

W.-D. Niesen¹, G. Gahn², F. Salih³, A.-S. Biesalski⁴, P. Czorlich⁵, C. Dohmen⁶, T. Westermaier⁷, J. Bösel⁸, K. Wartenberg⁹, P. Schramm¹⁰,
Kommission Weiterbildung der DGNI

¹Klinik für Neurologie und Neurophysiologie, Universitätsklinikum Freiburg, Freiburg, Deutschland

²Neurologische Klinik, Städtisches Klinikum Karlsruhe, Karlsruhe, Deutschland

³Klinik für Neurologie mit experimenteller Neurologie, Charité – Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Deutschland

⁴Klinik für Neurologie, Katholisches Klinikum Bochum, Bochum, Deutschland

⁵Klinik und Poliklinik für Neurochirurgie, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Hamburg, Deutschland

⁶Neurologie und neurologische Intensivmedizin, LVR-Klinik Bonn, Bonn, Deutschland

⁷Neurochirurgische Klinik, Helios Amper-Klinikum Dachau, Dachau, Deutschland

⁸Klinik für Neurologie, Universitätsklinikum Heidelberg, Heidelberg, Deutschland

⁹Klinik und Poliklinik für Neurologie, Universitätsklinikum Leipzig, Leipzig, Deutschland

¹⁰Neurologische Klinik, Universitätsklinikum Gießen und Marburg, Standort Gießen, Gießen, Deutschland

Curriculum zur Zusatzweiterbildung bzw. Erlangung der Zusatzbezeichnung Intensivmedizin für Fachärzt*innen der Neurologie und Neurochirurgie

Ergänzende Erläuterungen zur (Muster-)Weiterbildungsordnung der Bundesärztekammer

In der aktuell von den einzelnen Landesärztekammern in Umsetzung befindlichen (Muster-)Weiterbildungsordnung (MWBO 2018) der Bundesärztekammer (BÄK) vom 26.06.2021 erfolgt eine Änderung von dem bekannten Aufgabenkatalog hin zu einer kompetenzbasierten Ausrichtung der Weiterbildung. Weiterhin kommt es zur Einführung eines bundesweit einheitlichen eLogbuchs bei der BÄK, welches den in Weiterbildung befindlichen Ärztinnen und Ärzten einen Wechsel der Ärztekammer erleichtern und die Anforderung an die Weiterbildung bundeseinheitlich darstellen soll. Trotz dieses eLogbuchs bei der BÄK werden die verbindlichen Weiterbildungsordnungen von den einzelnen Landesärztekammern (LÄK) herausgegeben und sind in dem Kammerbezirk auch letztendlich gültig. Aus Sicht der Weiterbildungskommission der Deutschen Gesellschaft für NeuroIntensiv- und Notfallmedizin (DGNI) werden die Inhalte sehr allgemein und pauschal aufgeführt, was bei Weiterzubildenden und Weiterbildungsbeauftragten zu unterschiedlicher Interpretation und damit unterschiedlichem Inhalt der individuellen Weiterbildung führen kann. Um dies zu vermeiden und um eine möglichst gute und einheitliche Ausbildung in der neurologischen und neu-

rochirurgischen Intensivmedizin zu gewährleisten, werden die Inhalte der MWBO in diesem Curriculum präzisiert.

Die einzelnen für die Zusatzweiterbildung Intensivmedizin für Neurologen (NEU) und Neurochirurgen (NCH) relevanten Punkte werden im Folgenden präzisiert und sollen der Orientierung für die Weiterzubildenden und deren Weiterbildungsbeauftragten dienen. Auf die allgemein-intensivmedizinischen Kenntnisse und Fertigkeiten wird hier nicht detailliert eingegangen werden.

Zur besseren Orientierung werden die Punkte chronologisch analog zur MWBO 2018 aufgeführt.

Infobox

Nicht Inhalt dieses Curriculums ist eine Präzisierung der intensivmedizinischen Inhalte im Rahmen der Facharztausbildung. Für die mindestens 6-monatige Ausbildung in der Intensivmedizin im Rahmen der Facharztausbildung auf den Gebieten Neurologie und Neurochirurgie haben die DGNI, die Deutsche Gesellschaft für Neurologie (DGN) sowie die Deutsche Gesellschaft für Neurochirurgie (DGNC) Logbücher herausgegeben, welche die zu erwerbenden Kenntnisse und Fertigkeiten für die Weiterzubildenden und Weiterbildungsbeauftragten präzisieren und orientierende Richtzahlen an die Hand geben.

