

Besonderheiten neurochirurgischer Intensivpatienten

Christopher Beynon, Andreas W. Unterberg

Schäden am zentralen Nervensystem können Störungen verschiedener anderer Organsysteme verursachen. Aus diesem Grund und auch um sekundäre Hirnschäden zu vermeiden, sind bei der Versorgung neurochirurgischer Intensivpatienten Besonderheiten zu beachten.

Grundlagen

Neurochirurgische Intensivmedizin

Behandlungsziele. Die intensivmedizinische Behandlung neurochirurgischer Patienten beinhaltet neben der postoperativen Überwachung nach komplexen neurochirurgischen Eingriffen auch die Versorgung von Patienten mit akuten neurochirurgischen Erkrankungen, z. B. Subarachnoidalblutung (SAB) oder Schädel-Hirn-Trauma (SHT). Die Behandlung zielt insbesondere darauf ab, eine Schädigung des vitalen Hirngewebes zu vermeiden. Hierzu gehört neben der Aufrechterhaltung lebenswichtiger Organfunktionen wie des Herz-Kreislauf-Systems auch eine spezifische neuroprotektive Therapie. Eine ausführliche Beurteilung der Funktionen vitalen Hirngewebes ist jedoch nur bei wachen Patienten durchführbar – die Ergebnisse apparativer Zusatzuntersuchungen eignen sich lediglich als Surrogatparameter. Auch laborchemische Untersuchungen ermöglichen bislang keine Charakterisierung zerebraler Schädigungen und haben – im Gegensatz zu anderen medizinischen Disziplinen (z. B. Troponin in der Kardiologie) – noch keinen relevanten Stellenwert erlangt.

Neuroprotektive Therapie. Die neuroprotektive Therapie beruht auf dem pathophysiologischen Konzept des primären und sekundären Hirnschadens.

Der primäre Hirnschaden ist als irreversibler Schaden nicht rückgängig zu machen. Vermeiden kann man jedoch einen sekundären Hirnschaden im weiteren zeitlichen Verlauf, z. B. als Folge einer Hypoxie.

Auch postoperativ kann es durch Komplikationen (z. B. Nachblutung, epileptischer Anfall) zu einer sekundären Schädigung von Hirngewebe kommen (Abb. 1, Infobox 1).

Neurointensivmedizin als medizinische Disziplin

Die Therapie von Patienten mit akuten neurochirurgischen oder neurologischen Krankheitsbildern (z. B. intrazerebrale Blutung, ischämischer Schlaganfall) beginnt bereits präklinisch durch den Rettungsdienst und wird oft in Krankenhäusern der Grundversorgung fortgesetzt. Die Aufrechterhaltung der Vitalparameter ist ein wesentlicher Grundpfeiler der Akutbehandlung. Patienten mit intrakraniellen Raumforderungen (z. B. Hämatome) und/oder Zeichen eines erhöhten intra-

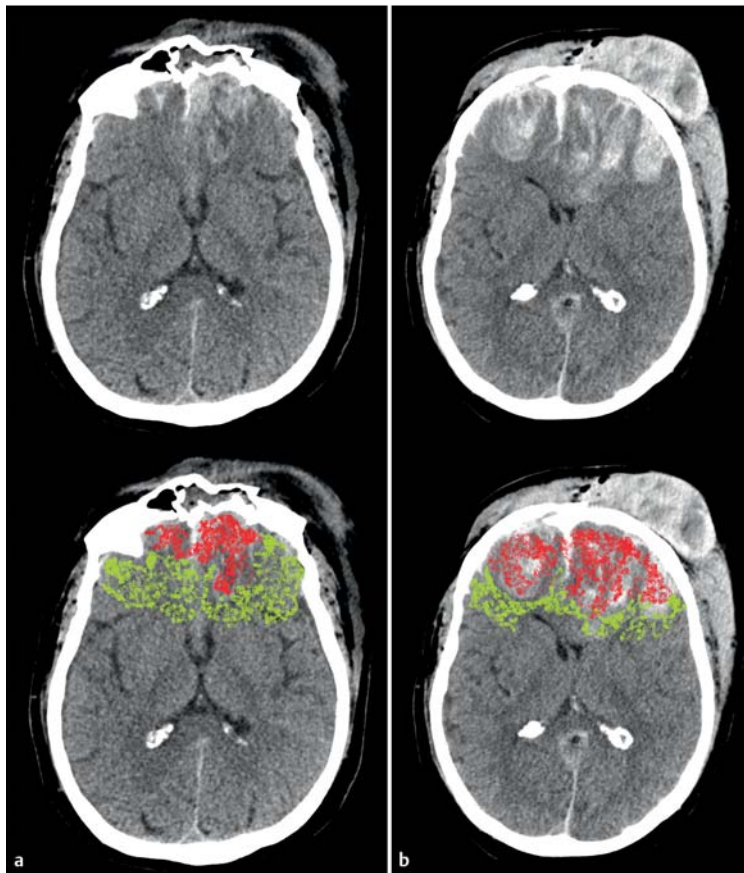


Abb. 1 CT eines Patienten nach SHT mit intrakraniellen Blutungen. a Unmittelbar nach Aufnahme zeigen sich frontale Schädigungen des Hirnparenchyms (unten, rot) mit perifokal intaktem Hirngewebe (grün). b In einer Kontrolluntersuchung hat der Hirnschaden aufgrund größenprogredienter Blutungen zugenommen.

kraniellen Drucks (z. B. bei Hydrozephalus) bedürfen oft einer schnellstmöglichen operativen Therapie und müssen hierzu in ein neurochirurgisches Zentrum verlegt werden. Auch Patienten mit ischämischem Schlaganfall müssen oft in ein geeignetes Zentrum verlegt werden, da bei der Behandlung dieser Patienten zunehmend invasive Verfahren wie die endovaskuläre Thrombektomie eingesetzt werden.

Mehrere Studien haben gezeigt, dass sich eine spezifische neurochirurgische bzw. neurologische Intensivbehandlung günstig auf das Outcome der Patienten auswirken kann.

Neben einer Reduktion der Mortalität kann hierdurch auch das neurologische Behandlungsergebnis der Patienten verbessert werden [1]. In angelsächsischen Ländern etabliert sich „neurocritical care“ zunehmend als eigenständige medizinische Subspezialität. In Deutschland ist der Erwerb der Zusatzbezeichnungen „spezielle neurochirurgische/neurologische Intensivmedizin“ für Fachärzte der entsprechenden Disziplinen

Infobox 1

Risikofaktoren für die Entstehung eines sekundären Hirnschadens

- Hypoxämie
- systemische Hypotonie
- intrakranielle Hypertension
- epileptische Anfälle
- metabolische Entgleisungen
- Fieber
- Infektionen

möglich. Während in Universitätskliniken oft eigenständige „Neurointensivstationen“ etabliert sind, wird in vielen Krankenhäusern eine neurointensivmedizinische Therapie auf interdisziplinären Intensivstationen durchgeführt.

Relevanz für die klinische Praxis

Die Grundprinzipien der neurochirurgischen Intensivbehandlung sollten jedem Intensivmediziner vertraut sein (Infobox 2). Die Behandlung beginnt oft in der Akutphase (z. B. nach einem SHT) und kann einen bedeutenden Einfluss auf das Outcome haben. Auch die Versorgung in einem maximalversorgenden Zentrum kann eine bereits eingetretene irreversible Hirnschädigung nicht rückgängig machen, sodass Maßnahmen zur Verhinderung einer sekundären Hirnschädigung bereits in der unmittelbaren Akutphase ergriffen werden müssen. Insbesondere anästhesiologische Kollegen spielen bei der multidisziplinären Behandlung dieser Patienten eine entscheidende Rolle, sodass diese sich mit gängigen neurochirurgischen Leitlinien vertraut machen sollten.

