

Die intensivmedizinische Erstversorgung des Kindes

Zusammenfassung

Die intensivmedizinische Erstversorgung eines kritisch-kranken Kindes entscheidet über die Prognose und erfordert eine strukturierte Behandlung sowie regelmäßiges Teamtraining. Ziel der intensivmedizinischen Erstversorgung ist die unverzügliche Erkennung und Behandlung einer drohenden Dekompensation von Atmung und Kreislauf. Dazu wird das Kind initial und bei jeder klinischen Verschlechterung nach dem ABCDE-Schema systematisch untersucht und behandelt. Fehlerhafte Medikamentendosierungen sind bei Kindern nicht selten und potenziell gefährlich. Respiratorische Notfälle werden in Atemnot mit inspiratorischem Stridor, Atemnot mit expiratorischem Stridor sowie in Atemnot ohne Stridor unterteilt. Bei einer anaphylaktischen Reaktion muss die weitere Allergenzufuhr beendet und bei kardiorespiratorischer Symptomatik Adrenalin verabreicht werden. Die klinischen Symptome der Sepsis im Kindesalter sind variabel und einzeln betrachtet unspezifisch. Bei Kindern ist die Hypotonie ein Spätsymptom des septischen Schocks; parallel zur Schockbekämpfung muss eine hochdosierte Antibiotikatherapie eingeleitet werden. Für die Infusionstherapie eines thermischen Schadens wird die formelbezogene Therapie in der Folge an altersentsprechende Blutdruckwerte und die Diurese angepasst. Bei einem Krampfanfall muss auch an eine Meningitis oder Encephalitis gedacht werden. Während der Versorgung eines kritisch-kranken Kindes soll ein kompetentes Teammitglied möglichst schnell die Betreuung der Eltern und etwaiger Geschwisterkinder übernehmen.

Primary intensive care of children

S. Winkler · S. Brenner



www.ai-online.info

► **Zitierweise:** Winkler S, Brenner S: Die intensivmedizinische Erstversorgung des Kindes. *Anästh Intensivmed* 2018;59:68-87. DOI: 10.19224/ai2018.068

tentes Teammitglied möglichst schnell die Betreuung der Eltern und etwaiger Geschwisterkinder übernehmen.

Summary

Primary intensive care of a critically ill child is decisive for the prognosis and requires structured treatment and regular team training. The main aims of primary intensive care are immediate detection and treatment of imminent decompensation of breathing and circulation. For this purpose, the child is systematically examined and treated according to the ABCDE scheme, both initially and for each clinical aggravation. Errors in drug dosage are not uncommon in children and are potentially dangerous. Respiratory emergencies are categorized as either shortness of breath with inspiratory stridor, with expiratory stridor or without stridor. In case of an anaphylactic reaction, any further contact with the allergen must be stopped, and adrenalin must be administered in case of cardiorespiratory symptoms. The clinical signs of sepsis in children are variable and per se non-specific. Arterial hypotension is a late sign of septic shock in children. Parallel to shock treatment, high dose antibiotic therapy is necessary. Formula-based infusion therapy of thermal injuries should subsequently be adjusted to blood pressure and diuresis. In case of a seizure, meningitis/encephalitis should be considered. During primary treatment of a critically ill child, a competent team member should take care of parents and any siblings as soon as possible.

Zertifizierte Fortbildung

CME online

BDA- und DGAI-Mitglieder müssen sich mit ihren Zugangsdaten aus dem geschlossenen Bereich der BDA- und DGAI-Webseite unter der Domain www.cme-anesthesiologie.de anmelden, um auf das Kursangebot zugreifen zu können.

Die Autoren danken Herrn PD Dr. Florian Hoffman und Herrn Prof. Dr. Axel Heller herzlich für die Diskussion des Beitrags.

Schlüsselwörter

Notfall im Kindesalter – Intensivmedizinische Erstversorgung – ABCDE-Schema – Respiratorischer Notfall – Sepsis – Krampfanfall – Bewusstlosigkeit

Keywords

Paediatric Emergency – Primary Intensive Care – ABCDE Scheme – Respiratory Emergency – Sepsis – Cerebral Seizure – Loss of Consciousness

Einleitung

Die intensivmedizinische Erstversorgung eines kritisch-kranken Kindes entscheidet über die Prognose und erfordert eine strukturierte situationsgerechte Behandlung sowie regelmäßiges Teamtraining.

Dieser Beitrag soll vor allem nicht-pädiatrischen Notfallteams Strategien für die Initialtherapie bis zur Übergabe des Patienten an eine spezialisierte Kinderintensivstation an die Hand geben. Dazu werden typische pädiatrische Notfallsituationen einschließlich des Schädel-Hirn-Traumas dargestellt; die Versorgung von polytraumatisierten Patienten wird nicht besprochen.

Vorbereitung der Notfallversorgung und allgemeine Aspekte

Bei telefonischer Anmeldung des Kindes durch den Rettungsdienst soll ein erfahrener Mitarbeiter eine Kurzanamnese erheben, damit notwendi-

ge Maßnahmen vorbereitet und anhand des Patientenalters das Körpergewicht (KG) und typische Medikamentendosierungen kalkuliert werden können (siehe Tab. 1 und die Kitteltaschenkarten im Anhang).

Grundsätzlich gilt, dass die Gewichtsangabe durch die Eltern oder längenbezogene Schätzung des KG über Notfallbänder/-lineale der altersbezogenen Gewichtsschätzung überlegen ist [1]. Zur Strukturierung der Erstversorgung ist – noch vor Eintreffen des Kindes – für eine klare Aufgabenverteilung im Team (Ärzte und Pflegepersonal) zu sorgen. Bei geringer pädiatrischer Erfahrung oder Problemen während der Versorgung sollen Kollegen einer spezialisierten Kinderintensivstation telefonisch zu Rate gezogen werden. Eine evtl. Sekundärverlegung soll – nach entsprechender Absprache – in ein Haus der Maximalversorgung mit pädiatrischer Intensivmedizin erfolgen.

Allgemeines Vorgehen bei der Notfallversorgung

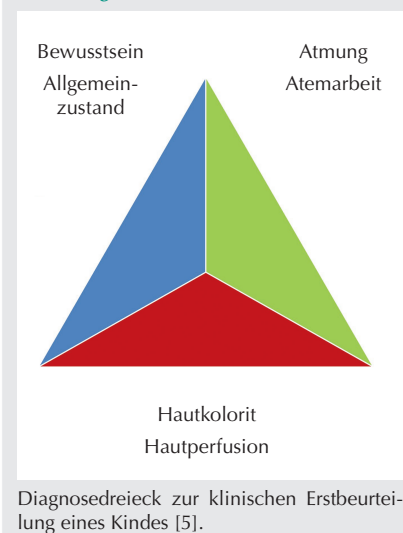
Systematische Untersuchung und Therapie mittels ABCDE-Schema

Die häufigsten Gründe für die nicht-elektive Aufnahme auf eine Kinderintensivstation sind respiratorische Insuffizienz, Koma, Trauma, kardiovaskuläre Erkrankungen, Sepsis, Intoxikationen und Tumorerkrankungen [3,4]. Bei Bewusstseinsstörungen, Hämatomen, Verbrennungen und Frakturen muss differenzialdiagnostisch auch an eine Kindesmisshandlung gedacht werden.

Die adäquate Behandlung eines kritisch-kranken Kindes setzt die Erkennung des kritischen Zustandes und die Antizipation vital-bedrohlicher Probleme voraus.

Zur Erkennung eines kritischen Zustandes hat die Akademie für Kinderheilkunde der USA [5] ein Diagnosedreieck zur Beurteilung von Allgemeinzustand

Abbildung 1



(AZ), Atemarbeit und Hautperfusion entwickelt (Abb. 1). Jede Beeinträchtigung eines der drei Kriterien gilt als Alarmzeichen, bei Beeinträchtigung von zwei oder drei Kriterien ist das Kind kritisch-krank.

Bei der intensivmedizinischen Erstversorgung werden die beiden Algorithmen „kritisch-krankes Kind“ sowie „Kind mit Kreislaufstillstand“ unterschieden (Abb. 2). Nachstehend wird die Untersuchung, Beurteilung und Behandlung des kritisch-kranken Kindes mit erhaltenem Kreislauf dargestellt.

Ziel der Erstversorgung ist die unverzügliche Erkennung und Behandlung einer drohenden Dekompensation von Atmung und Kreislauf. Dazu wird das Kind initial und bei jeder klinischen Verschlechterung systematisch nach dem ABCDE-Schema (Abb. 2) unter dem Leitsatz „Treat first what kills first“ untersucht und behandelt.

Nach einer therapeutischen Maßnahme wird der Patient – beginnend mit dem Bewusstsein – jeweils erneut evaluiert.

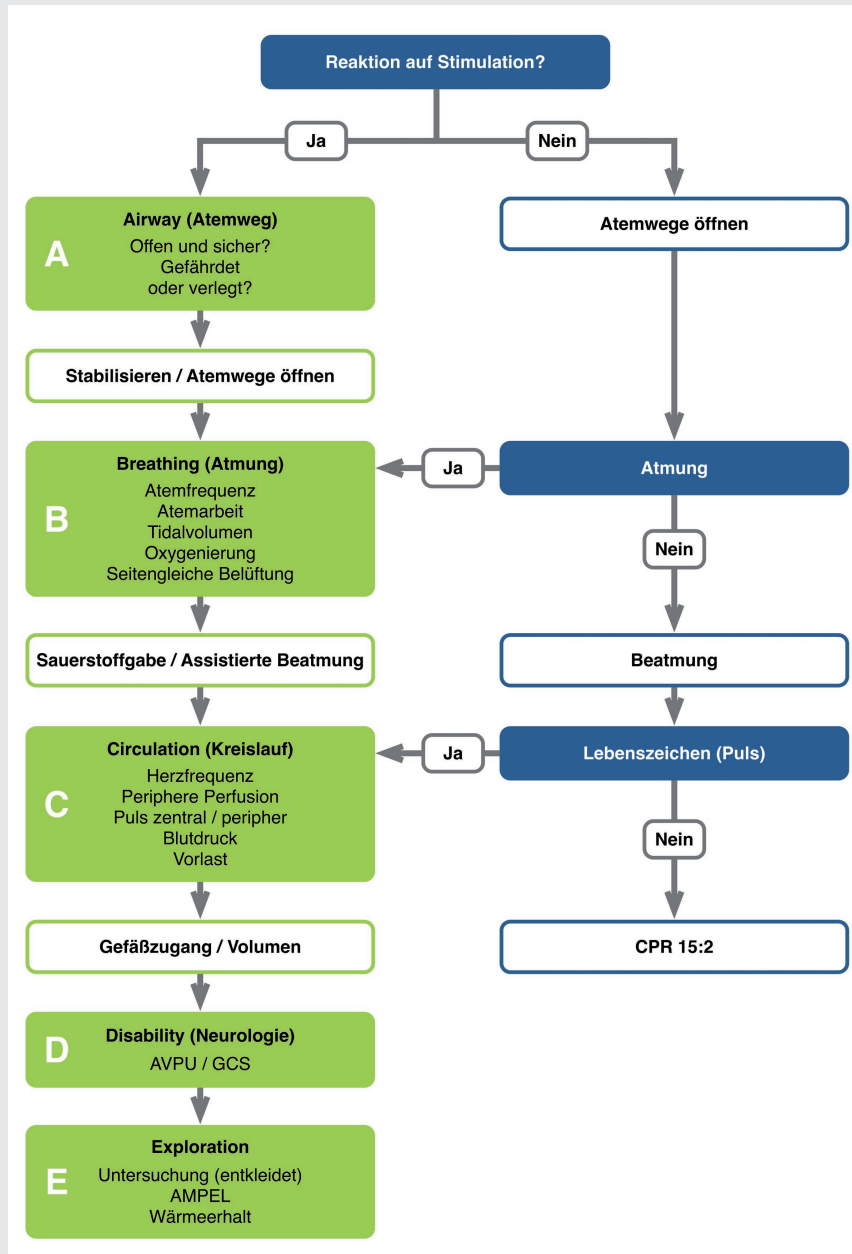
Tabelle 1

Abschätzung von Körpergewicht, Tubusgröße und Einführtiefe in Abhängigkeit vom Lebensalter. Mod. nach [2].