Redaktion

P. Berlit, Berlin

DGNeurologie

<https://doi.org/10.1007/s42451-022-00525-9>

Angenommen: 30. November 2022

Gemeinsame Inhalte der Zusatzweiterbildung Intensivmedizin

Nervensystem

Erkennung und Behandlung der Auswirkung von kritischer Krankheit und Intensivtherapie auf das Nervensystem (MWBO 2018)

- a) Präambel: Das Nervensystem ist in vielfacher Weise bei intensivmedizinisch zu behandelnden Patient*innen mitbetroffen. Diese Mitbeteiligung des Nervensystems kann zu neurologischen und/oder neurochirurgischen Konsultationen führen. Hier sind Handlungskompetenzen zu erwerben, die eine qualifizierte (Mit-)Betreuung ermöglichen.
- b) Beteiligung des peripheren Nervensystems und der Muskulatur bei einer auf Intensivstation erworbenen Schwäche („intensive care unit acquired weakness“, ICU-AW) bzw. den Entitäten „critical illness polyneuropathy“ und „myopathie“
- c) Delir im Rahmen der Intensivbehandlung
- d) Enzephalopathien im Rahmen systemischer Erkrankungen
- e) Epileptische Anfälle im Rahmen systemischer Erkrankungen und als unerwünschte Wirkung der eingesetzten Therapien

Messung, Überwachung und Therapie von intrakranialem Druck, zerebraler Perfusion und zerebralem Metabolismus (MWBO 2018)

Diese Punkte werden im Bereich der spezifischen Inhalte weiter ausgeführt und müssen von Neurolog*innen und Neurochirurg*innen in einer inhaltlich umfassenderen Handlungskompetenz erlernt werden.

Prüfung der klinischen Symptome des irreversiblen Hirnfunktionsausfalls (MWBO 2018)

- a) Präambel: Der Nachweis des irreversiblen Hirnfunktionsausfalls (IHA) wird von der Bundesärztekammer in einer entsprechenden Richtlinie geregelt. Hier kommt den Fächern Neurologie und Neurochirurgie eine besondere Stellung zu, da für jede Diagnostik bei Erwachsenen mindestens einer der Untersuchenden Facharzt*in für Neurologie oder Neurochirurgie mit Erfahrung in der intensivmedizinischen Behandlung von Patienten mit schwersten Hirnschädigungen sein muss. Daher ist eine umfassende Handlungskompetenz im Rahmen der Zusatzweiterbildung zu erwerben. Diese umfasst nicht nur die Prüfung der klinischen Symptome, sondern die gesamten Aspekte der IHA-Diagnostik (aktuelle Richtlinie der BÄK), die weiteren Abläufe der Spenderkonditionierung im Falle einer Organspende sowie der Gesprächsführung mit den Angehörigen, unabhängig von einer möglichen Organspende (IHA als Tod der Patient*in). Im Einzelnen sind folgende Handlungskompetenzen zu erwerben:
- b) Es ist die Mitwirkung bei etwa 10 IHA-Diagnostiken anzustreben.
- c) Umfassende Erfahrungen in der Erkennung von Patient*innen, die für eine IHA-Diagnostik in Frage kommen
- d) Umfassende Kenntnisse der ethischen, medizinischen und juristischen Grundlagen des Nachweises des IHA