Die Beherrschung des Umgangs mit üblichen neurochirurgischen Überwachungsverfahren (z. B. externe Ventrikeldrainage zur Überwachung des intrakraniellen Drucks) ist insbesondere für an neurochirurgischen

Infobox 2

Häufige Krankheitsbilder in der neurochirurgischen Intensivmedizin

- aneurysmatische Subarachnoidalblutung
- intrakranielle Tumoren oder Abszesse
- intrazerebrale Blutung
- Schädel-Hirn-Trauma
- spinale Kompressionssyndrom

Zentren tätige Kollegen wichtig. Die Neurointensivmedizin als eigenständige medizinische Disziplin führt durch wissenschaftliche Untersuchungen neurochirurgischer und neurologischer Krankheitsbilder zu einem vertieften Verständnis dieser Störungen und letztlich auch zur Entwicklung neuer Therapieverfahren. Durch beständig aktualisierte Leitlinien und Therapieempfehlungen werden die Behandlungsalgorithmen und damit auch der Behandlungserfolg verbessert.

Basismonitoring

Intensivmedizinische Überwachung

EKG, Sauerstoffsättigung und Blutdruck. Neurochirurgische Intensivpatienten bedürfen eines Basismonitorings, wie es zum Standard auf jeder Intensivstation gehört (Infobox 3). Hierzu zählt neben einer dauerhaften 3-Kanal-EKG-Ableitung eine kontinuierliche Messung der peripheren Sauerstoffsättigung. Der Blutdruck muss ebenfalls engmaschig überwacht werden, nur ausnahmsweise ist hierzu die nichtinvasive Messung in regelmäßigen Abständen zulässig.

Infobox 3

Diagnostische Basisuntersuchungen bei neurochirurgischen Intensivpatienten

- regelmäßige Vigilanzkontrolle und neurologische Untersuchung
- kontinuierliche Blutdruckmessung
- kontinuierliche Messung der peripheren Sauerstoffsättigung
- postoperative Laborkontrolle (v. a. Hämoglobin, Elektrolyte, Gerinnung)
- ggf. weitere Messungen (Stundenbilanz, Elektrolytkontrollen, Blutgasanalysen)

In den meisten Fällen ist eine invasive Blutdruckmessung erforderlich, da man Blutdruckkrisen bei Patienten mit intrakraniellen Blutungen oder nach neurochirurgischen Eingriffen unbedingt vermeiden muss.

Blutgasanalyse. Mit der invasiven Blutdruckmessung ist auch die Möglichkeit regelmäßiger Blutgasuntersuchungen gegeben, welche insbesondere bei schweren Krankheitsbildern unabdingbar sind. Auch bei unauffälliger pulmonaler Funktion ist die Blutgasuntersuchung zur Beurteilung des CO₂-Partialdrucks wichtig,

da durch Entgleisungen sowohl zerebrale ischämische Episoden (Hypokapnie) als auch eine intrakranielle Hypertension (Hyperkapnie) ausgelöst werden können.

Elektrolyte. Regelmäßige Kontrollen der Elektrolyte sollten bei neurochirurgischen Intensivpatienten durchgeführt werden, da Störungen des Natriumhaushalts bei diesen häufig sind und schwerwiegende Konsequenzen haben können.

Neurologische Untersuchung

Bedeutung. Eine regelmäßige neurologische Untersuchung ist die wichtigste Basisüberwachung neurochirurgischer Intensivpatienten. Sie ist bei der postoperativen Überwachung, aber auch bei der Behandlung kritisch kranker Patienten die sensitivste Untersuchung auf neu auftretende pathologische zerebrale Prozesse. Eine neurologische Verschlechterung (z. B. Vigilanzminderung, neurologisches Defizit) weist auf eine zerebrale Problematik hin und sollte mit weiteren Untersuchungen abgeklärt werden (z. B. CT). Eine rasche Identifizierung einer solchen Verschlechterung ist unabdingbar und erfordert neben regelmäßigen Untersuchungen auch eine hohe Expertise. Hierfür ist neben entsprechend ausgebildeten Ärzten auch erfahrenes Pflegepersonal von essenzieller Bedeutung.

Durchführung. Zur neurologischen Überwachung gehört die regelmäßige Kontrolle des Bewusstseinsgrades gemäß der Glasgow Coma Scale (Tab. 1), des Hirnnervenstatus sowie der peripheren Motorik.

Tabelle 1

Glasgow Coma Scale (GCS).

Punkte	Augen öffnen	Verbale Antwort	Motorische Reaktion
6	–	–	gezielt auf Aufforderung
5	–	orientiert	gezielt auf Schmerzreiz
4	spontan	desorientiert	ungezielt auf Schmerzreiz
3	auf Ansprache	unzusammenhängende Worte	Beugesynergismen auf Schmerzreiz
2	auf Schmerzreiz	unverständliche Laute	Strecksynergismen auf Schmerzreiz
1	kein Öffnen der Augen	keine verbale Reaktion	keine Reaktion auf Schmerzreiz

Hierdurch können neben Zeichen einer neurologischen Gefährdung (z. B. neues Auftreten eines motorischen Defizits als Ausdruck einer postoperativen Nachblutung oder von zerebralen Vasospasmen bei SAB) auch akut vital bedrohliche Zeichen einer zerebralen Einklemmung (z. B. Anisokorie) erkannt werden.

Frühe Extubation. Hieraus wird deutlich, dass man bei neurochirurgischen Patienten meist eine möglichst frühzeitige Entwöhnung von der Beatmung anstreben sollte. Bei elektiven neurochirurgischen Operationen ist die Narkoseführung so zu wählen, dass eine Extubation möglichst noch im Operationsaal möglich ist. Eine prolongierte Nachbeatmung sollte man nur bei gerechtfertigten Gründen durchführen (z. B. pulmonale Probleme, zerebrales Ödem).

Analgosedierung. Auch auf der Intensivstation sollte man Sedativa und Analgetika mit kurzer Halbwertszeit wählen, um eine adäquate neurologische Beurteilung zu ermöglichen (neurologisches Fenster). In der Praxis hat sich beispielsweise eine Kombination aus Remifentanyl und Propofol bewährt. Anders verhält es sich bei Patienten mit persistierender intrakranieller Hypertension oder mit einem Status epilepticus. Hierbei ist eine tiefe Sedierung notwendig, um das Hirngewebe zu schützen. In diesem Kontext ist hervorzuheben, dass Ketamin – entgegen früherer Annahmen – keine Erhöhung des intrakraniellen Drucks verursacht und z. B. bei der Behandlung des schweren SHT eingesetzt werden kann [2].

Intrakranieller Druck. Ist eine tiefe Sedierung notwendig, gewinnen apparative Untersuchungen an Bedeutung. Grundsätzlich ist bei diesen Patienten die invasive Überwachung des intrakraniellen Drucks indiziert, um bei einer intrakraniellen Hypertension umgehend geeignete diagnostische und therapeutische Maßnahmen ergreifen zu können.

Apparative Untersuchungen

Röntgen. Die native Röntgendiagnostik des Neurokraniums spielt bei der Standarduntersuchung neurochirurgischer Intensivpatienten keine Rolle mehr und bleibt Sonderfällen (z. B. bei Vorhandensein eines Liquorshuntsystems) vorbehalten.

