyt DB. A follow-up analysis of factors associated with head-injury mortality after paramedic rapid sequence intubation. *J Trauma*. Aug 2005;59(2):486-490.
24. Davis DP, Peay J, Sise MJ, et al. The impact of prehospital endotracheal intubation on outcome in moderate to severe traumatic brain injury. *J Trauma*. May 2005;58(5):933-939.

25. Bochicchio GV, Ilahi O, Joshi M, Bochicchio K, Scalea TM. Endotracheal intubation in the field does not improve outcome in trauma patients who present without an acutely lethal traumatic brain injury. *J Trauma*. Feb 2003;54(2):307-311.
26. von Elm E, Schoettker P, Henzi I, Osterwalder J, Walder B. Pre-hospital tracheal intubation in patients with traumatic brain injury: systematic review of current evidence. *Br J Anaesth*. Sep 2009;103(3):371-386.
27. Russo SG, Zink W, Herff H, Wiese CH. [Death due to (no) airway. Adverse events by out-of-hospital airway management?]. *Anaesthesist*. Oct 2010;59(10):929-939.
28. Adelson PD, Bratton SL, Carney NA, et al. Guidelines for the acute medical management of severe traumatic brain injury in infants, children, and adolescents. Chapter 3. Prehospital airway management. *Pediatr Crit Care Med*. Jul 2003;4(3 Suppl):S9-11.
29. Gausche M, Lewis RJ, Stratton SJ, et al. Effect of out-of-hospital pediatric endotracheal intubation on survival and neurological outcome: a controlled clinical trial. *JAMA*. Feb 9 2000;283(6):783-790.
30. Adelson PD, Bratton SL, Carney NA, et al. Guidelines for the acute medical management of severe traumatic brain injury in infants, children, and adolescents. Chapter 12. Use of hyperventilation in the acute management of severe pediatric traumatic brain injury. *Pediatr Crit Care Med*. Jul 2003;4(3 Suppl):S45-48.
31. Hukkelhoven CW, Steyerberg EW, Habbema JD, et al. Predicting outcome after traumatic brain injury: development and validation of a prognostic score based on admission characteristics. *J Neurotrauma*. Oct 2005;22(10):1025-1039.
32. Hartl R, Gerber LM, Iacono L, Ni Q, Lyons K, Ghajar J. Direct transport within an organized state trauma system reduces mortality in patients with severe traumatic brain injury. *J Trauma*. Jun 2006;60(6):1250-1256; discussion 1256.
33. Fung Kon Jin PH, Penning N, Joosse P, et al. The effect of the introduction of the Amsterdam Trauma Workflow Concept on mortality and functional outcome of patients with severe traumatic brain injury. *J Neurotrauma*. Aug 2008;25(8):1003-1009.
34. Weninger P, Mauritz W, Fridrich P, et al. Emergency room management of patients with blunt major trauma: evaluation of the multislice computed tomography protocol exemplified by an urban trauma center. *J Trauma*. Mar 2007;62(3):584-591.
35. Schimetta W, Schochl H, Kroll W, Polz W, Polz G, Mauritz W. Safety of hypertonic hyperoncotic solutions--a survey from Austria. *Wien Klin Wochenschr*. Feb 15 2002;114(3):89-95.
36. Bourdeaux C, Brown J. Sodium bicarbonate lowers intracranial pressure after traumatic brain injury. *Neurocrit Care*. Aug 2010;13(1):24-28.

37. Effect of tranexamic acid in traumatic brain injury: a nested randomised, placebo controlled trial (CRASH-2 Intracranial Bleeding Study). *BMJ*. 2011;343:d3795.
38. Shakur H, Roberts I, Bautista R, et al. Effects of tranexamic acid on death, vascular occlusive events, and blood transfusion in trauma patients with significant haemorrhage (CRASH-2): a randomised, placebo-controlled trial. *Lancet*. Jul 3 2010;376(9734):23-32.
39. Haselsberger K, Pucher R, Auer LM. Prognosis after acute subdural or epidural haemorrhage. *Acta Neurochir (Wien)*. 1988;90(3-4):111-116.
40. Bullock MR, Chesnut R, Ghajar J, et al. Surgical management of acute subdural hematomas. *Neurosurgery*. Mar 2006;58(3 Suppl):S16-24; discussion Si-iv.
41. Davella D, Brambilla GL, Delfini R, et al. Guidelines for the treatment of adults with severe head trauma (part III). Criteria for surgical treatment. *J Neurosurg Sci*. Mar 2000;44(1):19-24.
42. Bullock MR, Chesnut R, Ghajar J, et al. Surgical management of traumatic parenchymal lesions. *Neurosurgery*. Mar 2006;58(3 Suppl):S25-46; discussion Si-iv.
43. Guidelines for the acute medical management of severe traumatic brain injury in infants, children, and adolescents. *J Trauma*. Jun 2003;54(6 Suppl):S235-310.