Körpergewicht	
Neugeborenes	3 kg
Säugling 6 Monate	6 kg
Kind 1 Jahr	10 kg
Kind 1-9 Jahre	Gewicht (kg) = (Alter in Jahren + 4) x 2
Endotrachealtubus – ID für Tuben mit Cuff (ohne Cuff 0,5 mm größer)	
Säugling <12 Monate	3,0-3,5
Kind 1-2 Jahre	3,5-4,0
Kind >2 Jahre	Tubusgröße = (Alter in Jahren/4) + 3,5
Einführtiefe für einen Orotachealtubus ab Zahnreihe (≥ 1 Jahr)	
Tubustiefe (cm) = 12 + (Alter in Jahren/2)	

ID = Innendurchmesser.

Abbildung 2



ABCDE-Schema zur systematischen Untersuchung und Behandlung des kritisch-kranken Kindes. Mod. nach [2].

AMPEL = Allergien – Medikation – Past medical history (Anamnese) – Ereignis, das zum jetzigen Zustand geführt hat – Letzte Mahlzeit;

AVPU = Alert/wach – Response to Verbal/somnolent – Response to Pain stimuli/soporös – Unresponsive/komatös;

CPR = Kardiopulmonale Reanimation;

GCS = Glasgow-Coma-Scale.

Initiale Beurteilung des Bewusstseins

Die Einschätzung des Bewusstseins steht an erster Stelle. Sie kann mit dem AVPU-Schema (Tab. 2) erfolgen, das in der Notfallsituation auch bei Kindern einfach und schnell anwendbar ist.

Tabelle 2

AVPU-Schema.

Alert	Normale Reaktion – wach
Response to Verbal	Reaktion nur nach Ansprechen oder Berühren – somnolent
Response to Pain	Reaktion nur auf Schmerzreiz (entspricht GCS ≤ 8) – soporös
Unresponsive	Keine Reaktion auf Schmerzreiz – komatös

GCS = Glasgow-Coma-Scale.

Eine ausschließliche oder fehlende Reaktion auf Schmerzreize (Pain bzw. Unresponsive) ist in etwa mit einem GCS-Wert ≤ 8 (GCS = Glasgow-Coma-Scale) gleichzusetzen [6,7] – dann gelten die Atemwege als gefährdet, und die endotracheale Intubation muss erwogen werden.

Beurteilung der Atmung und Initialtherapie der respiratorischen Insuffizienz

Beurteilung der Atmung

Die Atemwege (A für Atemwege im ABCDE-Schema) werden überprüft und ggf. geöffnet.

- Hierfür sind initial der Esmarch-Handgriff sowie der Guedel-Tubus (nur bei Bewusstlosigkeit) oder der Wendl-Tubus (nicht bei Verdacht auf Schädelbasisfraktur) geeignet.
- Bereits die korrekte Lagerung des Kopfes in Neutralposition (Säuglinge) bzw. leichter Überstreckung (Kleinkinder) kann die Atemwege öffnen.

Zur Beurteilung der Atmung (B für Beatmung im ABCDE-Schema) wird die Atemarbeit bewertet (Dyspnoe, Einziehungen?), die Lunge auskultiert, das Tidalvolumen geschätzt sowie die Atemfrequenz und pulsoxy-metrische Sauerstoffsättigung (SpO₂) bestimmt.

Die Normalwerte für die Atem- und Herzfrequenz von Kindern [2] sind in Tabelle 3 dargestellt.

- Erstmaßnahmen wie die Gabe von Sauerstoff (O₂), Sekretabsaugung, Therapie einer Bronchospastik oder Entlastung eines Pneumothorax sind unverzüglich einzuleiten.
- Nach der Intervention sind Atemwege und Atmung erneut zu beurteilen.

Tabelle 3

Normalwerte der Atem- und Herzfrequenz bei Kindern in Anlehnung an [2].

Alter	>30 Tage	5 Jahre	14 Jahre
Atem-frequenz	30	20	14
Herz-frequenz	130	100	70

Während eine Tachykardie bei respiratorischer Insuffizienz eine kompensatorische Reaktion zur Erhöhung des O₂-Angebots widerspiegelt, belegt eine einsetzende Bradykardie die beginnende Dekompensation mit Vitalbedrohung.

Auch erfahrene Untersucher können einen **Pneumothorax** bei Kindern durch Auskultation und Lungenperkussion nicht immer sicher erkennen.

- Der Pneumothorax kann bettseitig durch eine Ultraschall-Untersuchung ausgeschlossen oder radiologisch gesichert werden.
- Bei Verdacht auf Spannungspneumothorax mit respiratorischer Insuffizienz dürfen die apparativen Untersuchungen die Entlastungstherapie – Punktion im 2. Interkostalraum (ICR) in der Medioklavikularlinie, bei spontan atmenden Kindern mit

Ventilkanüle – nicht verzögern. Ein thorakales Hautemphysem, fehlen des Atemgeräusch und hypersonorer Klopfeschall sind starke klinische Hinweise.

- Bei Neugeborenen kann ein Pneumothorax elegant und schnell mit einer Lichtquelle (z.B. Kaltlicht) erkannt werden. Dabei ist im Gegensatz zur gesunden Seite – die nur einen Halo der Haut und des subkutanen Fettgewebes um die Lichtquelle herum aufweist – die gesamte betroffene Thoraxhälfte illuminiert. Nach der Neugeborenenperiode ist dieses Verfahren jedoch nicht mehr anwendbar.

Allgemeine Initialtherapie der respiratorischen Insuffizienz

Bei manifester respiratorischer Insuffizienz steht die unverzügliche Zufuhr von O₂ im Vordergrund.

Damit werden je nach Applikationsart sehr unterschiedliche FiO₂-Werte (FiO₂ = inspiratorische Sauerstoff-Fraktion) erzielt (Tab. 4).

Bei respiratorischer Insuffizienz und drohender Aspiration (z.B. Bewusstseinsstörung mit GCS ≤8) ist die endotracheale Intubation und Beatmung grundsätzlich indiziert.

- Der Innendurchmesser (ID) des Tubus sowie die Einführtiefe können durch Formeln abgeschätzt werden (Tab. 1).
- Ein Endotrachealtubus mit Cuff bietet in allen Altersklassen einen besseren Aspirationsschutz und vermeidet bei forcierter Beatmung darüber hinaus eine Leckage. Ein distal liegender Cuff vermeidet eine intralaryngeale Lage mit konsekutiven Schäden.
- Säuglinge und Kleinkinder werden typischerweise nasotracheal intubiert, was das Risiko einer Dislokation vermindert und die Mundpflege erleichtert. In Notfallsituationen sowie bei fehlender Erfahrung mit der nasotrachealen Intubation ist die orotracheale Intubation jedoch die Methode der Wahl.
- Bei kreislaufinstabilen Patienten mit **noch kompensierter** respiratorischer Insuffizienz ist der Kreislauf vor der Narkoseeinleitung nach Möglichkeit mit Volumenzufuhr und ggf. Katecholaminen zu stabilisieren, da es sonst zu einer schweren Hypotonie bis hin zum Kreislaufversagen kommen kann.

Da Notfallpatienten als nicht-nüchtern anzusehen sind, muss die Intubation als Blitzeinleitung (Rapid Sequence Induction; RSI) erfolgen.

Tabelle 4

Nicht-invasive Atemunterstützung mit maximal erreichbarer inspiratorischer Sauerstoff-Fraktion (FiO₂).

Applikationsart	O ₂ -Flussrate	FiO ₂ maximal	Besonderheiten
O ₂ -Brille	0,2 - 5 l/min	<40%	Sofort verfügbar
O ₂ -Maske	5 - 15 l/min	50 - 60%	
O ₂ -Maske mit Reservoir	10 - 15 l/min	ca. 90%	
High-Flow Nasal Cannula (HFNC)	5 - 45 l/min	100%	Wird meist gut toleriert; Atemgas angewärmt und angefeuchtet; verbessert Oxygenierung und Ventilation
Masken-CPAP, NIV	PEEP 4 - 10 mbar, evtl. mit PSV	100%	Ohne Sedierung initial eingeschränkte Toleranz; Atemgas angewärmt und angefeuchtet; verbessert Oxygenierung und Ventilation

CPAP = Continuous Positive Airway Pressure, kontinuierlicher positiver Atemwegsdruck; **NIV** = Nicht-Invasive Ventilation; **PEEP** = Positive Endexpiratory Pressure, positiver endexpiratorischer Druck; **PSV** = Pressure Support Ventilation, druckunterstützte Ventilation.

- Der Magen kann zuvor mit einer großlumigen Magensonde entlastet werden.
- Zur Narkoseeinleitung eignet sich die Kombination der weitgehend kreislaufneutralen Substanzen Midazolam, Esketamin und Rocuronium (Tab. 5). Bei kreislaufstabilen Patienten kann die Einleitung alternativ mit Fentanyl, Propofol und Rocuronium erfolgen.
- Die **Apnoetoleranz** von Kindern ist wegen ihrer geringen funktionellen Residualkapazität (FRC) und des erhöhten O₂-Bedarfs – auch ohne respiratorische Vorerkrankungen – reduziert. Zur Vermeidung einer Hypoxie ist daher bis zum Eintritt der vollständigen Relaxierung auch bei der Blitzeinleitung eine vorsichtige Zwischenbeatmung im Sinne der modifizierten RSI indiziert [8].
- Die endotracheale Lage des Tubus wird rasch und sicher durch Kapnographie bestätigt.

Tabelle 5

Intravenöse (i.v.) bzw. intraossäre (i.o.) Blitzeinleitung einer Narkose.

Medikament	Dosierung
Midazolam	0,2 mg/kg KG i.v./i.o.
Esketamin	2 mg/kg KG i.v./i.o.
Rocuronium	1 mg/kg KG i.v./i.o.

KG = Körpergewicht.

Bei schwierigem Atemweg mit maximal zwei Intubationsversuchen bzw. erschwerter oder unmöglicher Maskenbeatmung („cannot intubate, cannot ventilate“) ist der supraglottische Atemweg mittels Larynxmaske die Alternative der 1. Wahl.

Die Vorzüge der Larynxmaske sind evidenzbasiert – sie hat auch beim schwierigen Atemweg eine hohe Erfolgsquote, und die Modelle der zweiten Generation verfügen über ein Lumen zur Magen-drainage [9].

Während die kontrollierte Beatmung – zur einfachen Applikation eines

ausreichenden Atemminutenvolumens (AMV) – präklinisch häufig noch volumenkontrolliert erfolgt, wird zur intensivmedizinischen Erstversorgung meist eine druckkontrollierte Beatmungsform gewählt.