- e) Umfassende Kenntnisse und Erfahrungen in der organprotektiven Intensivtherapie von Patient*innen, die für eine Diagnostik des IHA in Frage kommen
- f) Umfassende Kenntnisse in der Erkennung und Differenzierung von primären supra- und infratentoriellen zerebralen Schädigungsmechanismen und deren Kombination sowie der sekundären zerebralen Schädigungsmechanismen
- g) Umfassende Kenntnisse und Erfahrungen bei der Beurteilung der Auswirkungen von Vorerkrankungen, aktuellen extrazerebralen Organschäden, metabolischen Störungen sowie der Körpertemperatur auf die klinische Symptomatik
- h) Umfassende Erfahrungen bei der Beurteilung von Medikamenteneffekten auf die klinische Symptomatik
- i) Umfassende Kenntnisse und Erfahrungen in der Beurteilung der Pharmakokinetik zentral dämpfender Medikamente bei kritisch Kranken auf die klinische Symptomatik
 - a. Pharmakokinetik generell zentral dämpfender Medikamente
 - b. Abhängigkeit der Pharmakokinetik von Medikamenteninteraktionen und Vorerkrankungen/Organschädigungen
 - c. Einfluss der Körpertemperatur
- j) Umfassende Kenntnisse und Erfahrungen, um zerebrale Reaktionen von spinalen und peripher-neurogenen Reaktionen unterscheiden zu können
- k) Umfassende Kenntnisse und Erfahrungen in der Durchführung des Apnoetests und dessen Limitationen
- l) Kenntnisse zu den Beobachtungszeiträumen bei alleiniger klinischer Diagnostik
- m) Kenntnisse zur Indikation und zu den Notwendigkeiten der Anwendung der apparativen Zusatzdiagnostik und deren Ergebnisse, insbesondere Erfahrungen in den verschiedenen apparativen Verfahren zum Nachweis des irreversiblen zerebralen Kreislaufstillstandes sowie der Elektrophysiologie
- n) Kenntnisse über die Besonderheiten der kindlichen IHA-Diagnostik bis zur Vollendung des 2. Lebensjahres

Spezifische Inhalte der Zusatzweiterbildung Intensivmedizin für Neurologie und Neurochirurgie

Aus Sicht der Weiterbildungskommission der DGNI sind die spezifischen Kompetenzen in beiden Fächern sehr ähnlich, sodass diese zusammen näher spezifiziert werden. Bei den Kompetenzen, welche exklusiv für eines der Fächer zu erwerben sind, werden diese entsprechend gekennzeichnet.

Intensivmedizinische Behandlung bei vital bedrohlichen neurologischen und neurochirurgischen Erkrankungen (MWBO 2018)

Die intensivmedizinische Behandlung wird bei den einzelnen, näher präzisierten, Krankheitsbildern erfolgen.

Intensivmedizinische Behandlung gebietsbezogener Krankheitsbilder, insbesondere bei oder nach neurochirurgischen Operationen und Verletzungen (MWBO 2018-NCH).

Intensivmedizinische Behandlung von Störungen und Erkrankungen des zentralen Nervensystems, des Rückenmarks, des peripheren Nervensystems, der neuromuskulären Übertragung und der Muskeln sowie der intensivmedizinisch relevanten neuropsychiatrischen Erkrankungen (MWBO 2018-NEU)

Präambel: Umfassende Erfahrung und Fertigkeiten in den im Folgenden aufgeführten Erkrankungsbildern in Bezug auf ihre Ätiologie, Pathophysiologie, Gradeinteilung, Diagnostik, Akut- und Langzeittherapie sowie Rehabilitation, allgemein-intensivmedizinischen und neurospezifischen Komplikationen sowie ihre Prognose. Somit können diese Erkrankungen eigenständig durch den/die Neurointensivmediziner*in betreut und behandelt werden. Dies bezieht sich, wenn bereits durch die FA-Weiterbildung abgedeckt, auf den intensivmedizinisch relevanten Teil der benannten Erkrankungen und deren intensivmedizinisch relevante Komplikationen.

- a) Umfassende Erfahrung und Fertigkeiten in der Diagnostik und in der Behandlung klinischer Syndrome:
 - a. Koma
 - b. Herniationssyndrome
 - c. Erhöhter intrakranialer Druck
 - d. Intrakranielle Hypotension/Hypovolämie mit Herniation
 - e. „Minimally conscious state“
 - f. Dysautonomie zentraler Ursache
 - g. Delir
 - h. Psychose
 - i. Rückenmarksyndrome
- b) Umfassende Erfahrung und Fertigkeiten in qualitativen und quantitativen Störungen des Bewusstseins inklusive akutem Delir, Somnolenz, Sopor, Koma, Enzephalopathien bei systemischen Erkrankungen und deren Differenzialdiagnosen wie
 - a. Septische Enzephalopathie
 - b. Hepatische Enzephalopathie
 - c. Urämische Enzephalopathie
 - d. Toxische Enzephalopathie
 - e. Elektrolytstörungen, z. B. Hyponatriämie, Hypo- und Hyperglykämie, Hypoxie, Hyperkapnie usw. und deren Folgen wie zentrale osmotische Myelinolyse
 - f. Reversibles Leukenzephalopathiesyndrom wie z. B. bei Hypertension und als geburtshilflicher Notfall mit Präeklampsie, Eklampsie und HELLP-Syndrom
- c) Hypoxisch-ischämische Enzephalopathie
- d) Zerebrovaskuläre Erkrankungen
 - a. Ischämischer Hirninfarkt (inklusive periprozedurales Management bei systemischer Thrombolysierung und Thrombektomie)
 - b. Transitorisch ischämische Attacke
 - c. Raumfordernde Hemisphären- und Kleinhirninfarkte
 - d. Stenose oder Verschluss der A. basilaris
 - e. Perioperatives/periprozedurales Management nach Desobliteration präzerebraler und intrazerebraler Verschlussprozesse inkl. des Hyperperfusionssyndroms