CT. Die zerebrale CT ist der Goldstandard zur Entdeckung intrakranieller Blutungen oder Frakturen. Daher ist die CT nicht nur zur Akutdiagnostik von Patienten mit Schlaganfall oder Trauma geeignet, sondern kann

auch nach neurochirurgischen Operationen zum Ausschluss einer postoperativen Nachblutung eingesetzt werden.

Große Vorteile der CT ergeben sich aus der kurzen Untersuchungsdauer und der breiten Verfügbarkeit.

Mit speziellen Untersuchungsprotokollen (z. B. Feinschichtdarstellung, Kontrastmittelgabe) kann man auch spezielle Fragestellungen beantworten (z. B. bei Gefäßmalformation, Perfusionsstörung).

MRT. Die Durchführung der MRT ist bei neurochirurgischen Intensivpatienten nur selten indiziert, kann jedoch bei unklarer Bewusstseinsminderung wegweisend für die Diagnosefindung sein. Dennoch sollte die Indikation zur MRT insbesondere bei beatmeten Intensivpatienten streng gestellt werden, da die Untersuchungsdauer wesentlich länger ist als bei der CT. Auf geeignete Möglichkeiten zur Überwachung der Vitalparameter ist hierbei strengstens zu achten.

Zerebrale digitale Subtraktionsangiografie. Die digitale Subtraktionsangiografie (DSA) ist ein invasives Verfahren zur Darstellung der zerebralen Gefäße. Sie wird routinemäßig bei neurovaskulären Erkrankungen (z. B. Aneurysma) eingesetzt, gelegentlich auch zur Beurteilung der Gefäßversorgung intrakranieller Tumoren.

Während rein diagnostisch durchgeführte Angiografien bei wachen, spontan atmenden Patienten durchgeführt werden können, ist bei interventionellen Eingriffen (z. B. Aneurysmacoiling, Stenteinlage) eine vorherige tiefe Sedierung oder Allgemeinanästhesie erforderlich.

Eine Schlüsselrolle spielt die DSA bei der neurochirurgischen Intensivbehandlung der aneurysmatischen SAB. Hierbei wird die DSA – je nach Krankheitsverlauf – oft mehrfach während des Intensivaufenthalts eines Patienten durchgeführt (z. B. Detektion zerebraler Vasospasmen, interventionelle Spasmolyse).

EEG. Die EEG wird zur Aufdeckung epileptischer Herde und zur Überwachung einer antikonvulsiven Therapie eingesetzt. Patienten mit unklarer Bewusstseinsminderung können auch ohne äußerliche Anzeichen eines Krampfanfalls epilepsietypische Potenziale aufweisen (nicht konvulsiver Status epilepticus), sodass die EEG-Untersuchung differenzialdiagnostisch hilfreich sein kann.

In einer prospektiven Studie wiesen 21 % aller Patienten einer neurologischen Intensivstation Zeichen einer „nicht konvulsiven Epilepsie“ auf [3].

Weitere Indikationen zur kontinuierlichen EEG-Ableitung bestehen bei der Gabe von Barbituraten zur Behandlung der intrakraniellen Hypertension oder des Status epilepticus.

Transkranielle Dopplersonografie. Vorteile der transkraniellen Dopplersonografie sind insbesondere die nicht invasive Natur der Untersuchung sowie deren breite Verfügbarkeit. Bei neurochirurgischen Patienten kann die transkranielle Dopplersonografie zur Detektion zerebraler Vasospasmen nach SAB eingesetzt werden. Einschränkungen sind jedoch die relativ niedrige Sensitivität und Spezifität sowie die durch anatomische Gegebenheiten oft erschwerten Untersuchungsbedingungen (z. B. schlechtes Schallfenster) [4]. Wird die transkranielle Dopplersonografie bei der Behandlung der SAB eingesetzt, sollte man Untersuchungsbefunde immer untersucherabhängig interpretieren. Vorteilhaft kann die Dopplersonografie auch bei Patienten nach Dekompressionskraniektomie sein. Hierbei reicht die Auflösung aufgrund des fehlenden Knochenfensters aus, um eine adäquate Beurteilung von inneren Liquorräumen oder Blutungsresiduen zu ermöglichen. Eine CT-Untersuchung und das damit verbundene Transportrisiko für den Patienten kann so vermieden werden.

Spezielle neurochirurgische Überwachung

Intrakranieller Druck. Die kontinuierliche Messung des intrakraniellen Drucks (ICP) gehört zu den Standardmaßnahmen der neurochirurgischen Intensivmedizin. Prinzipiell sollte man bei allen komatösen Patienten mit intrakranieller Störung die Indikation zur Messung des intrakraniellen Drucks prüfen. Hierzu stehen mehrere Möglichkeiten zur Verfügung: Das Anlegen einer externen Ventrikeldrainage gilt als Goldstandard, alternativ ist die Implantation einer intraparenchymatösen Messsonde möglich (Abb. 2).

Das Anlegen einer externen Ventrikeldrainage ist zwar mit einer erhöhten Komplikationsrate verbunden (Stichkanalblutung: 1 %, Ventrikulitis 8 %) [5,6], ermöglicht jedoch zugleich eine Senkung des intrakraniellen Drucks durch die Ableitung von Liquor und die Gewinnung von Liquor für laborchemische Untersuchungen.

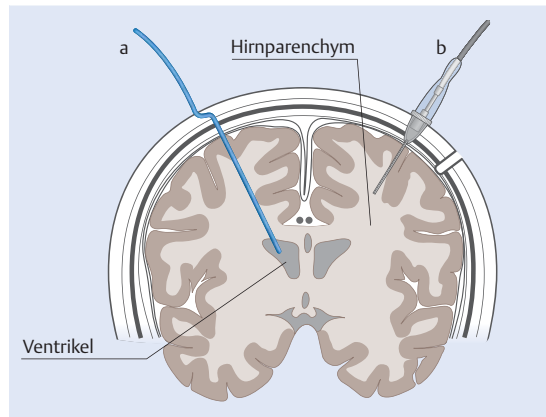


Abb. 2 Möglichkeiten zur Messung des intrakraniellen Drucks. Das Anlegen einer externen Ventrikeldrainage (a) ermöglicht die Ableitung von Liquor, hat jedoch ein höheres Infektionsrisiko als eine intraparenchymatöse ICP-Sonde (b).

Das Anlegen einer externen Ventrikeldrainage oder ICP-Messsonde ist einfach durchzuführen und im Notfall auch direkt am Patientenbett möglich.

Bezüglich des Umgangs mit der externen Ventrikeldrainage sei auf die entsprechende Literatur verwiesen, praktische Hinweise zum Umgang mit Problemen sind in Abb. 3 dargestellt. Bei der Messung des intrakraniellen Drucks über eine externe Ventrikeldrainage ist zwingend darauf zu achten, dass eine pulssynchrone ICP-Kurve abgebildet wird, da es sich um ein hydrostatisches Messverfahren handelt. Fehlen pulssynchrone Schwankungen in der Kurve, haben die dargestellten Werte keine Aussagekraft.

In ausgewählten Fällen (z. B. bei Liquorrhoe) kann man zur kontinuierlichen Drainage von Liquor eine Lumbaldrainage anlegen. Eine Überwachung des intrakraniellen Drucks ist dann jedoch nicht möglich, sodass sich dieses Verfahren insbesondere bei wachen, neurologisch beurteilbaren Patienten anbietet. Studien haben sogar gezeigt, dass der Umstieg von einer externen Ventrikeldrainage auf Lumbaldrainage bei Patienten mit SAB die Inzidenz des posthämorrhagischen Hydrozephalus mit dauerhafter Shuntpflichtigkeit reduzieren kann [8].