Allgemeine initiale Einstellungen und Anpassungen sind:

- Pmax (Spitzendruck) 20 mbar, PEEP (positive endexpiratory pressure; positiver endexpiratorischer Druck) 5 mbar, altersentsprechende Atemfrequenz (AF) von 14–30/min (siehe Tab. 3), I : E (Inspiration : Expiration) = 1 : 2; FiO₂ situationsgerecht angepasst (SpO₂; paO₂).
- Anpassung des Pmax mit dem Ziel eines Tidalvolumens von 6 ml/kg KG.
- Kontrolle der Ventilation durch endexpiratorische CO₂-Messung und BGA (Blutgasanalyse). Ggf. Anpassung der AF zur Optimierung des AMV; bei Oxygenierungsstörung – z. B. arterieller Sauerstoffpartialdruck (paO₂) < 80 mm Hg – Erhöhung des PEEP bzw. der FiO₂.

Wird keine adäquate Oxygenierung erreicht, hilft das Akronym DOPESS (Tab. 6) bei der Erkennung des zugrunde liegenden Problems [2].

Tabelle 6

Das Akronym DOPESS hilft, die Ursache einer Oxygenierungsinsuffizienz rasch und strukturiert zu erkennen. Mod. nach [2].

DOPESS	Beispiele
Dislokation	Tubusdislokation (endobronchial, ösophageal, pharyngeal)
Obstruktion	Sekret, Blut, Abknicken des Tubus
Pneumothorax	Spannungspneumothorax
Equipment	Defekt der Sauerstoffversorgung, des Beatmungsgeräts bzw. der -schläuche
Stomach (Magen)	Magenüberblähung – z.B. nach Maskenbeatmung
Sedation	Patient wach und presst gegen den Ventilator

Beurteilung des Kreislaufs und Initialtherapie der Kreislaufinsuffizienz

Beurteilung des Kreislaufs

Zur Beurteilung des Kreislaufs (C für Circulation im ABCDE-Schema) werden Herzfrequenz, Blutdruck und Kapillarfüllungszeit (Rekapillarisierungszeit) gemessen sowie die Pulsqualität (zentral und peripher) und kardiale Vorlast eingeschätzt.

- Unter laufender Messung von Blutdruck und Herzfrequenz kann durch gekreuzte Kompression der Beine in den Oberbauch oder Druck auf die Leber ggf. ein gewisses Volumen vorübergehend mobilisiert und so ein Volumenmangel belegt werden.
- Eine klinische Klärung der Schockursache kann schwierig sein. Verschiedene Protokolle zur fokussierten Ultraschall-Diagnostik [10,11,12] ermöglichen eine zielgerichtete Schocktherapie und den Ausschluss dringend interventionsbedürftiger Pathologien wie z.B. einer Herzbeutelamponade.
- In der Notfallsituation sind die in Tabelle 7 dargestellten Mindestwerte für den systolischen Druckwert (SAP; systolic arterial pressure) anzustreben. Vereinfacht kann bei Kindern unter 1 Jahr ein mittlerer arterieller Druck (MAP; mean arterial pressure) von mindestens 55–60 mmHg und bei Kindern ab 1 Jahr ein MAP > 65 als Zielwert dienen [13]. Klinische Zeichen einer ausreichenden Kreislauffunktion sind beim Säugling ein gut tastbarer Puls der A. brachialis oder A. femoralis und beim Kleinkind ein entsprechender Puls der A. carotis.
- Bei der Beurteilung der Perfusion ist die zentrale Kapillarfüllungszeit am Sternum (beim Säugling auch an der Stirn) entscheidend, da die periphere Perfusion durch Kälte gestört und damit ggf. wenig aussagekräftig sein kann. Eine zentrale Kapillarfüllungszeit ≤ 2 s gilt als Normalbefund.

Tabelle 7

Mindestwerte für den systolischen Druck (SAP; Systolic Arterial Pressure) bei Kindern. In Anlehnung an [13].

Alter	Mindest-SAP [mm Hg]
1 - 12 Monate	70
1 - 10 Jahre	70 + 2x Alter
>10 Jahre	90

Initialtherapie der Kreislaufinsuffizienz

Die Anlage eines i.v.-Zugangs kann auch für den Erfahrenen sehr schwierig sein.

Nach zwei frustranen Punktionsversuchen – in kritischen Situationen mit absehbar schwieriger Punktion bereits initial – soll ein intraossärer (i.o.) Zugang (z.B. mit der EZ-IO-Bohrmaschine) angelegt werden. Die intratracheale Applikation von Medikamenten wird nicht mehr empfohlen.

- Da die Volumen- oder Medikamentengabe über den i.o.-Zugang schmerzhaft sein kann, kann bei wachen Patienten vorab 0,5 mg/kg KG Lidocain (maximal 40 mg) appliziert werden.
- Bei der i.o.-Applikation von Medikamenten soll zur besseren systemischen Resorption mit ca. 10 ml Volumen (z. B. NaCl 0,9%) nachgespült werden.

Bei klinischen Zeichen der Minderperfusion (Kapillarfüllungszeit >2 s, Hypotonie, Tachykardie) wird unverzüglich ein Volumenbolus von 20 ml/kg KG infundiert (Tab. 8).

- Es wird eine plasmaadaptierte (balancierte) Vollelektrolytlösung (VEL) ohne Glukose verwendet (z. B. Ringer-Acetat, E 153) – hypotone Infusionslösungen sind kontraindiziert. Bei unzureichender Wirkung wird die Bolusgabe – ggf. mehrfach – wiederholt.
- Wegen der begrenzten Leistungsfähigkeit des i.v./i.o.-Zugangs soll der Volumenbolus nicht über ein Tropf-

kammersystem verabreicht werden. Hier hat sich die Gabe mittels 50 ml-Spritze „aus der Hand“ bewährt, alternativ der Einsatz einer Druckmanschette.

Bei fehlendem Ansprechen auf Volumen muss der Kreislauf medikamentös unterstützt werden.

- Durch Einzelgaben von **Akrinor®** kann eine Besserung erreicht bzw. die Zeit bis zur kontinuierlichen Katecholaminzufuhr überbrückt werden (Tab. 8).
- **Dobutamin** ist ein weitgehend selektiver β_1 -Adrenozeptor-Agonist und steigert die kardiale Pumpfunktion. In höherer Dosis ab etwa 7,5 $\mu\text{g/kg KG/min}$ werden auch α_1 - und β_2 -Adrenozeptoren stimuliert.
- **Noradrenalin** hat vorwiegend α_1 -adrenerge Effekte und wird vornehmlich als Vasopressor benutzt.
- **Adrenalin** stimuliert dosisabhängig β_1 -, β_2 - und α_1 -Adrenozeptoren, so dass die Substanz in vielen Kliniken vor allem initial bevorzugt wird.
- Die kardiale Pumpfunktion kann mittels TTE (transthorakale Echokardiographie) bettseitig evaluiert und die Therapie entsprechend angepasst werden.
- Kritisch-kranken Patienten mit anamnestischem Hinweis auf eine Nebennierenrindeninsuffizienz (z. B. nach Glukokortikoid-Therapie) erhalten 2 mg/kg KG Hydrocortison i.v.

Tabelle 8

Infusions- und weitere medikamentöse Therapie bei Kreislaufinsuffizienz.

Maßnahme / Medikament	Dosierung
Volumenbolus (glukosefreie VEL)	20 ml/kg KG über 5 - 10 min, ggf. mehrfach wiederholen (bis 60 ml/kg KG)
Akrinor®-Ampulle 2 ml mit 200 mg Cafedrin-Hydrochlorid und 10 mg Theodrenalin-Hydrochlorid	1 Ampulle mit 8 ml NaCl 0,9% verdünnen und mit 0,1 ml/kg KG titrieren (initial maximal 2 ml)
Dobutamin (50 mg/50 ml)	5 - 10 - 15 $\mu\text{g/kg KG/min}$ Infusion (ml/h) = $\text{kg KG} / 1,5 \triangleq 10 \mu\text{g/kg KG/min}$
Noradrenalin (1 mg/50 ml)	0,05 - 0,1 - 1,0 $\mu\text{g/kg KG/min}$ Infusion (ml/h) = $\text{kg KG} / 3 \triangleq 0,1 \mu\text{g/kg KG/min}$
Adrenalin (1 mg/50 ml)	0,05 - 0,1 - 1,0 $\mu\text{g/kg KG/min}$ Infusion (ml/h) = $\text{kg KG} / 3 \triangleq 0,1 \mu\text{g/kg KG/min}$

KG = Körpergewicht; VEL = plasmaadaptierte (balancierte) Vollelektrolytlösung.

Parallel zur Stabilisierung des Kreislaufs wird der Erhaltungsbedarf an Flüssigkeit mit der 4/2/1-Regel (in ml/kg KG/h) kalkuliert und infundiert (Tab. 9).

Tabelle 9

Kalkulation des Erhaltungsbedarfs an Flüssigkeit in Abhängigkeit vom Körpergewicht (KG).

Glukosehaltige VEL, z. B. E 153 G 5	
• Erhaltungsbedarf bis 10 kg KG	4 ml/kg KG/h
plus (für jedes weitere kg KG zwischen 10 und 20 kg)	2 ml/kg KG/h
plus (für jedes weitere kg KG >20 kg)	1 ml/kg KG/h

VEL = plasmaadaptierte (balancierte) Vollelektrolytlösung.

- Für den Erhaltungsbedarf wird bei kritisch-kranken Kindern eine glukosehaltige plasmaadaptierte (balancierte) VEL verwendet (z. B. E 148 G 1, E 153 G 5), um so den basalen Kohlenhydratbedarf zu decken und Hypoglykämien zu vermeiden.
- Weitere Verluste (z. B. Blut, Drainageflüssigkeit) werden durch glukosefreie VEL ersetzt.
- In der Akutphase sind regelmäßige Kontrollen von Blutzucker und Plasmaelektrolyten geboten.

Tabelle 10

Punktevergabe bei pädiatrischer Modifikation der Glasgow-Coma-Scale (GCS). Nach [14,15].

Augen öffnen		
	Jedes Alter	
4	Spontan	
3	Auf Ansprechen	
2	Auf Schmerzreiz	
1	Fehlend	
Beste verbale Antwort		
	<5 Jahre	>5 Jahre
5	Altersentsprechend lautieren, Worte, Sätze	Orientiert
4	Schlechter als gewöhnlich, erregtes Schreien	Verwirrt
3	Schreit auf Schmerzreiz	Unzusammenhängende Worte
2	Stöhnt auf Schmerzreiz	Unverständliche Laute
1	Fehlend auf Schmerzreiz	Fehlend auf Schmerzreiz
Beste motorische Antwort		
	Jedes Alter	
6	Befolgt Aufforderungen (>5 Jahre) bzw. normale Spontanbewegungen	
5	Zurückziehen auf Berührung/gezielte Schmerzabwehr	
4	Zurückziehen auf Nagelbett-Schmerzreiz	
3	Flexion auf Schmerzreiz	
2	Extension auf Schmerzreiz	
1	Fehlend auf Schmerzreiz	

Beurteilung eines neurologischen Defizits

Nach der Beurteilung des Bewusstseins, der Atemwege, der Atmung und des Kreislaufs wird die neurologische Funktion (D für Defizit im ABCDE-Schema) evaluiert.

Die detaillierte Prüfung und Dokumentation des Bewusstseinszustands [14,15] erfolgt mit Hilfe einer modifizierten GCS (Tab. 10). Weiter werden die Pupillen (Größe, Seitenvergleich, direkte Lichtreaktion) und der Muskeltonus beurteilt, ein Meningismus geprüft sowie nach Hinweisen für einen Krampfanfall gesucht (Anamnese, Zungenbiss) – darüber hinaus kann ein nicht-convulsiver Status epilepticus Ursache für eine Bewusstseinsstörung sein [16,17].

Exploration

Im Anschluss – nach Entkleiden des Kindes unter Vermeidung einer Auskühlung – erfolgt die vollständige körperliche Untersuchung (E für Exploration im ABCDE-Schema).