- f. Vaskulopathien (reversibles zerebrales Vasokonstriktionssyndrom, Moya-Moya-Syndrom und Sichelzellanämie)
- g. Zerebrale Vaskulitiden
- h. Spinale Infarkte
- i. Intrazerebrale Blutung inklusive zerebellare, Hirnstamm- und intraventrikuläre Blutungen
- j. Subarachnoidalblutung durch Aneurysma, Dissektion, arteriovenöse Malformation inklusive Hydrozephalus mit ihren Komplikationen (verspätete zerebrale Ischämien, Stresskardiomyopathie, neurogenes Lungenödem usw.)
- k. Arteriovenöse Malformationen (AVM), AV-Fistel, Kavernome, „developmental“ venöse Anomalie (DVA) und deren periprozedurales Management
- l. Sinus- und Hirnvenenthrombose
- m. Aneurysmata und deren periprozedurales Management
- n. Dissektionen der zervikalen und zerebralen Arterien
- e) Schädel-Hirn- und Rückenmarkstrauma (NCH)
 - a. Schädel-Hirn-Trauma
 - b. Diffuse axonale Verletzung
 - c. Epiduralhämatom
 - d. Subduralhämatom
 - e. Traumatische Subarachnoidalblutung
 - f. Schädelfraktur
 - g. Kontusion, Transsektion, Konkussion
 - h. Penetrierende kraniozerebrale Verletzung
 - i. Rückenmarkstrauma
 - j. Wirbelfrakturen und Bänderinstabilität
 - k. Die oben aufgeführten Verletzungen sind nicht nur als Einzelverletzungen, sondern auch im Kontext von Mehrfachverletzungen bei polytraumatisierten Patient*innen zu sehen.
- f) Anfallserkrankungen
 - a. Epileptische und nichtepileptische Anfälle und Epilepsien
 - b. Status epilepticus (konvulsiv, nichtkonvulsiv, mit und ohne erhaltenem Bewusstsein)
 - c. Status myoclonicus
- g) Neuromuskuläre Erkrankungen (NEU)
 - a. Myasthenia gravis
 - b. Guillain-Barré-Syndrom
 - c. Myositiden
 - d. Mitochondriale Erkrankungen
 - e. Rhabdomyolyse
 - f. Toxische Myopathien
 - g. „ICU acquired weakness“ („critical illness polyneuropathy and myopathy“)
 - h. Porphyrinen
- h) Infektionen
 - a. Enzephalitis (viral, bakteriell, parasitär, autoimmun, paraneoplastisch)
 - b. Meningitis (viral, bakteriell, parasitär, autoimmun, paraneoplastisch)
 - c. Abszess und Empyem, zerebral oder spinal
 - d. Aseptische Meningitis
- i) Toxisch-metabolische Störungen
 - a. Malignes neuroleptisches Syndrom
 - b. Maligne Hyperthermie
 - c. Zentrales anticholinerges Syndrom

- d. Serotonerges Syndrom
- e. Überdosierung toxischer Substanzen und Entzugssymptomatik (Medikamente, Drogen, Ethanol, Toxine)
- f. Hyperthermie und Hypothermie
- g. Pontine und extrapontine osmotische Myelinolyse
- h. Hyponatriämie (SIADH und zerebrales Salzverlustsyndrom)
- i. Reye-Syndrom
- j) Autoimmun- und demyelinisierende Erkrankungen (NEU)
 - a. Multiple Sklerose (Marburg-Variante, transverse Myelitis)
 - b. Neurosarkoidose
 - c. Akute disseminierte Enzephalomyelitis
- k) Neuroendokrine Störungen
 - a. Hypophysenapoplexie
 - b. Diabetes insipidus („triple-phase response“)
 - c. Komplette Hypophyseninsuffizienz
 - d. Hyperthyreose mit thyreotoxischer Krise
 - e. Myxödemkoma
 - f. M. Addison
- l) Neuroonkologie
 - a. Intrakranielle und spinale Tumoren und Metastasen
 - b. Meningeosis carcinomatosa
 - c. Paraneoplastische Syndrome
- m) Perioperatives Management bei neurochirurgischen Eingriffen (NCH) und neurologischer Patienten bei allen chirurgischen Eingriffen (NEU/NCH)
- n) Pharmakotherapie

Umfassende Erfahrung und Fertigkeiten bei intrakraniellen und spinalen raumfordernden Prozessen und Liquorzirkulationsstörungen.