Die Durchgängigkeit der Liquorpassage muss vor dem Anlegen einer Lumbaldrainage gewährleistet sein, da sonst eine zerebrale Einklemmung provoziert werden kann.

Auch eine Koagulopathie muss man vor dem Anlegen einer Lumbaldrainage ausschließen, da sonst das Risiko einer spinalen Blutung erhöht wäre. Beim Umgang mit einer Lumbaldrainage ist penibel auf Sterilität zu achten, da das Risiko einer Liquorrauminfektion besteht.

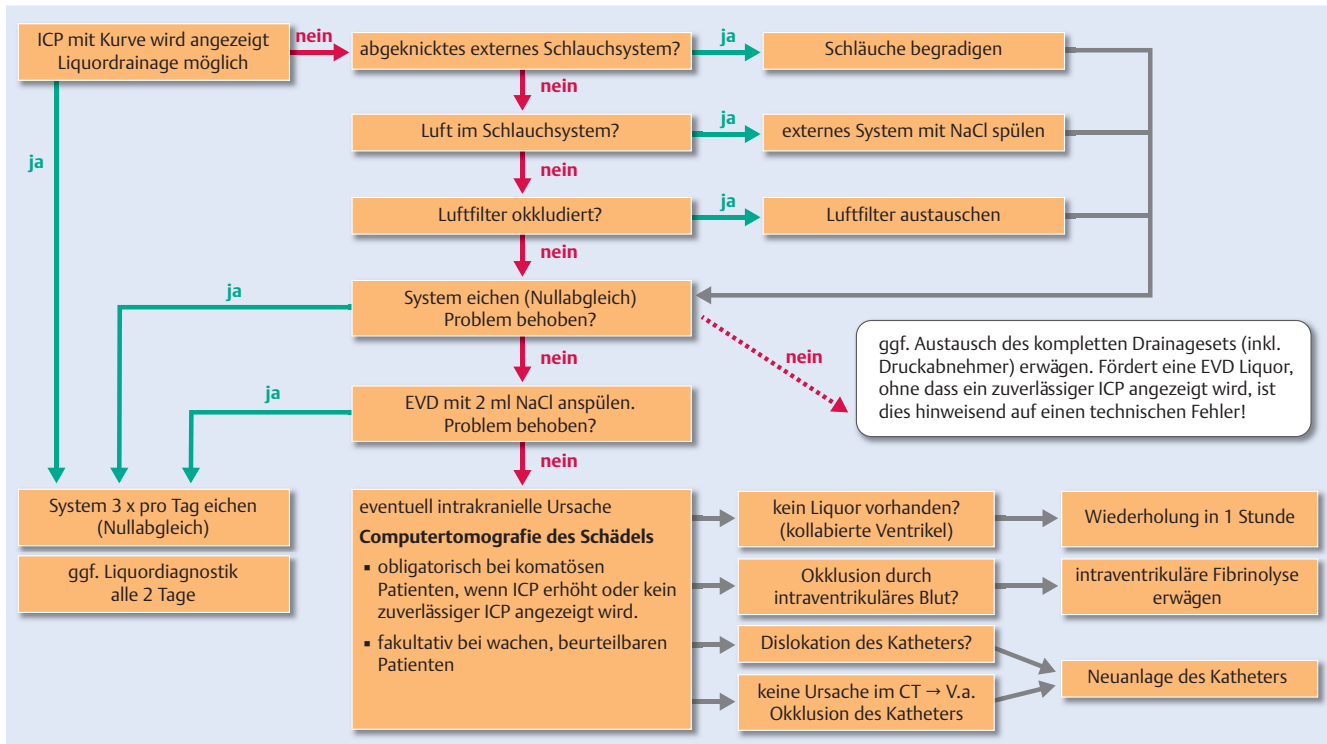


Abb. 3 Vorgehensweise bei Fehlfunktionen der externen Ventrikeldrainage. In den meisten Fällen von Fehlmessungen und Fehlfunktionen handelt es sich um technische Fehler, die leicht zu beheben sind. Nach [7] mit freundlicher Genehmigung von ecomed Storck GmbH (Landsberg).

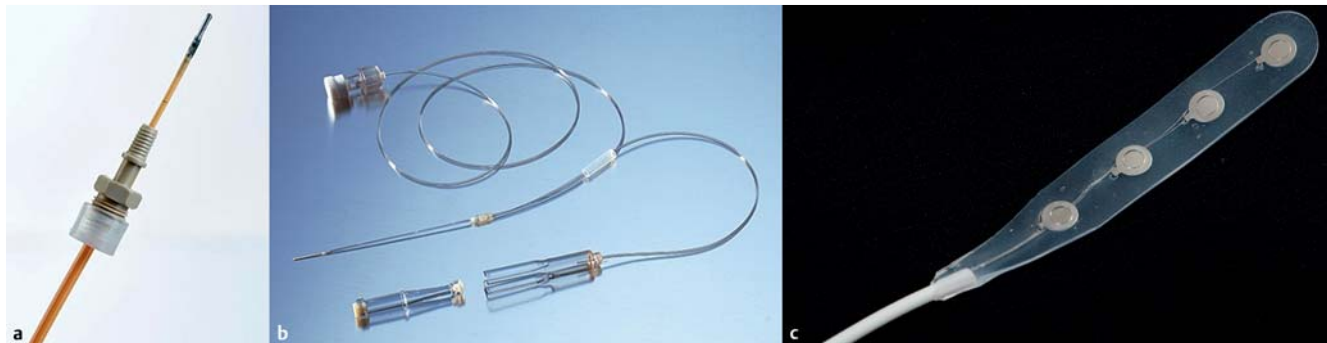


Abb. 4 Katheter und Sonden für das invasive Neuromonitoring. Mit freundlicher Genehmigung von Raumedic (Helmbrechts), M Dialysis (Stockholm, Schweden), Blackrock Microsystems (Salt Lake City, USA). a Sonde zur kombinierten Messung des intrakraniellen Drucks und des zerebralen Sauerstoffpartialdrucks (Neuro-vent) b Mikrodialysekatheter (CMA 70) c Elektroden zur Elektrokortikografie (Ad-Tech PMT).

Zerebraler Sauerstoffpartialdruck. Zahlreiche Studien haben gezeigt, dass auch unter kontinuierlicher Messung des intrakraniellen Drucks ischämische Ereignisse als Folge einer zerebralen Minderperfusion auftreten können [9]. Die Implantation einer Sonde zur Messung des zerebralen Sauerstoffpartialdrucks ($P_{br}O_2$) ist technisch einfach durchzuführen und direkt am Patientenbett möglich (Abb. 4a). Hierdurch kann man hypoxische Episoden erkennen und entsprechende Maßnahmen (z.B. Erhöhung des zerebralen Perfusionsdrucks, Erhöhung des systemischen Sauerstoffangebots) einleiten.

Zerebrale Mikrodialyse. Bei der zerebralen Mikrodialyse ermöglicht die Implantation einer Messsonde mit semipermeabler Membran die Bestimmung der zerebralen Stoffwechselparameter und dadurch die Identifizierung anaerober Phasen (z.B. Erhöhung des Laktats; Abb. 4b). Bei Patienten mit aneurysmatischer SAB waren auffällige Ergebnisse der zerebralen Mikrodialyse mit zerebralen Vasospasmen und damit einem schlechten neurologischen Outcome assoziiert [10].