Die Untersuchung erfolgt von Kopf bis Fuß (Schädel, Thorax, Abdomen, Rücken, Extremitäten). Es wird insbesondere nach Traumafolgen, Schwellungen, Fehlstellungen, Hautblutungen bzw. Durchblutungsstörungen gesucht und die Körperkerntemperatur (KKT) gemessen. Bei der Kurzanamnese hilft das Akronym AMPEL (Tab. 11).

Tabelle 11

Das Akronym AMPEL als Merkhilfe bei der Anamneseehebung [2].

Allergien
Medikation
Past medical history (Anamnese)
Ereignis, das zum jetzigen Zustand geführt hat
Letzte Mahlzeit

Weiterführende Diagnostik

Bei allen kritisch-kranken Kindern sollen initial folgende Laborparameter bestimmt werden:

- BGA mit Blutzucker-, Laktat- und Elektrolyt-Bestimmung (Na^+ , K^+ , Ca^{2+}).
- Differenzialblutbild, CRP (C-reaktives Protein), Kreatinin, ALAT (Alanin-Ami-

notransferase; früher GPT, Glutamat-Pyruvat-Transaminase), Quick-Wert als INR (International Normalized Ratio), PTT (Partial Thromboplastin Time; Partielle Thromboplastinzeit), Fibrinogen, AT III (Antithrombin) und Blutkultur.

- Im Verdachtsfall sind weitergehende Analysen (wie Cortisol, Schilddrüsen- und Pankreas-Parameter, toxi-kologisches Screening, Ammoniak) erforderlich.

Dosierungsfehler

Bei der medikamentösen Notfalltherapie von Kindern unterschiedlichen Alters ist die individuelle Berechnung der Dosis – bezogen auf das KG – notwendig.

Dosierungsfehler sind nicht selten und potenziell gefährlich. Nach Bestimmung oder Schätzung des KG (z.B. mit Kinder-Notfallband) müssen Dosis und Applikationsweg berechnet und ggf. eine korrekte Verdünnung erfolgen. Dosiertabellen (auch als App usw.) können eine wertvolle Hilfe sein – ein standardisiertes Vorgehen reduziert das Risiko von Medikamentenfehlern und erhöht die Patientensicherheit [18,19].

Spezielle Notfälle

Respiratorische Notfälle

Grundlagen

Respiratorische Notfälle wirken meist bedrohlich, und die Führung des Kindes wird durch die Atemnot erschwert. Viele respiratorische Notfallsituationen können jedoch durch Beruhigung von Kind und Eltern sowie einfache Maßnahmen (O_2 -Zufuhr, Inhalation) stabilisiert werden.

Motorische Unruhe und Schreien erhöhen den O_2 -Bedarf und führen nicht selten zu einem weiteren Abfall der SpO_2 .

- Wache Kleinkinder sollen zur Stressvermeidung zunächst auf dem Schoß der Eltern verbleiben.

- Die klinische Untersuchung erfolgt ruhig sowie situations- und symptombezogen.
- Bei klarem Bewusstsein und guter Pulsqualität genügt die Pulsoxymetrie zur initialen Überwachung.
- Die Eltern können eine O₂-Maske mit Reservoir vor das Gesicht des Kindes halten.

Eine Sedierung kann die Atemnot lindern, geht aber mit dem Risiko der Atemdepression einher und muss wohl überlegt sein. Midazolam beeinträchtigt den Atemantrieb bei sorgfältiger Titrierung nur wenig und kann darüber hinaus mit Flumazenil antagonisiert werden.

Klinisch werden Atemnot mit inspiratorischem Stridor (Obstruktion der oberen Atemwege), Atemnot mit expiratorischem Stridor (Obstruktion der unteren, intrathorakalen Atemwege) sowie Atem-

not ohne Stridor unterschieden. Damit ist eine erste differenzialdiagnostische Einordnung mit entsprechender Medikation möglich (Tab. 12).

Wenn trotz medikamentöser Therapie keine Besserung eintritt, ist ein Versuch mit Nicht-Invasiver Ventilation (NIV) indiziert.

Da viele Kinder eine Therapie mit **Masken-CPAP** (Continuous Positive Airway Pressure, kontinuierlicher positiver Atemwegsdruck) ohne Sedierung zumindest initial nur eingeschränkt tolerieren, werden zunehmend **High-Flow-Nasenkanülen** (High-Flow Nasal Cannula; HFNC) benutzt, um so die Intubation mit anschließender invasiver Beatmung zu vermeiden.

- Es werden Flussraten von 1-3 l/min/kg KG (Säuglinge 8-15 l/min; Kinder 15-45 l/min) eingesetzt.

- Wegen der besseren Akzeptanz soll die Flussrate schrittweise bis zur Zielrate erhöht werden.

Inspiratorischer Stridor

Der Pseudokrapp mit Entzündung der oberen Atemwege, inspiratorischem Stridor und bellendem Husten ist ein häufiger respiratorischer Notfall im Kindesalter.

- Die Symptome treten plötzlich (meist in den Abendstunden oder nachts im Schlaf) auf. Der Schweregrad kann sehr unterschiedlich sein, der Verlauf ist aber meist blande.
- Oft tritt schon durch Zuspruch und Einatmung kühler und feuchter Luft eine Besserung ein.
- Medikamentös steht die Verneblung von Epinephrin-Inhalationslösung (4 mg/ml) oder Adrenalin-Injektionslösung (1 mg/ml) im Vordergrund (Tab. 12). Eine evtl. Tachykardie wird von herzgesunden Kindern gut toleriert. Die Wirkung der oft applizierten Kortikoide setzt erst mit Verspätung ein und dient eher der Rezidivprophylaxe.

Der Pseudokrapp ist differenzialdiagnostisch von den potenziell lebensbedrohlichen Erkrankungen Epiglottitis und Diphtherie zu trennen, die von Haemophilus influenza Typ B bzw. Corynebacterium diphtheriae ausgelöst werden.

- Klinische Hinweise auf das Vorliegen einer Epiglottitis oder Diphtherie sind schlechter AZ, hohes Fieber, klosige Sprache, Speichelfluss und reduzierte Kopfbeweglichkeit.
- Eine Inspektion der Mundhöhle oder des Rachens soll bei Epiglottitis und Diphtherie unterbleiben und eine ggf. notwendige Intubation möglichst nur durch erfahrene Ärzte nach optimaler Vorbereitung und in Tracheotomiebereitschaft erfolgen.

Ein relativ guter AZ und eine vollständige Impfung gegen die genannten Erreger sprechen bei inspiratorischem Stridor und bellendem Husten für einen Pseudokrapp.

Tabelle 12

Medikamentöse Therapie der respiratorischen Insuffizienz.

Inspiratorischer Stridor	
Epinephrin Inhalationslösung 4 mg/ml, <i>alternativ</i>	1-2 ml inhalieren, ggf. wiederholen bis Dauerinhalation
Adrenalin (i.v.-Lösung 1:1.000) 1 mg/ml	3-5 ml inhalieren, ggf. wiederholen bis Dauerinhalation
Prednisolon i.v.	2 mg/kg KG i.v.
Dexamethason-Saft p.o. (2 mg/5 ml)	0,4 ml/kg KG – Rezidivprophylaxe des Pseudokrapps
Expiratorischer Stridor/Obstruktion	
Salbutamol-Feuchtinhalation <i>alternativ</i>	2-5 mg in 2 ml NaCl 0,9 % inhalieren; ggf. wiederholt
Dosieraerosol (Salbutamol 100 µg oder Fenoterol 100 µg)	(2)-4 Hübe zu 100 µg über Spacer; ggf. alle 2-5 min wiederholen
Ipratropiumbromid (Atrovent®)	250 µg gemischt mit Salbutamol inhalieren
Prednisolon i.v.	2 mg/kg KG i.v. – bei jeder schweren Atemwegs-obstruktion
Theophyllin i.v.	5 mg/kg KG langsam i.v., dann 1-2 mg/kg KG/h
Magnesium-Sulphat 10%	0,5 ml/kg KG i.v. Kurzinfusion über 20 min (cave Bradykardie)
Terbutalin (Bricanyl®) s.c. <i>oder</i> Reproterol (Bronchospasmin®) i.v.	5 µg/kg KG s.c. Initial 1 µg/kg KG über 10 min, dann Dauerinfusion 0,2-2,0 µg/kg KG/min
Kalkulierte antibiotische Therapie bei Pneumonie	
Ambulant erworben	Ampicillin + Sulbactam 150 mg/kg KG/d i.v. in 3 ED
Nosokomial erworben	Ceftazidim 150 mg/kg KG/d i.v. in 3 ED + Aminoglykosid (z. B. Gentamicin 5 mg/kg KG/d i.v. in 1 ED)

ED = Einzeldosis/en; KG = Körpergewicht.

Eine weitere Differenzialdiagnose bei inspiratorischem Stridor ist die Fremdkörperaspiration [20].

- Typisch ist die beim Essen oder Spielen plötzlich einsetzende Atemnot mit Husten und Würgen. Je nach Lokalisation des Fremdkörpers kommt es zu inspiratorischem Stridor (obere Atemwege) oder expiratorischem Giemen/Stridor mit ggf. abgeschwächtem Atemgeräusch (untere

Atemwege). Atemnot mit biphasischem Stridor ist Zeichen einer gefährlichen Verlegung der Atemwege durch den Fremdkörper.

- Eine respiratorisch relevante Fremdkörperaspiration ist ein lebensbedrohlicher Notfall, der nach Klinikaufnahme von einem interdisziplinären Team (Anästhesist oder Kinderintensivmediziner, pädiatrischer Pulmologe, HNO-Arzt) mittels Bronchoskopie und in Tracheotomiebereitschaft behandelt werden soll.

- Bei erhaltener Oxygenierung soll bis zum Eintreffen des Teams keine vorschnelle Therapieentscheidung (z. B. zur Laryngoskopie) gefällt werden.
- Bei sofort interventionsbedürftiger Symptomatik (andauernde Hustenattacke, Hypoxämie, Bewusstseins Einschränkung) ist nach Abbildung 3 vorzugehen.

Das spezielle innerklinische Vorgehen wird in der Leitlinie „Interdisziplinäre Versorgung von Kindern nach Fremdkörperaspiration und Fremdkörperingestion“ beschrieben [20].

Weitere Differenzialdiagnosen des inspiratorischen Stridors sind die bakterielle Tracheitis sowie die Anaphylaxie mit Glottisödem.