- a) Allgemein – umfassende Kenntnisse
 - a. Der pathophysiologischen Zusammenhänge zwischen raumfordernden intrakraniellen Prozessen, erhöhtem intrakraniellen Druck und vermindertem zerebralem Perfusionsdruck
 - b. Der pathophysiologischen Zusammenhänge zwischen einer Liquorzirkulationsstörung, intrakraniellen Druck und zerebralem Perfusionsdruck
 - c. Der Pathophysiologie spinaler raumfordernder Prozesse in Abgrenzung zu den intrakraniellen raumfordernden Prozessen
 - d. Der möglichen Ätiologien raumfordernder intrakranieller Prozesse
 - e. Der möglichen Ätiologien von Liquorzirkulationsstörungen
 - f. Der möglichen Ätiologien spinaler raumfordernder Prozesse
- b) Allgemein – umfassende Erfahrung und Fertigkeiten
 - a. Hinsichtlich der klinischen Präsentation und dem zeitlichen Verlauf raumfordernder intrakranieller Prozesse in Abhängigkeit von der spezifischen Ätiologie
 - b. Hinsichtlich der Bedeutung der anatomischen Lage intrakranieller Prozesse und hinsichtlich der Unterschiede in Ätiologie, klinischer Präsentation und zeitlichem Verlauf von supratentoriellen gegenüber infratentoriellen intrakraniellen raumfordernden Prozessen

- c. Hinsichtlich der klinischen Präsentation und dem zeitlichen Verlauf von Liquorzirkulationsstörungen in Abhängigkeit von der spezifischen Ätiologie
- d. Hinsichtlich der klinischen Präsentation und dem zeitlichen Verlauf spinaler raumfordernder Prozesse in Abhängigkeit von der spezifischen Ätiologie
- c) Diagnostik – umfassende Erfahrung und Fertigkeiten in der Indikationsstellung und Kontraindikationen sowie der Interpretation der erhobenen Untersuchungsbefunde (immer bezogen auf den intensivmedizinisch relevanten Erkrankungsanteil)
 - a. Kenntnisse bildgebender diagnostischer Standardverfahren, z. B. CT, MRT und Sonographie
 - b. Kenntnisse spezieller bildgebender Verfahren, z. B. der digitalen Subtraktionsangiographie
 - c. Durchführung einer diagnostischen Lumbalpunktion
 - d. Kenntnisse laborchemischer, mikrobiologischer und virologischer Untersuchungen
 - e. Kenntnisse der Liquoranalyse, laborchemischer Befunde, mikrobiologischer und virologischer Befunde
- d) Therapie – umfassende Erfahrung und Fertigkeiten in der Indikationsstellung und Durchführung der Therapie
 - a. Der supportiven Therapiemaßnahmen, wie z. B. Ernährung, Stressulkusprophylaxe und Thromboseprophylaxe
 - b. Der Transfusion von Blutprodukten
 - c. Der antimikrobiellen, virostatistischen und fungiziden Therapie, inkl. intrathekaler Antiinfektivaapplikation
 - d. Der Kontraindikationen zur antiödematösen Steroidtherapie
 - e. Der intraventrikulären Thrombolyse
 - f. Lebensrettender Maßnahmen und Operationen im Kontext des evidenzbasierten medizinischen Wissens, ethischer Grundsätze und des mutmaßlichen Patientenwillens
 - g. Prognoseabschätzung und Definition von Therapiezielen

Kenntnisse, Erfahrungen und Fertigkeiten zu frührehabilitativen Maßnahmen in der Akutphase intensivmedizinisch relevanter neurologischer Erkrankungen.