Während die Messung des zerebralen Sauerstoffpartialdrucks in die Leitlinien zur Behandlung des schweren SHT aufgenommen wurde und zunehmend Verbreitung findet, ist die zerebrale Mikrodialyse derzeit noch spezialisierten Zentren vorbehalten. Doch Expertengremien empfehlen ihren Einsatz und auch anhand der vorliegenden Daten erscheint ihre Anwendung sinnvoll [11].

Weitere Verfahren. Weitere Verfahren zum Neuro-monitoring sind die *kontinuierliche Elektrokortikografie* (Abb. 4c) und die *Nahinfrarotspektroskopie* [12]. Bezüglich deren Bedeutung für die klinische Praxis sind jedoch noch keine konkreten Aussagen möglich.

Neurochirurgische Aspekte der intensivmedizinischen Therapie

Elektrolytstörungen. Schädigungen des ZNS gehen häufig mit hormonellen Störungen einher, die zu Entgleisungen des Natriumhaushalts führen können. Durch einen Mangel an antidiuretischem Hormon (ADH) kann es zu einer Polyurie und nachfolgender Hybernatriämie kommen (zur Therapie s. Infobox 4). Auch das zerebrale Salzverlustsyndrom tritt bei neurochirurgischen Patienten häufig auf. Dieses ist durch einen renalen Verlust von Natriumchlorid gekennzeichnet und führt zu einem Volumenmangel mit Hyponatriämie.

Infobox 4

Therapie von Hybernatriämie

- Infusionsbasis (z. B. 5 % Glukoselösung) umstellen
- Ernährung auf natriumarme Sondenkost umstellen
- Flüssigkeit substituieren (nicht bei hypervolämer Hybernatriämie)
- natriumhaltige Arzneimittel (z. B. Tazobactam) vermeiden
- Desmopressin (ADH-Analogon)

Entgleisungen des Serumnatriums darf man nur langsam ausgleichen, da durch eine zu rasche Korrektur eine pontine Myelinolyse (Natriumanstieg) oder auch ein Hirnödem (Natriumabfall) verursacht werden kann.

Eine Hybernatriämie wird auf der Intensivstation oft durch iatrogene Maßnahmen verstärkt, sodass eine übermäßige Natriumzufuhr bei diesen Patienten unbedingt zu vermeiden ist.

Herz-Kreislauf-System. Eine Herz-Kreislauf-Insuffizienz kann zu einer arteriellen Hypotonie und einer verminderten zerebralen Perfusion führen. Das Auftreten kardialer Störungen bei akuter zerebraler Schädigung ist häufig beschrieben worden und wird auch als Tako-Tsubo-Kardiomyopathie bezeichnet [13]. Eine der Ursachen hierfür scheint eine massive Katecholamin-ausschüttung in der Akutphase zu sein, insbesondere bei Patienten mit akuter aneurysmatischer SAB.

Folgen der Tako-Tsubo-Kardiomyopathie reichen von ST-Streckenveränderungen und einer Erhöhung kardialer Troponine bis zu einer echokardiografisch hochgradigen Einschränkung der Pumpfunktion, die jedoch meist vollständig reversibel sind.

Bei verschiedenen Krankheitsbildern (SHT, SAB) ist eine Erhöhung des mittleren arteriellen Drucks notwendig, um einen suffizienten zerebralen Perfusionsdruck zu erreichen. Insbesondere bei der SAB ist bei der Therapie zerebraler Vasospasmen oft eine hochdosierte Katecholamintherapie notwendig, sodass man hierbei auf systemische Komplikationen achten muss.

Beatmung. Die Aufrechterhaltung einer suffizienten Oxygenierung ist essenziell, um eine zerebrale Schädigung zu vermeiden. Bei den meisten Patienten ist eine Normoxie und Normokapnie anzustreben. Die frühere Praxis einer aggressiven Hyperventilation zur Behandlung der intrakraniellen Hypertension ist verlassen worden, da dieses Vorgehen zerebrale ischämische Episoden provozieren kann [14]. Eine moderate Hyperventilation bis zu einem CO₂-Wert von ca. 30 mmHg ist zur Behandlung akuter ICP-Krisen möglich, sollte jedoch zeitlich begrenzt bleiben.

Das Konzept der Hyperoxygenierung mit normobarer und hyperbarer Oxygenierung erbrachte bisher keine Vorteile für Patienten. Auch in Hinblick auf potenzielle Schäden durch die Entstehung von Sauerstoffradikalen ist von dieser Therapieform zum jetzigen Zeitpunkt abzuraten [15].

Den PEEP kann man auch bei Patienten mit erhöhtem ICP anheben. Dabei ist jedoch zu beachten, dass sich der intrakranielle Druck durch eine Verminderung des venösen Abflusses erhöhen kann. Bei einigen Studien

Infobox 5

Eine Meningitis oder Ventrikulitis gilt als gesichert, wenn folgende Kriterien erfüllt sind [19]:

- (1) Anwachsen von Mikroorganismen aus Liquor
- (2) Mindestens eines der folgenden klinischen Symptome:
 - Fieber (über 38 °C) ohne andere Ursache
 - Kopfschmerzen
 - Meningismus
 - Hirnnervendefizit
 - Reizbarkeit
- und mindestens eines der folgenden Untersuchungsergebnisse:
 - erhöhte Leukozytenzahl, erhöhtes Protein und/oder erniedrigte Glukose im Liquor
 - Mikroorganismen in der Gram-Färbung des Liquors
 - positive Blutkulturen
 - positiver Antigentest in Liquor, Blut oder Urin
 - erhöhter IgM-Antikörpertiter oder 4-fach erhöhter IgG-Antikörpertiter

Tabelle 2

Empirische Antibiotikatherapie bei ZNS-Infektionen [18].

Risikofaktor	Häufige Erreger	Antibiotische Therapie
nach Kraniotomie	<ul style="list-style-type: none"> ■ Staphylokokken ■ gramnegative Bakterien 	Vancomycin/Linezolid plus Cephalosporin (3./4. Generation)
offenes Schädel-Hirn-Trauma	<ul style="list-style-type: none"> ■ Staphylokokken ■ gramnegative Bakterien 	Vancomycin/Linezolid plus Cephalosporin (3./4. Generation)
Schädelbasisfraktur	<ul style="list-style-type: none"> ■ Streptococcus pneumoniae ■ hämolytische Streptokokken ■ Anaerobier 	Vancomycin/Linezolid plus Cephalosporin (3. Generation) plus Metronidazol

waren jedoch durch eine Erhöhung des PEEP bis auf 15 cm H₂O keine negativen Effekte auf den intrakraniellen Druck beobachtet worden [16].

Ernährung. Eine geeignete Ernährung – bevorzugt enteral, um eine Atrophie der Darmzotten zu vermeiden – ist wichtig, da bei Patienten mit akuter Hirnschädigung besonders häufig Zeichen eines Postaggressionsstoffwechsels auftreten. Die gesteigerte Sekretion von Wachstumshormon, antidiuretischem Hormon, Prolaktin, thyreotropem Hormon und adrenokortikotropem Hormon kann zu Entgleisungen der metabolischen Prozesse führen, was letztlich auch inflammatorische Prozesse zur Folge hat. Bei wachen Patienten ist beim oralen Kostenaufbau auf einen suffizienten Schluckakt zu achten. Eine Aspiration von Flüssigkeiten und Nahrungsmitteln kann Entzündun-

gen der Atemwege verursachen, das Verschlucken größerer Stücke kann sogar über vagale Reflexe eine Asystolie auslösen (Bolustod).