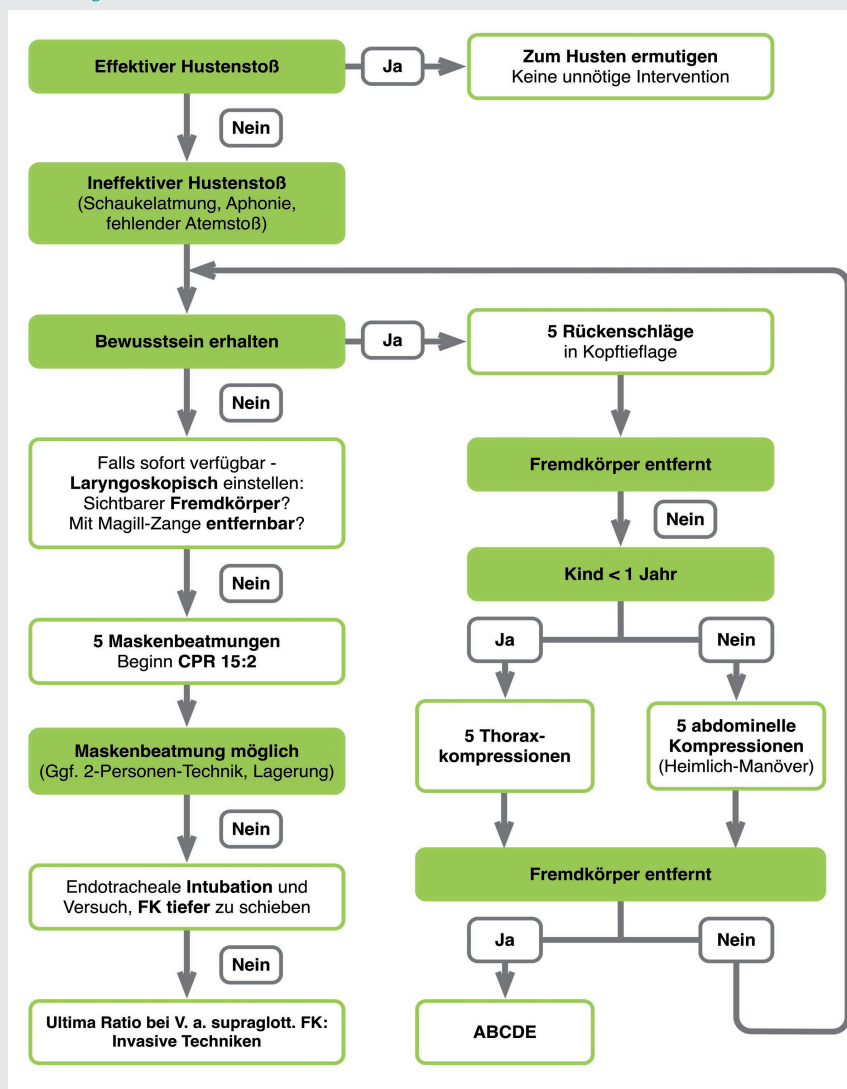
Expiratorischer Stridor

Ein expiratorischer Stridor als Zeichen einer Obstruktion der unteren (intrathorakalen) Atemwege tritt bei Säuglingen vor allem bei einer Virusinfektion auf (obstruktive Bronchitis), während es sich bei größeren Kindern meist um einen Asthmaanfall handelt.

Das therapeutische Vorgehen ist wie folgt (Tab. 12):

- Neben Beruhigung und O₂-Gabe steht die antiobstruktive Therapie mit kurzwirksamen β_2 -Mimetika (Salbutamol, Fenoterol) im Vordergrund, die mittels Feuchteinhalation oder über ein Dosier-Aerosol mit Spacer verabreicht werden. Bei ausgeprägter Obstruktion wird dies ggf. mehrfach wiederholt, da die tieferen Atemwege erst mit nachlassender Obstruktion erreicht werden.
- Bei einigen Virusinfekten bessert sich die Obstruktion durch Inhalation von β_2 -Mimetika nicht – dann soll die Inhalation mit Epinephrin versucht werden [21].
- Bei extremer Obstruktion mit weitgehend fehlendem Atemgeräusch („silent chest“) können Inhalativa nicht suffizient appliziert werden – dann ist die systemische Applikation von β_2 -Mimetika (Terbutalin s.c., Reproterol i.v.) indiziert.

Abbildung 3



Vorgehen bei Fremdkörperaspiration. Mod. nach [2], mit freundlicher Genehmigung von O. Heinzel, Arbeitsgruppe PAEDSIM, Tübingen.

CPR = Kardiopulmonale Reanimation; FK = Fremdkörper.

- Zusätzlich wird Prednisolon (2 mg/kg KG i.v.) verabreicht.
- Weitere Therapieoptionen sind die i.v.-Gabe von Theophyllin und Magnesium-Sulphat.

Atemnot ohne Stridor

Typische Symptome einer schweren **bakteriellen Pneumonie** sind Fieber, Tachydyspnoe und respiratorische Partialinsuffizienz (Oxygenierungsstörung). Zur symptomatischen Therapie zählen O₂-Zufuhr, HFNC oder nicht-invasive bzw. invasive Beatmung; die kausale Therapie erfolgt mittels Antibiotika (Tab. 12). Eine ausgeprägte Obstruktion spricht gegen eine „klassische“ Pneumonie und wird eher durch **atypische Erreger oder Viren** hervorgerufen.

Weitere Differenzialdiagnosen der Atemnot ohne Stridor sind der Pneumothorax sowie der **Schock mit Hyperventilation** zur Kompensation der metabolischen Azidose. Derselbe Pathomechanismus liegt auch der tiefen Kussmaulschen Atmung bei Ketoazidose infolge **Diabetes mellitus Typ I** zugrunde.

Anaphylaktische Reaktion

Anaphylaktische und anaphylaktoide Reaktionen sind klinisch nicht unterscheidbar und in ihrem Verlauf schwer abschätzbar. Das Mittel der Wahl zur Therapie einer Anaphylaxie mit kardiorespiratorischen Symptomen ist Adrenalin.

- Klinisch treten **unterschiedlichste Symptome** wie Angst, Hauterschei-

nungen (Rötung, Urtikaria), Schwellung von Zunge und Lippen, Husten, in- oder expiratorischer Stridor sowie Hypotension und Tachykardie auf, wobei nicht alle Patienten Hauterscheinungen zeigen müssen.

- Die weitere Allergenzufuhr (laufende Medikamente usw.) muss beendet werden.
- Bei kardiorespiratorischen Symptomen werden **10 µg/kg KG Adrenalin** (maximal 500 µg) i.m. injiziert (Tab. 13). Punktionsorte für die i.m.-Applikation sind für Säuglinge der Oberschenkel (M. vastus lateralis) und für Kinder ab ca. 1 Jahr der M. deltoideus. Bei fehlender Besserung wird die Injektion nach 5-10 min wiederholt. Die i.m.-Gabe von Adrenalin erfolgt wegen einer unbegründeten Angst vor Adrenalin oft nicht oder zu spät.
- Bei unzureichender i.m.-Wirkung – sowie bei manifestem anaphylaktischem Schock schon initial – wird Adrenalin in Dosen von 1 µg/kg KG unter EKG- und enger Blutdruckkontrolle titrierend i.v./i.o. injiziert, ggf. auch als Dauerinfusion (0,1 - 1,0 µg/kg KG/min).
- Die vielfach praktizierte Inhalation von Adrenalin oder β2-Mimetika ist ggf. zusätzlich sinnvoll, kann aber die systemische Applikation von Adrenalin nicht ersetzen.
- Nach Anlage eines i.v./i.o.-Zugangs wird die Hypotonie mit Volumenboli von 20 ml/kg KG VEL behandelt.
- Zusätzlich können Antihistaminika (z.B. Dimetinden 0,1 mg/kg KG i.v.)

und Prednisolon (5 mg/kg KG i.v.) verwendet werden. Glukokortikoide spielen in der Akutversorgung aufgrund des langsamen Wirkungseintritts nur eine untergeordnete Rolle und wirken vor allem protrahierten oder biphasischen Verläufen entgegen.

Die weitere Therapie erfolgt symptomorientiert (siehe Abschnitt „Respiratorische Notfälle“), bei zunehmendem Ödem des Atemwegs wird ggf. die Atemwegssicherung notwendig [22,23].

Sepsis

Die klinischen Symptome der Sepsis im Kindesalter sind variabel und einzeln betrachtet unspezifisch.

Primäre Symptome sind Fieber, Schüttelfrost, Tachydyspnoe, Tachykardie, Hautveränderungen (Petechien, Sugillationen) sowie verlängerte Kapillarfüllungszeit. Bei Säuglingen finden sich apnoeische Phasen, ein graues Hautkolorit und meist eine Hypothermie. Petechien oder Sugillationen (Purpura fulminans) sprechen bis zum Beweis des Gegenteils für eine am ehesten durch Meningokokken oder Streptokokken ausgelöste Sepsis.

Die initiale Labordiagnostik (siehe oben) darf die therapeutischen Erstmaßnahmen nicht verzögern. In der Akutphase eines septischen Schocks mit Verdacht auf Meningitis soll wegen der häufigen Hämostasestörung keine Lumbalpunktion erfolgen; darüber hinaus verstreicht wertvolle Zeit, und das Ergebnis beeinflusst das initiale Vorgehen nicht [24].

Die zunehmende Kreislaufinsuffizienz führt zur Organdysfunktion mit progredienter Bewusstseins Einschränkung und letztlich zum septischen Schock. Bei Kindern ist die Hypotonie ein Spätsymptom des septischen Schocks und für dessen Diagnose nicht zwingend notwendig.

Bei Kindern ist der „kalte“ Schock mit marmorierter Haut, verlängerter Kapillarfüllungszeit und kardialer Dysfunktion häufig.

Tabelle 13

Therapie der anaphylaktischen Reaktion mit kardiorespiratorischer Symptomatik.

Maßnahme / Medikament	Dosierung
Adrenalin (1 mg/ml)	10 µg/kg KG i.m. (maximal 500 µg) – entspricht 0,1 ml der unverdünnten Lösung pro 10 kg KG i.m. – bei KG <10 kg ggf. Verdünnung notwendig Ggf. nach 5-10 min wiederholen Ggf. Einzelgaben von 1 µg/kg KG i.v. titrieren
Volumenbolus - VEL	20 ml/kg KG i.v./i.o. – ggf. wiederholen
Dimetinden (z.B. Fenistil)	0,1 mg/kg KG i.v./i.o.
Prednisolon	5 mg/kg KG i.v./i.o.

KG = Körpergewicht; VEL = plasmaadaptierte (balancierte) Vollelektrolytlösung.

- Bei septischem Schock muss unverzüglich ein i.v./i.o.-Zugang angelegt und mit der **Infusionstherapie** begonnen werden. Dazu werden Volumenboli von 20 ml/kg KG glukosefreier VEL rasch infundiert und dies ggf. mehrfach wiederholt (Tab. 8).
- Ein volumenrefraktärer Schock erfordert die medikamentöse Kreislaufunterstützung mit **Katecholaminen** (Tab. 8), die bis zur (grundsätzlich Ultraschall-gestützten) Anlage eines zentralen Venenkatheters (ZVK) auch periphervenös oder i.o. gegeben werden können. Wegen der beim „kalten Schock“ erhöhten Nachlast kann initial Adrenalin verwendet werden, das als Inotropikum und Vasopressor wirkt; alternativ wird Noradrenalin mit Dobutamin kombiniert.
- Nach Abnahme einer Blutkultur ist – parallel zur Schockbekämpfung – unverzüglich eine hochdosierte **Antibiotikatherapie** einzuleiten (Tab. 14), da jede Verzögerung die Mortalität erhöht. Bei Verdacht auf Meningitis oder Enzephalitis erfolgt die Liquordiagnostik (Erreger, Zellzahl mit Differenzierung, Zucker- und Eiweißgehalt, Laktat) nach der Stabilisierung von Kreislauf und Hämostase.

Tabelle 14

Kalkulierte Antibiotikatherapie des septischen Schocks ohne Fokus (ab 2. Lebensmonat).

Sepsis-Form	Initiale Antibiotikatherapie
Ambulant erworben	Meropenem 80 mg/kg KG/d i.v. in 3 ED + Aminoglykosid (z. B. Gentamicin 5 mg/kg KG/d i.v. in 1 ED)
Nosokomial erworben	Meropenem 80 mg/kg KG/d i.v. in 3 ED + Aminoglykosid (z. B. Gentamicin 5 mg/kg KG/d i.v. in 1 ED) + Vancomycin 60 mg/kg KG/d i.v. in 3 ED

ED = Einzeldosis; KG = Körpergewicht.