- a) Kenntnis der Skalen, Scores und Tests zur Erfassung der Funktionsausfälle von Neurointensivpatienten und Erstellung eines kohärenten rehabilitativen Behandlungsplans unter Zuhilfenahme eines multiprofessionellen Behandlungsteams
- b) Kenntnis der strukturellen Voraussetzung für die neurorehabilitative Behandlungsplanung
- c) Kenntnis des Zusammenhangs zwischen frührehabilitativen Maßnahmen und Delir
- d) Kenntnis der Indikationen und Kontraindikationen der einzelnen frührehabilitativen Maßnahmen im Kontext verschiedener intensivmedizinischer Variablen
 - a. Kardiovaskuläre
 - b. Respiratorische
 - c. Neurologische
 - d. Level der Kooperation, der Sedation, des Schmerzes und eines Delirs
 - e. Vorhandensein von invasiven Zugängen und Therapieformen (Beatmung, Nierenersatztherapie usw.)
 - f. Funktioneller Zustand

- e) Kenntnisse zu den Prinzipien der basalen Stimulation
- f) Kenntnisse zur Lagerungstherapie
- g) Kenntnisse zu Möglichkeiten, Einflussfaktoren, Indikation und Kontraindikationen der Mobilisation im Intensivbereich
- h) Kenntnisse zu physiotherapeutischen Behandlungsprinzipien sowie der zugrunde liegenden Funktionsbeschreibungen und Skalen
- i) Kenntnisse zu ergotherapeutischen Behandlungsprinzipien
- j) Erfahrung und Fertigkeiten zur Schluckdiagnostik und -therapie
 - a. Klinische Schluckdiagnostik
 - b. Endoskopische Schluckdiagnostik (Durchführung mit Hilfestellung und Interpretation)
 - c. Aspirationsprophylaxe
 - d. Indikationsstellung/Kontraindikationen einer nasogastri-
tralen Sonde und einer PEG-Anlage bzw. Jejunalsonden-
anlage
 - e. Indikationsstellung und Timing zur Tracheotomie bei
Dysphagie
 - f. Kenntnis zu den Therapieprinzipien neurogener Dys-
phagien
- k) Kenntnisse zu den logopädischen Behandlungsprinzipien
über die Schluckdiagnostik und -therapie hinaus
- l) Kenntnisse zur den Prinzipien therapeutisch-pflegerischer
Maßnahmen
- m) Kenntnisse zu technischen Hilfsmitteln in der Frührehabili-
tation

Messung, Überwachung und Therapie von intrakranialem Druck, zerebraler Perfusion und zerebralem Metabolismus mittels liegendem Messsystem (MWBO 2018)

- a) Umfassende Erfahrung und Fertigkeiten über Faktoren, die
den intrakraniellen Druck (ICP) und den zerebralen Perfusi-
onsdruck (CPP) beeinflussen können
 - a. Zerebrale Erkrankungen und deren Pathophysiologie
(Raumforderung, generalisiertes/globales Hirnödem,
erhöhter venöser Druck oder venöse Abflussstörung,
Obstruktion des Liquorsystems, Liquorabsorptionsstö-
rung, verstärkte Liquorproduktion, Kraniosynostose)
 - b. Fieber, Hyperthermie
 - c. Blutdruck über CPP (Kenntnis des Prinzips der zerebro-
vaskulären Autoregulation und der Auswirkungen des
Verlustes der Autoregulationsfähigkeit auf CPP und ICP
in Abhängigkeit vom systemischen Blutdruck)
 - d. Schmerzen und Stress (Absaugen, Stimulation usw.)
 - e. Beatmung: PEEP/ p_{hoch} und ICP, Hyper-/Hypokapnie
 - f. Renale Therapieersatzverfahren: Antikoagulation, Elek-
trolytverschiebungen
 - g. Hypoosmolarer, normoosmolarer vs. hyperosmolarer
Flüssigkeitersatz
 - h. Epileptische Anfälle
 - i. Sonstige Faktoren
- b) Umfassende Erfahrung und Fertigkeiten in der Interpretati-
on des ICP und CPP
 - a. Kenntnisse der Messsysteme intraparenchymaler oder
intraventriculärer ICP-Messung, lumbale Drainage und
regelrechte Platzierung des Messsystems am Patienten