Antibiotische Therapie. Infektionen spielen eine wichtige Rolle bei intensivmedizinischen Patienten. Richtlinien zur frühen Erkennung und Behandlung septischer Krankheitsbilder sollten fest in Behandlungsabläufe eingebunden sein. Durch neurochirurgische Erkrankungen und Operationen besteht das Risiko einer Wund- oder ZNS-Infektion. In einer Kohorte von 5569 Patienten nach neurochirurgischen Eingriffen war eine postoperative Infektion der zweithäufigste Grund für eine stationäre Wiederaufnahme (nach dem Auftreten von Liquorzirkulationsstörungen) [17]. Zu den Risikofaktoren für die Entwicklung intrakranieller Infektionen gehören eine externe Ventrikeldrainage sowie Komorbiditäten und Infektionen anderer Organsysteme [18]. Zur Diagnostik siehe Infobox 5.

Bei einer Infektion ist eine frühzeitige antibiotische Therapie erforderlich (Tab. 2). Bei der Wahl des Antibiotikums muss man neben erhobenen Befunden auch lokale Resistenzmuster in Betracht ziehen.

Man sollte auch (ggf. durch bildgebende Maßnahmen) prüfen, ob chirurgisch zu sanierende Herde vorliegen (z. B. intrakranieller Abszess) oder ein Katheterwechsel der externen Ventrikeldrainage erforderlich ist.

In Fällen einer Ventrikulitis mit multiresistenten Erregern kann man eine intrathekale Antibiotikatherapie mit Vancomycin erwägen.

Zur Vancomycin-Antibiose wird unter sterilen Kautelen einmal täglich 10 mg Vancomycin über die externe Ventrikeldrainage in den Liquorraum gespült [20].

Hämostase. Störungen der Hämostase können bei neurochirurgischen Patienten zu schweren Komplikationen führen [21]. Der hohe Thromboplastingehalt des Hirngewebes kann bei einer akuten Hirnschädigung – z. B. beim SHT – zu einer überschießenden Aktivierung des Gerinnungssystems mit nachfolgender Hyperfibrinolyse führen. Eine Hyperfibrinolyse ist insbesondere bei Traumen mit einer hohen Mortalität assoziiert [22]. Standardlabortests (Prothrombinzeit, aktivierte partielle Thromboplastinzeit, Thrombozytenzahl) bilden die Kompartimente der Hämostase nur teilweise ab, sodass weitere spezifische Tests vorteilhaft sein können [23].

Problematisch ist die hämostatische Situation auch, wenn Patienten mit antithrombotischer Medikation behandelt werden müssen. Insbesondere in der Akutphase kann dadurch das Risiko von Blutungskomplikationen erhöht sein. Andererseits ist bei diesen Patienten die Gabe antithrombotischer Medikamente oft aufgrund der Komorbiditäten zwingend notwendig. Eine interdisziplinäre Diskussion sollte in solchen Fällen das Nutzen/Risiko-Verhältnis abwägen.

Bezüglich der Thromboseprophylaxe neurochirurgischer Patienten wird von den Fachgesellschaften die Verwendung (pneumatischer) Kompressionsstrümpfe empfohlen [24]. Eine medikamentöse Thromboseprophylaxe mit Heparin ist bei neurochirurgischen Patienten (z.B. bei intrakranieller Blutung, postoperativ) zwar ein „Off-label“-Einsatz, jedoch scheint der Nutzen zur Verhinderung thromboembolischer Ereignisse das Blutungsrisiko zu überwiegen [25].

Transfusionen. Die Transfusion von Blutprodukten bei Patienten mit Blutverlusten bedarf einer strengen Indikationsstellung. Spezifische Empfehlungen zur Transfusionschwelle bei neurochirurgischen Patienten gibt es nicht, da hierzu bisher keine randomisierten Studien durchgeführt wurden. Als Entscheidungshilfe kann man die Empfehlungen der Bundesärztekammer heranziehen. Dennoch muss man beachten, dass die vorhandenen Erkenntnisse nur zum Teil auf neurochirurgische Patienten übertragen werden können.

Eine Anämie kann insbesondere bei Patienten mit pathologischen zerebralen Prozessen sekundäre Hirnschäden begünstigen. Beispielsweise war in einer prospektiven Untersuchung zur SAB ein Hb von über 11 g/dl mit einer Reduktion zerebraler Infarkte und einem günstigen neurologischen Outcome assoziiert

[26]. Andererseits hat eine Transfusion von Erythrozytenkonzentraten in vielen Studien negative Effekte auf das Outcome gezeigt, sodass der Trend auch in der Neurointensivmedizin zu einer restriktiveren Transfusionsstrategie geht (Hb 7–9 g/dl) [27]. Großes Potenzial für eine Optimierung der Behandlung bietet diesbezüglich auch das invasive Neuromonitoring. In der Studie von Oddo et al. war bei SHT-Patienten ein Hb unter 9 g/dl alleine kein Risikofaktor für ein ungünstiges Outcome, sondern nur bei gleichzeitiger Reduktion des $P_{br}O_2$ [28]. Diese Daten legen nahe, dass eine patientenspezifische Transfusionsstrategie insbesondere bei neurointensivmedizinischen Patienten von Vorteil ist.

Hinsichtlich der Transfusion von Thrombozytenkonzentraten besteht Konsens darüber, dass eine Thrombopenie bei akuten intrakraniellen Blutungen therapiert und hierbei ein Zielbereich von 50 000–100 000/ml angestrebt werden sollte [29].

Eine „prophylaktische“ Transfusion von Thrombozytenkonzentraten bei Patienten, die plättchenhemmende Medikamente erhalten, kann zum jetzigen Zeitpunkt nicht empfohlen werden [30].

Die Gabe von Gefrierfrischplasma (FFP) bei Patienten mit intrakranieller Blutung unter oraler Antikoagulation mit Vitamin-K-Antagonisten (z. B. Phenprocoumon) ist mit zahlreichen Nebenwirkungen verbunden. In diesen Fällen sollte man gemäß den Leitlinien eine Gerinnungsnormalisierung durch die Gabe von Prothrombinkomplexbkonzentraten vornehmen [29]. Die Einführung direkter oraler Antikoagulantien (z. B. Dabigatran, Rivaroxaban, Apixaban) ist mit zahlreichen Vorteilen gegenüber einer Antikoagulation mit Vitamin-K-Antagonisten verbunden. Kommt es jedoch unter der Einnahme dieser Medikamente zu einer

Kernaussagen

- Vorrangiges Ziel der Behandlung neurochirurgischer Intensivpatienten ist die Protektion vitalen Hirngewebes. Hierfür sind eine adäquate Therapie aller Organsysteme und oft eine interdisziplinäre Behandlung essenziell.
- Das wichtigste Instrument der Überwachung ist die regelmäßige klinisch-neurologische Untersuchung, um bei einer Verschlechterung sofort und adäquat handeln zu können. Sind Patienten neurologisch nicht suffizient zu beurteilen, werden apparative Untersuchungen notwendig. Hierbei hat insbesondere die CT einen herausragenden Stellenwert.
- Die Überwachung des intrakraniellen Drucks ist insbesondere bei komatösen Patienten indiziert, um eine intrakranielle Hypertension frühzeitig erkennen und behandeln zu können. Invasive Sonden ermöglichen das Erkennen von Ischämien als Risikofaktor für die Entstehung sekundärer Hirnschäden.
- Schädigungen des zentralen Nervensystems können Störungen verschiedener Organsysteme verursachen. Hormonelle Entgleisungen können beispielsweise zu schweren Hyper- und Hyponatriämien führen und kardiale Dysfunktionen verursachen. Auch bei der Behandlung pulmonaler Störungen oder Infektionen sind Besonderheiten bei neurochirurgischen Intensivpatienten zu beachten.

intrakraniellen Blutung, steht derzeit nur für Dabigatran ein spezifisches Antidot zur Verfügung. Empfehlungen zum Notfallmanagement von Blutungen unter Faktor Xa-Inhibitoren beinhalten die Gabe von (aktiviertem) Prothrombinkomplexkonzentrat und rekombinantem Faktor VIIa [31].