Nach der initialen Stabilisierung und Anlage einer invasiven Blutdruckmessung erfolgen weiterführende Untersuchungen zur Fokussuche (mit evtl. chirurgischer Herdsanierung) und Kreis-

laufoptimierung. Dazu zählen vor allem bettseitige Ultraschall-Untersuchungen (Echokardiographie, Abdomen-Sonographie, Schädel-Sonographie bei Kindern <1 Jahr) sowie eine Röntgen-Übersichtsaufnahme der Thoraxorgane. Im Verlauf muss die antibiotische Therapie entsprechend den mikrobiologischen Befunden angepasst bzw. deeskaliert werden.

Wenn ein Patient mit septischem Schock wegen Bewusstseinstörung oder drohender respiratorischer Insuffizienz intubiert werden muss, ist der Kreislauf vor der Narkoseeinführung zur Vermeidung einer bedrohlichen Hypotonie nach Möglichkeit zu stabilisieren.

Thermische Verletzungen

Thermische Verletzungen der Haut durch Verbrühung, Verbrennung oder Strom [25] kommen in jedem Lebensalter vor. Bei symmetrischen, multiplen sowie strumpf- oder handschuhförmigen Verletzungsmustern muss an eine Kindesmisshandlung gedacht werden.

- Eine **Kühlung** mit lauwarmem Wasser soll nur im Rahmen der Ersten Hilfe und bei weniger als 15% VKOF (verbrannte Körperoberfläche) erfolgen, um eine **Hypothermie** mit erhöhter Mortalität zu vermeiden. Säuglinge und intubierte Patienten weisen das größte Hypothermierisiko auf.
- Die betroffenen Areale werden steril mit fusselfreiem Verbandmaterial abgedeckt.
- Bei Verdacht auf **systemische Inhalationsvergiftung** durch Kohlenmonoxid (CO), Zyanid oder Brandgase allgemein ist die sofortige O₂-Zufuhr über Gesichtsmaske mit Reservoir notwendig; bei bewusstseinsgetrübten Patienten ggf. die endotracheale Intubation und Beatmung mit FiO₂ 1,0.
- Bei drohender **respiratorischer Insuffizienz** wegen lokaler Verletzung (drohendes Ödem usw.) oder Ver-

dacht auf Inhalationstrauma (Rußpartikel nasal/oral/abgehustet; Husten, Stridor und Dyspnoe oft erst mit Latenz) ist der Atemweg vorausschauend, aber nicht generell prophylaktisch – und möglichst unter kontrollierten Bedingungen – zu sichern.

- Zur **Analgesedierung** hat sich die Kombination von Esketamin und Midazolam bewährt (Tab. 15); Paracetamol, Metamizol oder Ibuprofen genügen nicht. Esketamin und Midazolam können initial (in höherer Dosis und möglichst hoher Konzentration) auch nasal oder rektal appliziert werden; die nasale Applikation wird durch einen Vernebler (Mucosal Atomization Device; MAD) optimiert (Tab. 15). Nach Schaffung eines i.v./i.o.-Zugangs wird die Analgesedierung durch fraktionierte Nachinjektion komplettiert und dann mittels Spritzenpumpe fortgesetzt.
- Zur **initialen Infusionstherapie** ist die Zufuhr von etwa 10 ml/kg KG/h einer glukosefreien VEL ausreichend; bei Zeichen der Kreislaufinsuffizienz werden zusätzlich Boli von 20 ml/kg KG infundiert. Für Humanalbumin besteht in der Akutphase keine Indikation.
- Die **weitere Infusionstherapie** erfolgt zunächst nach Formel (Tab. 16). Die Neunerregel zur Bestimmung der VKOF ist bei Kindern wegen des größeren Kopfanteils nur in abgeänderter Form anwendbar, wobei die Handfläche des Kindes mit Fingern orientierend 1% VKOF entspricht.

Tabelle 15

Analgesedierung unter erhaltener Spontanatmung.

Medikament	Dosierung
Midazolam	0,2-0,4 mg/kg KG rektal/nasal 0,05-0,2 mg/kg KG fraktioniert i.v./i.o.
Esketamin	2 mg/kg/KG rektal/nasal 0,5-1 (-2) mg/kg KG fraktioniert i.v./i.o.

KG = Körpergewicht.

Tabelle 16

Infusionstherapie nach thermischer Verletzung [25].

Erhaltungsbedarf	Glukosehaltige VEL (z. B. E 153 G 5)
• Erhaltungsbedarf bis 10 kg KG plus (für jedes weitere kg KG zwischen 10 und 20 kg) plus (für jedes weitere kg KG >20 kg)	4 ml/kg KG/h 2 ml/kg KG /h 1 ml/kg KG/h
Zusätzlicher Volumenbedarf	Glukosefreie VEL (z. B. E 153)
• Erste 8 h nach Unfall • Stunde 9-24 nach Unfall	(2 ml x kg KG x % VKOF) / 8 = ml/h (2 ml x kg KG x % VKOF) / 16 = ml/h
Gesamtinfusion	
Erhaltungsbedarf + zusätzlicher Volumenbedarf	

KG = Körpergewicht; VEL = Plasmaadaptierte (balancierte) Vollelektrolytlösung; VKOF = verbrannte Körperoberfläche.

Typischerweise wird die VKOF überschätzt und die Verbrennungstiefe unterschätzt.

- Die formelbezogene Infusionstherapie wird in der Folge angepasst; klinische Zielgrößen sind die unter dem Abschnitt 'Beurteilung des Kreislaufs' genannten Blutdruckwerte und die Diurese (Säuglinge und Kleinkinder >1,0 ml/kg/h; Schulkinder und Jugendliche >0,5 ml/kg KG/h).

Die Indikation zur Verlegung in ein Zentrum für schwerbrandverletzte Kinder ist in der Leitlinie [25] definiert – die Vermittlung eines Intensivbetts wird durch die Feuerwehr Hamburg koordiniert (Telefon 040 42851-3998/3999).

Neurochirurgische und neurologische Notfälle

Grundlagen

Bei Kindern ist eine akute Bewusstseinsstörung häufig Folge von Krampfanfällen, Infektionen, hypoxisch-ischämischer Hirnschädigung oder Schädel-Hirn-Trauma und Grund für eine intensivmedizinische Behandlung [26,27].

- Der Grad der Bewusstseinsstörung wird mit Scores wie der GCS erfasst und der Patient nach dem ABCDE-Schema erstversorgt.
- Zur Differenzialdiagnostik kann das Akronym „I WATCH DEATH“ dienen (Tab. 17). Die Anamnese hat zentrale Bedeutung, wobei zunächst zu klären ist, ob ein Trauma vorliegt.

Tabelle 17

Das Akronym „I Watch Death“ wird zur Differenzialdiagnostik der Bewusstseinsstörung benutzt.

I WATCH DEATH	Beispiele
Infection – Infektion	Meningitis, Enzephalitis
Withdrawal – Entzug	Alkohol, Sedativa
Acute metabolic – Akute Stoffwechselstörung	Elektrolytentgleisung, Leber-/Nierenversagen, Stoffwechseldefekt
Trauma	Schädel-Hirn-Trauma, intrakranielle Blutung
CNS pathologies – ZNS-Pathologien	Krampfanfall, Infektion, Hirninfarkt, Blutung, Tumor
Hypoxia	Hypoxie, Anämie, kardiales oder pulmonales Versagen
Deficiencies – Mangelzustände	Thiamin-, B ₁₂ -, Folat-, Niacin-Mangel
Endocrinopathies – Endokrine Störung	Hypoglykämie, diabetische Ketoazidose, Hypothyreose, Cortisol-Mangel
Acute Vascular – Akute Kreislaufstörung	Hypertensive Krise, Arrhythmie, Schock
Toxins – Toxine	Toxine, Drogen, Medikamente
Heavy metals – Schwermetalle	Intoxikation mit Schwermetallen

Schädel-Hirn-Trauma

Die Schwere des Schädel-Hirn-Traumas (SHT) wird nach GCS in leicht (GCS 13-15), mäßig (GCS 9-12) und schwer (GCS ≤8) eingeteilt.

- Nach einem Trauma muss die Halswirbelsäule des Patienten immobilisiert werden; bei einem GCS-Wert ≤8 soll der Patient intubiert werden.
- Neben der Diagnostik mittels Computertomographie (CT) und ggf. neurochirurgischer Intervention (Hämatom-Entlastung, externe Ventrikeldrainage) steht die Verhinderung einer zusätzlichen **sekundären Gehirnschädigung** („secondary insult“) im Vordergrund. Dazu zählt die Vermeidung von Hypo/Hyperthermie, Hypo-/Hyperkapnie, Hypoxie, Hypotonie und Hypoglykämie sowie von Elektrolytverschiebungen durch Verwendung hypotoner Infusionslösungen.

Schon bei klinischem Verdacht auf erhöhten Hirndruck (intracranial pressure; ICP) ist auf einen adäquaten MAP zur Sicherung eines ausreichenden zerebralen Perfusionsdrucks (cerebral perfusion pressure; CPP) zu achten (CPP = MAP - ICP).

- Als initiale CPP-Zielwerte gelten 40-55 mm Hg für Kinder <1 Jahr und 50-65 mm Hg für Kindern ≥1 Jahr. Damit stellt ein MAP von 50 mm Hg bei einem 2 Jahre alten Kind mit Verdacht auf Hirndruck keine ausreichende Perfusionsreserve dar, so dass in vielen Fällen nach Herstellung der Normovolämie Noradrenalin verwendet werden muss.
- Bei suffizientem MAP soll der Oberkörper 30° hoch und der Kopf achsengerecht gelagert werden, um den venösen Abfluss nicht zu behindern. Aus demselben Grund soll ein ZVK nicht in die V. jugularis interna eingelegt werden.
- Bei einem Patienten mit initialem GCS <9 soll eine **Hirndrucksonde** platziert werden; bei aus anderer Ursache länger beatmeten und neurologisch nicht beurteilbaren Patienten

mit initialem GCS von 9-15 ist die Anlage zu diskutieren. Der ICP ist pathologisch erhöht, wenn er trotz adäquater Analgosedierung, Normokapnie und korrekter Lagerung über 20 mm Hg liegt.

- Zur **konservativen Hirndrucksenkung** kommt eine Osmotherapie in Betracht (Tab. 18), die grundsätzlich unter ICP-Überwachung erfolgen soll. Glukokortikoide sind nicht indiziert.
- Die therapeutische **Hypothermie** ist beim SHT ohne Nutzen. Eine **Hyperthermie** verschlechtert dagegen das neurologische Langzeitergebnis, so dass streng auf Normothermie (KKT 36,0–36,5 °C) zu achten ist [28,29].
- Bei extremem ICP-Anstieg ist – ggf. überbrückend bis zur Dekompression – eine **kurzzeitige Hyperventilation** (pCO₂ 25–30 mm Hg) indiziert, die jedoch den zerebralen Blutfluss durch Vasokonstriktion vermindert. Die Cushing-Trias aus Hypertonie, Bradykardie und irregulärer Atmung ist ein Warnsignal bei drohender Einklemmung.

Tabelle 18

Konservative Hirndrucksenkung mittels Osmotherapie.

Medikament	Dosierung
Mannitol	1 g/kg KG über 10 min i.v. – entspricht 6,5 ml Mannitol 15%/kg KG (maximal 4 g/kg KG/d) Kontraindikation: Niereninsuffizienz, Plasma-Osmolarität >320 mmol/l
NaCl 5,85% (1-molar)	5 ml/kg KG über 10 min i.v. Kontraindikation: Hyponatriämie

KG = Körpergewicht.

Unklare Bewusstseinsstörung ohne Trauma

Bei Patienten mit unklarer Bewusstseinsstörung ohne Trauma soll nach erster Evaluierung und ggf. Intervention ein neurologischer Kurzbefund erhoben (D für Defizit im ABCDE-Schema), die KKT gemessen und eine diagnostische Blutabnahme

(Tab. 19) erfolgen. Blutzucker, Blutgase und Plasma-Elektrolyte werden bettseitig bestimmt.