- b. Definition: CPP = MAP - ICP
- c. Kellie-Monroe-Doktrin
- d. Interpretation der ICP-Kurve mit A-, B- und Plateauwel-
len
- e. Zerebrovaskuläre Autoregulation
- f. Diagnose eines relevanten erhöhten ICP
- g. Diagnose eines erhöhten oder verminderten CPP
- h. Bezug zu den anderen Vital- und Neuroparameter
- c) Umfassende Erfahrung und Fertigkeiten der Interventionen
und Therapiemaßnahmen zur Optimierung von CPP und
ICP
 - a. Anlage von Parenchymsonden, externen Ventrikeldrai-
nagen (NCH) und lumbalen Drainagen (NCH/NEU)
 - b. Operative neurochirurgische Verfahren zur Therapie
von Raumforderungen (Kraniotomie, Ausräumung, de-
kompressive Kraniektomie, minimalinvasive Verfahren;
NCH)
 - c. Basistherapiemaßnahmen wie Erhöhung des Ober-
körpers, ungestörter venöser Abfluss, Elimination von
Schmerz und Stress, isotonische Flüssigkeitszufuhr usw.
 - d. Analgosedierung mit Überwachung der Sedierung und
Analgese
 - e. Osmotherapie: Mannitol, hypertone Kochsalzlösung
und Glycerol mit Überwachung der Therapie und The-
rapieziele
 - f. Hyperventilation
 - g. Gezielte Pufferung
 - h. Therapeutische Hypothermie
 - i. Blutdruck-(CPP)-Erhöhung oder -Senkung
 - j. Interpretation von CT- und MRT-Aufnahmen hinsicht-
lich der Ursache einer intrakraniellen Druckerhöhung

Neurophysiologisches Monitoring und Langzeitneuromonitoring (MWBO 2018)

Elektrophysiologisches Monitoring.

- a) Umfassende Erfahrung und Fertigkeiten zur Durchführung,
Ableitung und Interpretation des Elektroenzephalogramms
(EEG)
 - a. Durchführung (nach der internationalen Vereinbarung
des 10-20-Systems) und Interpretation eines diskontinu-
ierlichen Routine-EEG
 - i. Zur Diagnostik bei Patienten mit epileptischen Anfäl-
len und ihrer Differenzialdiagnostik sowie eines elektro-
physiologischen Status epilepticus
 - ii. Zur Abschätzung von Sedierungs- und Komatiefe
 - iii. Zur Prognoseabschätzung bei hypoxisch-ischämischer
Enzephalopathie, aber auch von fokalen Hirnlä-
sionen
 - iv. Zur IHA-Diagnostik
 - b. Durchführung und Interpretation eines kontinuierlichen,
dauerhaft aufgezeichneten und dargestellten EEG mit
mindestens 2 Kanälen
 - i. Zur Dosisfindung und Therapiekontrolle bei therapie-
refraktärem Status epilepticus (tiefe Narkose mit „burst“
bzw. „seizure-suppression pattern“)
 - ii. Zum Nachweis epileptischer Aktivität bei relaxierten,
sedierten oder spontan komatösen Patienten, insbeson-

dere zur Diagnose eines nichtkonvulsiven Status epilepticus

iii. Zur Differenzialdiagnose von ätiologisch unklarem Koma oder Enzephalopathie, insbesondere durch den Nachweis nichtkonvulsiver epileptischer Aktivität

- b) Umfassende Erfahrung und Fertigkeiten zur Durchführung und Ableitung evozierter Potenziale (EP)
 - a. Durchführung und Interpretation diskontinuierlich durchgeführter somatosensorisch evozierter Potenziale nach Stimulation des N. medianus (Medianus-SSEP) zur Beurteilung der afferenten sensiblen Bahnen zum Rückenmark und Kortex; mindestens 2-Kanal-Technik mit Beleg der intakten peripheren und spinalen sensiblen Afferenz
 - b. Durchführung und Interpretation diskontinuierlich durchgeführter akustisch evozierter Potenziale (AEP) zur Beurteilung der akustischen Leitungsbahnen des Hirnstammes. Die Interpretation der EP erfolgt nach Latenzwerten, nach Amplituden und nach der Form und Reproduzierbarkeit der Reizantworten.
 - i. Zur Prognoseabschätzung nach fokaler oder diffuser Hirnschädigung durch Ischämie/Hypoxie, intrakranielle Blutungen oder Trauma
 - ii. Zur IHA-Diagnostik (siehe auch die aktuell gültige Richtlinie der Bundesärztekammer; NEU)

Monitoring der zerebralen Homöostase.