Interessenkonflikt: Christopher Beynon erhielt Vortragshonorare von CSL Behring, Vortrags-/Beraterhonorare von Boehringer Ingelheim sowie Forschungsunterstützung von Roche Diagnostics. Andreas Unterberg gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Über die Autoren

Christopher Beynon



Dr. med. Jahrgang 1980. 2000–2007 Medizinstudium an den Universitäten Heidelberg, Zürich und Cardiff. 2008 Promotion. Seit 2008 Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Neurochirurgischen Universitätsklinik Heidelberg. 2015 Facharzt für Neurochirurgie.

Andreas W. Unterberg



Prof. Dr. med. Jahrgang 1955. 1974–1981 Medizinstudium an den Universitäten Gießen und München. 1982 Promotion. 1985–1986 DFG-geförderter Forschungsaufenthalt in Richmond, Virginia (USA). Facharzt Ausbildung an den Universitäten München und Berlin. 1988 Habilitation. Seit 2003 Ärztlicher Direktor der

Neurochirurgischen Universitätsklinik Heidelberg.

Korrespondenzadresse

Dr. med. Christopher Beynon
Neurochirurgische Klinik
Universitätsklinikum Heidelberg
Im Neuenheimer Feld 400
69120 Heidelberg
E-Mail: christopher.beynon@med.uni-heidelberg.de

Literatur

- 1 Kramer AH, Zygun DA. Do neurocritical care units save lives? Measuring the impact of specialized ICUs *Neurocrit Care* 2011; 14: 329–333
- 2 Wang X, Ding X, Tong Y et al. Ketamine does not increase intracranial pressure compared with opioids: meta-analysis of randomized controlled trials. *J Anesth* 2014; 28: 821–827
- 3 Laccheo I, Sonmez Turk H, Bhatt AB et al. Non-convulsive status epilepticus and non-convulsive seizures in neurological ICU patients. *Neurocrit Care* 2015; 22: 202–211
- 4 Carrera E, Schmidt JM, Oddo M et al. Transcranial Doppler for predicting delayed cerebral ischemia after subarachnoid hemorrhage. *Neurosurgery* 2009; 65: 316–323 ; discussion 323–324
- 5 Binz DD, Toussaint LG, Friedman JA. Hemorrhagic complications of ventriculostomy placement: a meta-analysis. *Neurocrit Care* 2009; 10: 253–256
- 6 Lozier AP, Sciacca RR, Romagnoli MF et al. Ventriculostomy-related infections: a critical review of the literature. *Neurosurgery* 2002; 51: 170–181 ; discussion 181–182
- 7 Beynon C, Kiening K. Intensivmedizinisches Management der externen Ventrikeldrainage. In: Fresenius M, Heck M, Zink W, Hrsg. Repetitorium Intensivmedizin. Heidelberg: Springer; 2014
- 8 Kwon OY, Kim YJ, Kim YJ et al. The Utility and Benefits of External Lumbar CSF Drainage after Endovascular Coiling on Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage. *J Korean Neurosurg Soc* 2008; 43: 281–287
- 9 Chang JJJ, Youn TS, Benson D et al. Physiologic and functional outcome correlates of brain tissue hypoxia in traumatic brain injury. *Crit Care Med* 2009; 37: 283–290
- 10 Sarrafzadeh A, Haux D, Sakowitz O et al. Acute focal neurological deficits in aneurysmal subarachnoid hemorrhage: relation of clinical course, CT findings, and metabolite abnormalities monitored with bedside microdialysis. *Stroke* 2003; 34: 1382–1388
- 11 Hutchinson PJ, Jalloh I, Helmy A et al. Consensus statement from the 2014 International Microdialysis Forum. *Intensive Care Med* 2015; 41: 1517–1528
- 12 Seule M, Keller E, Unterberg A et al. The Hemodynamic Response of Spreading Depolarization Observed by Near Infrared Spectroscopy After Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage. *Neurocrit Care* 2015; 23: 108–112
- 13 Finsterer J, Wahbi K. CNS disease triggering Takotsubo stress cardiomyopathy. *Int J Cardiol* 2014; 177: 322–329
- 14 Curley G, Kavanagh BP, Laffey JG. Hypocapnia and the injured brain: more harm than benefit. *Crit Care Med* 2010; 38: 1348–1359
- 15 Beynon C, Kiening KL, Orakcioglu B et al. Brain Tissue Oxygen Monitoring and Hyperoxic Treatment in Patients with Traumatic Brain Injury. *J Neurotrauma* 2012; 29: 2109–2123
- 16 Lowe GJ, Ferguson ND. Lung-protective ventilation in neurosurgical patients. *Curr Opin Crit Care* 2006; 12: 3–7
- 17 Buchanan CC, Hernandez EA, Anderson JM et al. Analysis of 30-day readmissions among neurosurgical patients: surgical complication avoidance as key to quality improvement. *J Neurosurg* 2014; 121: 170–175

- 18 Beer R, Pfausler B, Schmutzhard E. Infectious intracranial complications in the neuro-ICU patient population. *Curr Opin Crit Care* 2010; 16: 117–122
- 19 Horan TC, Andrus M, Dudeck MA. CDC/NHSN surveillance definition of health care-associated infection and criteria for specific types of infections in the acute care setting. *Am J Infect Control* 2008; 36: 309–332
- 20 Pfausler B, Spiss H, Beer R et al. Treatment of staphylococcal ventriculitis associated with external cerebrospinal fluid drains: a prospective randomized trial of intravenous compared with intraventricular vancomycin therapy. *J Neurosurg* 2003; 98: 1040–1044
- 21 Karni A, Holtzman R, Bass T et al. Traumatic head injury in the anticoagulated elderly patient: a lethal combination. *Am Surg* 2001; 67: 1098–1100
- 22 Tian H-L, Chen H, Wu BS et al. D-dimer as a predictor of progressive hemorrhagic injury in patients with traumatic brain injury: analysis of 194 cases. *Neurosurg Rev* 2010; 33: 359–365 ; discussion 365–366
- 23 Beynon C, Unterberg AW, Sakowitz OW. Point of care coagulation testing in neurosurgery. *J Clin Neurosci* 2015; 22: 252–257
- 24 Bratton SL, Chestnut RM, Ghajar J et al. Guidelines for the management of severe traumatic brain injury. V. Deep vein thrombosis prophylaxis. *J Neurotrauma* 2007; 24 (Suppl. 01): S32–S36
- 25 Hamilton MG, Yee WH, Hull RD et al. Venous thromboembolism prophylaxis in patients undergoing cranial neurosurgery: a systematic review and meta-analysis. *Neurosurgery* 2011; 68: 571–581
- 26 Naidech AM, Jovanovic B, Wartenberg KE et al. Higher hemoglobin is associated with improved outcome after subarachnoid hemorrhage. *Crit Care Med* 2007; 35: 2383–2389
- 27 LeRoux P. Haemoglobin management in acute brain injury. *Curr Opin Crit Care* 2013; 19: 83–91
- 28 Oddo M, Levine JM, Kumar M et al. Anemia and brain oxygen after severe traumatic brain injury. *Intensive Care Med* 2012; 38: 1497–1504
- 29 Spahn DR, Bouillon B, Cerny V et al. Management of bleeding and coagulopathy following major trauma: an updated European guideline. *Crit Care* 2013; 17: R76
- 30 Batchelor JS, Grayson A. A meta-analysis to determine the effect on survival of platelet transfusions in patients with either spontaneous or traumatic antiplatelet medication-associated intracranial haemorrhage. *BMJ Open* 2012; 2: e000588
- 31 Steiner T, Böhm M, Dichgans M et al. Recommendations for the emergency management of complications associated with the new direct oral anticoagulants (DOACs), apixaban, dabigatran and rivaroxaban. *Clin Res Cardiol* 2013; 102: 399–412