- Eine **Hypoglykämie** (Blutzucker ≤ 40 mg/dl bzw. 2,2 mmol/L) wird unverzüglich durch Gabe von 2 ml/kg KG Glukose 20% behandelt und danach kontrolliert.

- Die vollständige körperliche Untersuchung und die Anamnese (E für Exploration im ABCDE-Schema) erlauben eine erste differenzialdiagnostische Einschätzung (Tab. 20).
- Ggf. muss eine kraniale Bildgebung erfolgen, wobei die Magnetresonanztomographie (MRT) gegenüber der CT-Untersuchung wegen der

Tabelle 19

Neurologischer Kurzbefund, Labordiagnostik und gezielte Anamnese bei unklarer Bewusstseinsstörung.

Neurologischer Kurzbefund
<ul style="list-style-type: none"> • Pupillen (Größe, Anisokorie, Lichtreflex, Nystagmus), GCS • Meningismus, Paresen • Hirndruckzeichen (Bradykardie, Hypertension, weite Pupillen, Anisokorie, fehlender Lichtreflex)
Labordiagnostik
<ul style="list-style-type: none"> • BGA, Blutzucker, Laktat, Elektrolyte (Na, K, Ca, Mg) • Differenzialblutbild, CRP, Kreatinin, ALAT, Harnstoff, Harnsäure, LDH, TSH, fT4, Cortisol, Ammoniak • Gerinnungsstatus (INR, PTT, Fibrinogen, ATIII, D-Dimere) • Urinanalyse (Glukose, Leukozyten, Proteinurie, Ketonkörper, Drogenscreening) • Blutgruppe, Kreuzblut
Gezielte Anamnese
<ul style="list-style-type: none"> • Trauma? • Wie hat sich der Zustand entwickelt? Dynamik? • Akute Erkrankungen (Fieber, Infektion, Gastroenteritis, Krampfanfall)? • Chronische Erkrankungen (Epilepsie, Hydrocephalus/Shunt, Kreislauf, Gerinnung, Onkologie)? • Welche Medikamente waren in der Umgebung, Hinweis für Intoxikation?

fT4 = freies Thyroxin; GCS = Glasgow-Coma-Scale; LDH = Laktatdehydrogenase; TSH = Thyreoidea-stimulierendes Hormon.

Tabelle 20

Bewertung des neurologischen Untersuchungsbefundes bei unklarer Bewusstlosigkeit. Mod. nach [16].

Leitsymptom	Differenzialdiagnosen
Meningismus	Mit Fieber: Meningitis, Enzephalitis Ohne Fieber: Subarachnoidalblutung, Raumforderung der hinteren Schädelgrube
Tonische/tonisch-klonische Zuckungen, Nystagmus, Blickdeviation	Krampfanfall
Kussmaul-Atmung	Diabetische Ketoazidose
Hemiparese, seitendifferente Spontanmotorik	Hirnfarkt, Hirnblutung, postiktale Parese, Hirnabszess, Migräne
Pupille einseitig lichtstarr	Transtentorielle Herniation bei supratentorieller Raumforderung (Tumor, Blutung, Abszess)
Pupillen bilateral weit, lichtstarr	Globales Hirnödem bei z. n. zerebraler Anoxie/Ischämie, Tumor mit Liquoraufstau, aber auch Nebenwirkung einer hochdosierten Adrenalin-Therapie (!)
Bilateral weite Pupillen, Lichtreflex erhalten (heiße trockene Haut, Hyperthermie, Tachykardie)	Anticholinerges Syndrom – z. B. bei Intoxikation durch Anticholinergika, Amphetamine, Antihistaminika, Kokain, Engelstropfen
Bilateral enge Pupillen (Tränenfluss, Hypersalivation)	Cholinerges Syndrom – z. B. bei Intoxikation mit Cholinergika und Organophosphaten

sensitiveren Diagnostik und fehlenden Strahlenbelastung zu bevorzugen ist.

- Ein Status epilepticus (siehe unten) zeigt ggf. nur subtile Symptome (Nystagmus, Schmatzen), kann non-convulsiv mit Bewusstlosigkeit als einzigem Symptom verlaufen und dann nur durch ein EEG diagnostiziert werden.
- Eine **Lumbalpunktion** ist insbesondere bei Fieber und Meningismus indiziert (siehe Abschnitt „Sepsis“), soll aber nur bei intakter Hämostase und fehlenden Hinweisen auf ICP-Erhöhung erfolgen.
- Bei Säuglingen und Kleinkindern muss auch an eine Kindesmisshandlung gedacht werden.

Status epilepticus

Krampfanfälle sind häufige Ursache einer Bewusstseinsstörung. Die Evaluation folgt dem ABCDE-Schema. Bei jedem Krampfanfall muss differenzialdiagnostisch an eine Meningitis bzw. Enzephalitis gedacht werden.

- Als **Status epilepticus** wird ein kontinuierlicher Krampfanfall oder das Auftreten von mindestens zwei Krampfanfällen ohne vollständiges Aufklaren des Patienten innerhalb von 30 min bezeichnet, wobei diese Definition auf die dauerhafte neuronale Schädigung nach einer Anfallsdauer von ca. 30 min zielt. Da die Wahrscheinlichkeit des spontanen Sistierens aber ab einer Dauer von 5 min deutlich sinkt, verwenden aktuelle Protokolle eine 5 min-Definition, um durch frühzeitige Therapie das Prolongieren des Anfalls über 30 min zu verhindern [30]. Darüber hinaus erschwert ein zu zögerlicher Beginn bzw. eine zu späte Eskalation der Therapie die Unterbrechung des Status epilepticus.
- Therapeutisch werden zunächst Benzodiazepine eingesetzt, die bei fehlendem i.v./i.o.-Zugang nasal, buccal oder auch rektal appliziert werden können (Tab. 21).

Tabelle 21

Therapie des Status epilepticus [30, 32].

Zeit/Dauer	Medikament/Maßnahme	Medikament - Dosierung
Initial	Midazolam	0,3 mg/kg KG intranasal/buccal 0,1 mg/kg KG i.v.
	i.v./i.o.-Zugang legen, Blutabnahme	Bei Hypoglykämie 2 ml/kg KG Glukose 20% i.v./i.o.
5.-10. min	Benzodiazepin i.v./i.o. wiederholen	Lorazepam 0,1 mg/kg KG i.v./i.o. oder Clonazepam 0,05 mg/kg KG i.v./i.o. oder Midazolam 0,1 - 0,2 mg/kg KG i.v./i.o.
10.-30. min	Levetiracetam i.v. oder	60 mg/kg KG als KI über 20 min i.v.
	Phenytoin i.v. oder	20 mg/kg KG als KI über 20 min i.v. Kontraindikation: Höhergradiger AV-Block Cave Herzrhythmusstörungen
	Phenobarbital i.v. oder	20 mg/kg KG als KI über 10 min i.v. Cave: Atemdepression, Hypotension
	Valproinsäure i.v.	40 mg/kg KG als KI über 10 min i.v. Kontraindikation: Leberfunktionsstörung, Stoffwechselerkrankung
>30 min, refraktärer Status	Kombination mit einer 2. Substanz aus der Gruppe Levetiracetam, Phenytoin, Phenobarbital, Valproinsäure und/oder	
	Narkoseeinleitung	Midazolam 0,2-0,5 mg/kg KG als Bolus, dann 0,2-0,4 mg/kg KG/h oder Propofol 2-5 mg/kg KG als Bolus, dann 2-8 mg/kg KG/h oder Thiopental 5 mg/kg KG als Bolus, dann 3-5 mg/kg KG/h

KG = Körpergewicht; KI = Kurzinfusion.

- Nach Anlage eines i.v./i.o.-Zugangs muss eine Hypoglykämie ausgeschlossen werden. Die weitere Therapie erfolgt nun i.v.
- Hält der Krampfanfall trotz zweimaliger hochdosierter Benzodiazepin-Gabe an, wird die Substanzklasse gewechselt und eine Initialdosis von Levetiracetam, Phenytoin oder Phenobarbital verabreicht. Levetiracetam ist im Kindesalter bislang nicht zugelassen, wird jedoch in der aktuellen USA-Leitlinie für Kinder empfohlen und auch in Deutschland zunehmend verwendet. Valproinsäure soll wegen der Gefahr eines Leberversagens nur bei Patienten ohne Stoffwechsel- oder Lebererkrankung appliziert werden. Es gibt keine Evidenz für den bevorzugten Einsatz einer dieser Substanzen; bei vorbestehender Dauermedikation soll jedoch eine andere Substanzklasse gewählt werden.
- Bei anhaltendem Status epilepticus wird eine zweite Substanz aus der genannten Gruppe (Levetiracetam, Phenytoin, Valproinsäure, Phenobarbital) zusätzlich verabreicht.
- Bei weiter persistierendem Krampfanfall erfolgt die Narkoseeinleitung mit Atemwegssicherung und EEG-gesteuerte Therapie mit Midazolam, Propofol oder Thiopental (Tab. 21). Eine Dauerrelaxierung ist zu vermeiden, um die Symptome einer weiteren Krampfaktivität des Gehirns nicht zu verschleiern.
- Neugeborene werden initial mit Phenobarbital und bei Bedarf zusätzlich mit Levetiracetam und ggf. Midazolam behandelt [31].

Psychosoziale und Ausbildungsaspekte

Während der Versorgung eines kritisch-kranken Kindes soll ein kompe-

tentes Teammitglied möglichst schnell die Betreuung der Eltern und etwaiger Geschwisterkinder übernehmen, das Vorgehen erläutern und die Anamnese erheben.

Die Befürchtung, dass Eltern die Behandlung des Kindes durch ihre Anwesenheit behindern, ist regelmäßig unbegründet. Dagegen wurde gezeigt, dass sich die Anwesenheit der Eltern – z.B. während einer Reanimation – positiv auf die Verarbeitung ihres potenziellen psychischen Traumas auswirkt [33]. Durch Hinzuziehung eines Kriseninterventionsteams (KIT) kann das Behandlungsteam entlastet und frühzeitig eine professionelle psychosoziale Unterstützung eingeleitet werden.

Zur Sicherung der professionellen intensivmedizinischen Erstversorgung eines Kindes muss das medizinische Personal in regelmäßigen Abständen geschult werden [34,35]. Dazu zählen neben theoretischen Weiterbildungen vor allem Reanimationstrainings sowie Teamtrainings am Patientensimulator (medizinische und nicht-medizinische Aspekte)

zur Erkennung und Behandlung spezieller Krankheitsbilder. Interne Leitlinien, Algorithmen und gut zugängliche Flussdiagramme erleichtern das Vorgehen in kritischen Situationen. Ehrlicher Umgang mit gewachsener Fehlerkultur sowie Nachbesprechungen belastender Ereignisse im Team helfen darüber hinaus, die Versorgung zu optimieren und die eigene emotionale Belastung zu reduzieren.