- a) Kenntnisse, Erfahrung und Fertigkeiten zur Durchführung, Ableitung und Interpretation der Verfahren zur Messung des zerebralen Metabolismus
 - a. Kenntnis des physiologischen zerebralen Metabolismus, insbesondere des Energiestoffwechsels und der pathophysiologischen Zusammenhänge zwischen
 - i. Zerebralem Blutfluss (CBF), zerebraler Oxygenierung und Energiestoffwechsel
 - ii. ICP, CPP und CBF
 - iii. Sedierung und zerebralem Metabolismus
 - iv. Dem Prinzip der zerebralen Mikrodialyse
- b) Kenntnisse zur Durchführung, Ableitung und Interpretation der Verfahren zur Messung der zerebralen Oxygenierung
 - a. Des Prinzips der Sauerstoffpartialdruckmessung im Hirngewebe ($p_{bt}O_2$)
 - b. Der physiologischen zerebralen Oxygenierung und der pathophysiologischen Zusammenhänge zwischen
 - i. CBF und zerebraler Oxygenierung
 - ii. ICP, CPP und CBF
 - iii. Beatmungsparametern und zerebraler Oxygenierung
 - iv. Systemischer Hämodynamik und zerebraler Oxygenierung
- c) Kenntnisse zur Durchführung, Ableitung und Interpretation der Verfahren zur Messung der zerebrovaskulären Autoregulation (CA)
 - a. Physiologische und pathophysiologische Zusammenhänge zwischen
 - i. Verschiedenen akuten Hirnverletzungen wie Enzephalitis, Trauma, Ischämie oder Blutung und CA
 - ii. CPP und (gestörter) CA
 - iii. Arteriellen Blutdruck und (gestörter) CA
 - iv. (Gestörter) CA und ICP

- b. Prinzip der Autoregulationsmessung mittels Korrelationsanalyse von ICP/CBFV und arteriellem Blutdruck (PRx/Mxa)

Neurosonographische Diagnostik.

- a) Umfassende Erfahrung und Fertigkeiten in der intensivmedizinisch relevanten neurovaskulären Diagnostik und des neurovaskulären Monitorings mittels Doppler- und Duplexsonographie
 - a. Indikationsstellung
 - b. Einfluss der Geräteeinstellung
 - c. Einsatz von Ultraschallkontrastmittel
 - d. Extra- und transkranielle Notfalldiagnostik des akuten Schlaganfalls
 - e. Diagnostik hämodynamisch relevanter Verschlussprozesse der supraaortalen Gefäße und der resultierenden hämodynamischen/therapeutischen Prinzipien
 - f. Diagnostik vertebrobasilärer Verschlussprozesse und der resultierenden hämodynamischen/therapeutischen Prinzipien
 - g. Monitoring von Vasospasmen und (Begleit-)Vaskulitiden
 - h. Einfluss erhöhter intrakranieller Drücke auf die intrazerebrale arterielle und venöse Hämodynamik
 - i. Neurovaskuläre Diagnostik beim zerebralen Kreislaufstillstand
- b) Umfassende Erfahrung und Fertigkeiten intensivmedizinisch relevanter neurosonographischer B-Bild-Diagnostik
 - a. Indikationsstellung, Möglichkeiten und Limitationen für die transkranielle und transorbitale B-Bild-Diagnostik
 - b. Einfluss der Geräteeinstellung auf die transkranielle und transorbitale B-Bild-Diagnostik
 - c. Transorbitale Darstellung der Papille und der Optikusseheide zur Diagnostik und zum Monitoring erhöhter intrakranieller Drücke und erhöhter Drücke im Liquorkompartiment
 - d. Darstellung der relevanten Anteile des Ventrikelsystems und das Monitoring des Ventrikelsystems
 - e. Monitoring raumfordernder, akuter hemisphärischer Prozesse
 - i. Detektion von Mittellinienstrukturen sowie Monitoring der Mittellinienverlagerung
 - ii. Einfluss auf das Ventrikelsystem
 - iii. Detektion und Monitoring von intraparenchymatösen Blutungen

Korrespondenzadresse

PD Dr. med. P. Schramm
 Neurologische Klinik
 Universitätsklinikum Gießen und Marburg, Standort
 Gießen
 Klinikstraße 33, 35385 Gießen, Deutschland
 Patrick.schramm@neuro.med.uni-giessen.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. W.-D. Niesen, G. Gahn, F. Salih, A.-S. Biesalski, P. Czorlich, C. Dohmen, T. Westermaier, J. Bösel, K. Wartenberg und P. Schramm geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autor/-innen keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.