CME-Fragen

CME-Teilnahme

- ▶ Viel Erfolg bei Ihrer CME-Teilnahme unter <http://cme.thieme.de>
- ▶ Diese Fortbildungseinheit ist 12 Monate online für eine CME-Teilnahme verfügbar.
- ▶ Sollten Sie Fragen zur Online-Teilnahme haben, unter <http://cme.thieme.de/hilfe> finden Sie eine ausführliche Anleitung.

1

Welche Aussage über die Neurointensivmedizin ist *falsch*?

- A Oberstes Ziel ist das Vermeiden einer Schädigung von Hirngewebe.
- B Blutuntersuchungen können zuverlässig eine zerebrale Schädigung charakterisieren.
- C Schließt die Versorgung von Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma ein.
- D Die Behandlung beginnt oft schon präklinisch.
- E Trägt zu der Verbesserung von Handlungsempfehlungen bei.

2

Was gehört *nicht* zur intensivmedizinischen Überwachung neurochirurgischer Intensivpatienten?

- A periphere Sauerstoffsättigung messen
- B Schellong-Test durchführen
- C Blutdruck überwachen
- D 3-Kanal-EKG ableiten
- E Blutgasanalysen

3

Was gilt bei der klinisch-neurologischen Überwachung?

- A Eine einmalige Untersuchung ist prinzipiell ausreichend.
- B Die Glasgow Coma Scale ist für die Anwendung auf der Intensivstation ungeeignet.
- C Zerebrale Einklemmszeichen werden primär mit der CT erfasst.
- D Das Auftreten motorischer Defizite ist untypisch für die Subarachnoidalblutung.
- E Regelmäßige Untersuchungen durch qualifiziertes Personal sind unabdingbar.

4

Welche Aussage zu apparativen Untersuchungen ist *falsch*?

- A Die CT ist für die Akutdiagnostik besonders geeignet.
- B Bei Patienten mit SAB wird die DSA oft mehrfach eingesetzt.
- C Die MRT ist beim SHT die geeignetste Untersuchung, um Frakturen zu identifizieren.
- D EEG-Untersuchungen werden bei der Behandlung des Status epilepticus durchgeführt.
- E Ergebnisse der transkraniellen Dopplersonografie sollten untersucherabhängig interpretiert werden.

5

Invasives Neuromonitoring kann vorteilhaft für die neurochirurgische Intensivbehandlung sein. Welche Aussage hierzu ist *falsch*?

- A Die Messung des Sauerstoffpartialdrucks im Hirngewebe ist in den Leitlinien zur Behandlung des SHT enthalten.
- B Die Mikrodialyse kann ischämische Prozesse bei der SAB detektieren.
- C Bei Sonden zur Mikrodialyse werden semipermeable Membranen eingesetzt.
- D Auch unter einem normwertigen intrakraniellen Druck können zerebrale Minderperfusionen auftreten.
- E Sonden zum invasiven Neuromonitoring müssen immer im Operationssaal implantiert werden.

6

Welcher Aspekt muss bei der intensivmedizinischen Behandlung berücksichtigt werden?

- A Bei Patienten mit SHT sollte immer eine Hyperoxie angestrebt werden.
- B Das Auftreten eines Postaggressionsstoffwechsels ist bei zerebralen Schädigungen eine Rarität.
- C Störungen der Hämostase werden durch die Bestimmung der Prothrombinzeit ausreichend erfasst.
- D Die Erhöhung des PEEP kann zu einer intrakraniellen Hypertension führen.
- E Eine Thromboseprophylaxe ist bei neurochirurgischen Patienten generell kontraindiziert.

CME-Fragen

Besonderheiten neurochirurgischer Intensivpatienten

7

Welche Aussage zur Erkennung und Behandlung von Infektionen des ZNS ist *falsch*?

- A Zu den Risikofaktoren gehören SHT und eine einliegende externe Ventrikeldrainage.
- B Infektionen gehören zu den häufigsten Gründen einer stationären Wiederaufnahme neurochirurgischer Patienten.
- C Eine Meningitis gilt als gesichert, wenn Mikroorganismen aus Liquorproben kultiviert werden.
- D Bei einer Meningitis sollte immer Metronidazol gegeben werden.
- E Bei ZNS-Infektionen mit multiresistenten Erregern kann eine intrathekale Antibiotikatherapie in Erwägung gezogen werden.

8

Welche der folgenden Aussagen ist *falsch*?

- A Eine Anämie kann das Auftreten zerebraler ischämischer Prozesse begünstigen.
- B Ergebnisse des invasiven Neuromonitorings können eine Transfusionsstrategie positiv beeinflussen.
- C Die Einnahme antithrombotischer Medikamente kann zu einer verstärkten Blutungsneigung führen.
- D Eine Transfusion von Erythrozytenkonzentraten sollte man bei einem Hb von über 10 g/dl nicht durchführen.
- E Bei SHT-Patienten mit ASS-Einnahme sollte man immer Thrombozytenkonzentrate transfundieren.

9

Ein 34-jähriger Patient erleidet einen schweren Motorradunfall und wird bei einem GCS von 3 intubiert und in Ihr Krankenhaus der Grundversorgung eingeliefert. Welche Vorgehensweise ist *richtig*?

- A sofortige Verlegung des Patienten in ein Traumazentrum
- B Spontanisierung des Patienten, dann über CT-Diagnostik entscheiden
- C Patienten stabilisieren, dann umgehende CT-Diagnostik, anschließend über Verlegung entscheiden
- D sofortige Hyperventilation auf $\text{CO}_2 < 25$ mmHg
- E CT-Diagnostik für den nächsten Tag planen

10

Bei einem 48-jährigen Patienten wird ein intrakranieller Tumor operativ entfernt. Postoperativ wird der Patient wach und fokalneurologisch unauffällig auf die Intensivstation verlegt. Etwa 6 Stunden später kommt es zu einer Vigilanzminderung mit erschwerter Erweckbarkeit. Welche der folgenden Ursachen ist hierfür am wenigsten wahrscheinlich?

- A Hirnstammischämie
- B postoperative Nachblutung in die Resektionshöhle
- C Elektrolytentgleisung mit schwerer Hyponatriämie
- D konvulsives Geschehen
- E Ausbildung eines Hydrozephalus