Literatur

1. Young KD, Korotzer NC: Weight estimation methods in children: A systematic review. *Ann Emerg Med* 2016;68:441-451. e10. DOI: 10.1016/j.annemergmed.2016.02.043
2. Van de Voorde P, Biarent D, Rodriguez-Nunez A, Skellet S, Norris E (eds): *European Paediatric Advanced Life Support (EPALS) Course Manual*. European Resuscitation Council 2015;11-26
3. Gregory CJ, Nasrollahzadeh F, Dharmar M, Parsapour K, Marcini JP: Comparison of critically ill and injured children transferred from referring hospitals versus in-house admissions. *Pediatrics* 2008; 121:e906-e911. DOI: 10.1542/peds.2007-2089
4. Volakli EA, Sdougka M, Drossou-Agakidou V, Emporiadou M, Reizoglou M, Giala M: Short-term and long-term mortality following pediatric intensive care. *Pediatr Int* 2012;54:248-255. DOI: 10.1111/j.1442-200X.2011.03545.x
5. Dieckmann RA, Brownstein D, Gausche-Hill M: The pediatric assessment triangle: A novel approach for the rapid evaluation of children. *Pediatr Emerg Care* 2010;26:312-315. DOI: 10.1097/PEC.0b013e3181d6db37
6. Raman S, Sreenivas V, Puliyl JM, Kumar N: Comparison of alert verbal painful unresponsiveness scale and the Glasgow Coma Score. *Indian Pediatr* 2011;48:331-332
7. Hoffmann F, Schmalhofer M, Lehner M, Zimatschek S, Grote V, Reiter K: Comparison of the AVPU Scale and the pediatric GCS in prehospital setting. *Prehosp Emerg Care* 2016;20:493-498. DOI: 10.3109/10903127.2016.1139216
8. Schmidt J, Strauß JM, Becke K, Giest J, Schmitz B: Handlungsempfehlung zur Rapid-Sequence-Induction im Kindesalter. *Anästh Intensivmed* 2007; 48:S88-S93
9. Keil J, Jung P, Schiele A, Urban B, Parsch A, Matsche B et al: Interdisziplinär

Review Articles

Medical Education

- konsentierter Stellungnahme zum Atemwegsmanagement mit supraglottischen Atemwegshilfen in der Kindernotfallmedizin. *Der Anaesthesist* 2015;65:57-66. DOI: 10.1007/s00101-015-0107-6
10. Park DB, Presley BC, Cook T, Hayden GE: Point-of-care ultrasound for pediatric shock. *Pediatr Emerg Care* 2015;31:591-598. DOI: 10.1097/PEC.0000000000000519
 11. Perera P, Mailhot T, Riley D, Mandavia D: The RUSH Exam: Rapid Ultrasound in SHock in the evaluation of the critically ill. *Emerg Med Clin North Am* 2010;28:29-56. DOI: 10.1016/j.emc.2009.09.010
 12. Atkinson PR, McAuley DJ, Kendall RJ, Abeyakoon O, Reid CG, Connolly J, et al: Abdominal and Cardiac Evaluation with Sonography in Shock (ACES): An approach by emergency physicians for the use of ultrasound in patients with undifferentiated hypotension. *Emerg Med J* 2009;26:87-91. DOI: 10.1136/emj.2007.056242
 13. Brierley J, Carcillo JA, Choong K, Cornell T, Decaen A, Deymann A, et al: Clinical practice parameters for hemodynamic support of pediatric and neonatal septic shock: 2007 update from the American College of Critical Care Medicine. *Crit Care Med* 2009;37:666-688. DOI: 10.1097/CCM.0b013e31819323c6
 14. James HE, Trauner DA: The Glasgow Coma Scale. In: James HE, Anas NG, RM P (eds): *Brain insults in infants and children: Pathophysiology and management*. Orlando (Florida): Grune and Stratton Inc 1985:179-182
 15. Gordon NS, Fois A, Jacobi G, Minns RA, Seshia SS: The management of the comatose child. *Neuropediatrics* 1983;14:3-5. DOI: 10.1055/s-2008-1059545
 16. AWMF S1-Leitlinie 022/016 vom 31.08.2013 – Akute Bewusstseinsstörung jenseits der Neugeborenenperiode. <http://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/022-016.html> (Zugriffsdatum: 24.10.2017)
 17. Merckenschlager A: Akute Bewusstseinsstörung im Kindesalter. *Intensivmedizin* up2date 2016;12:407-424. DOI: 10.1055/s-0042-110819
 18. Wirtz S, Eich C, Becke K, Brenner S, Callies A, Harding U et al: Anwendung kognitiver Hilfsmittel im Kindernotfall. *Der Anaesthesist* 2017;66:340-346. DOI: 10.1007/s00101-017-0310-8
 19. Kaushal R, Bates DW, Landrigan C, McKenna KJ, Clapp MD, Federico F, et al: Medication errors and adverse drug events in pediatric inpatients. *JAMA* 2001;285:2114-2120
 20. AWMF S2k-Leitlinie 001/031 vom 11.01.2016 – Interdisziplinäre Versorgung von Kindern nach Fremdkörperaspiration und Fremdkörperingestion. <http://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/001-031.html> (Zugriffsdatum: 24.10.2017)
 21. Hartling L, Bialy LM, Vandermeer B, Tjosvold L, Johnson DW, Plint AC, et al: Epinephrine for bronchiolitis. *Cochrane Database Syst Rev* 2011;6: CD003123. DOI: 10.1002/14651858.CD003123.pub3
 22. Ring J, Beyer K, Biedermann T, Bircher A, Duda D, Fischer J, Friedrichs F, et al: Guideline for acute therapy and management of anaphylaxis. *Allergo J Int* 2014;23:96-112. DOI: 10.1007/s40629-014-0009-1
 23. Paulun A, Hoppen T, Nüßlein T, Büttner J: Anaphylaxie – Ein Fall für Adrenalin. *Monatsschrift Kinderheilkunde* 2017;165:65-72. DOI: 10.1007/s00112-016-0200-1
 24. Bowker RP, Stephenson TJ, Baumer JH: Evidence-based guideline for the management of decreased conscious level. *Archives of Disease in Childhood – Education and Practice* 2006;91:ep115-ep122
 25. AWMF Leitlinie-S2k 006-128 vom 30.04.2015 – Behandlung thermischer Verletzungen im Kindesalter (Verbrennung, Verbrühung). <http://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/006-128.html> (Zugriffsdatum: 24.10.2017)
 26. Merckenschlager A, Nicolai T: Koma als Notfall im Kindesalter. *Notfall & Rettungsmedizin* 2004;7:168-173. DOI: 10.1007/s10049-004-0655-9
 27. Wong CP, Forsyth RJ, Kelly TP, Eyre JA: Incidence, aetiology, and outcome of non-traumatic coma: A population based study. *Archives of Disease in Childhood* 2001;84:193-199. DOI: 10.1136/adc.84.3.193
 28. Kochanek PM, Carney N, Adelson PD, Ashwal S, Bell MJ, Bratton, et al: Guidelines for the acute medical management of severe traumatic brain injury in infants, children, and adolescents – second edition. *Ped Crit Care Med* 2012;13 Suppl 1:S1-82. DOI: 10.1097/PCC.0b013e31823f435c
 29. Brenner S, Eich C, Rellensmann G, Schuhmann MU, Nicolai T, Hoffmann F et al: Empfehlung zum Temperaturmanagement nach Atem-Kreislauf-Stillstand und schwerem Schädel-Hirn-Trauma im Kindesalter jenseits der Neonatalperiode. *Der Anaesthesist* 2017;66:128-133. DOI: 10.1007/s00101-016-0256-2
 30. Glauser T, Shinnar S, Gloss D, Alldredge B, Arya R, Bainbridge J, et al: Evidence-based guideline: Treatment of convulsive status epilepticus in children and adults: Report of the guideline committee of the American Epilepsy Society. *Epilepsy Currents* 2016;16:48-61. DOI: 10.5698/1535-7597-16.1.48
 31. AWMF S2k-Leitlinie 024-011 vom 22.08.2012 (in Überarbeitung) – Zerebrale Anfälle beim Neugeborenen. <http://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/024-011.html> (Zugriffsdatum: 24.10.2017)
 32. AWMF S1-Leitlinie 030-079 vom 30.09.2012 (in Überarbeitung) – Status epilepticus im Erwachsenenalter. <http://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/030-079.html> (am 24.10.2017)
 33. Fullbrook P, Latour J, Albarran J, de Graaf W, Lynch F, Devictor D, et al: The presence of family members during cardiopulmonary resuscitation: European Federation of Critical Care Nursing Associations, European Society of Paediatric and Neonatal Intensive Care and European Society of Cardiology Council on Cardiovascular Nursing and Allied Professions Joint Position Statement. *Eur J Cardiovasc N* 2007;6:255-258. DOI: 10.1016/j.ejcnurse.2007.07.003
 34. Müller MP, Richter T, Papkalla N, Poenicke C, Herkner C, Osmer A, et al: Effects of a mandatory basic life support training programme on the no-flow fraction during in-hospital cardiac resuscitation: An observational study. *Resuscitation* 2014;85:874-878. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2014.03.046
 35. Theilen U, Leonard P, Jones P, Ardill R, Weitz J, Agrawal D, et al: Regular in situ simulation training of paediatric Medical Emergency Team improves hospital response to deteriorating patients. *Resuscitation* 2013;84:218-222. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2012.06.027

Korrespondenz-
adresse

**Priv.-Doz. Dr. med.
Sebastian Brenner**

Klinik für Kinder- und Jugendmedizin
Fachbereich Neonatologie und
pädiatrische Intensivmedizin
Universitätsklinikum Carl Gustav
Carus an der Technischen Universität
Dresden
Fetscherstraße 74
01307 Dresden, Deutschland
Tel.: 0351 458-3139/-6833/-18309
Fax: 0351 458-4311
E-Mail: sebastian.brenner@uniklinikum-dresden.de

Anhang: Die intensivmedizinische Erstversorgung des Kindes (Kitteltaschenkarten)

Die intensivmedizinische Erstversorgung des Kindes Anästh Intensivmed 2018;59:68-87
Maße & Dosierungen für Kinderintensiv- und Notfallmedizin S. Winkler & S. Brenner 2018

Alter	Typisches KG [kg] 1 - 9 Jahre: (Alter+4)x2	Normale Herz- frequenz [1/min]	Normaler systolischer Druck [mm Hg]	Normale Atem- frequenz [1/min]	Tubus-ID [mm] mit Cuff ≥ 1 Jahr: Alter/4+3,5	Tubuslänge oral [cm] (Zahnleiste) ≥ 1 Jahr: Alter/2+12	Larynx- maske Größe
2 M	4,5	120-170	60-80		3.0	10-11	1
6 M	6				3.5	11	
12 M	10	100-150	70-110	25-40	3.5-4.0	12	1½ -2
18 M	11					13	
2 J	12				4.0	13	2-2½
4 J	16	80-130	1-12 J: 90 + (Alter x 2)	20-30	4.5	14	
6 J	20				5.0	15	2½-3
8 J	24	70-110		20-25	5.5	16	
10 J	34				6.0	18	
12 J	40	60-100		12-20	6.5	19	3-4
14 J	50		110		7.0	20	

Mit freundlicher Genehmigung von C. Eich, Kinder- und Jugendkrankenhaus Auf der Bult, Hannover

NOTFALLMEDIKAMENTE	
Reanimation	
Adrenalin	10 µg/kg KG i.v. (1 : 10.000 = 0,1 ml/kg KG)
Defibrillation	4 Joule/kg KG
Herzrhythmusstörungen	
Atropin	20 µg/kg KG i.v. (mindestens 100 µg)
Amiodaron	5 mg/kg KG i.v.
Adenosin	0,2 mg/kg KG i.v. (1. Gabe) - 0,4 mg/kg KG i.v. (2. Gabe)
Mg-Sulphat 10 %	0,5 ml/kg KG i.v. (Kurzinfusion über 10 min)
Hyperkaliämie	
Ca-Gluconat 10 %	0,5 ml/kg KG langsam i.v.
Na-HCO ₃ 8,4 %*	Verdünnen auf 4,2 %, dann 3 ml/kg KG (= 1,5 mmol/kg KG)
Salbutamol Inhalation*	3 mg (< 25 kg KG) - 5 mg (> 25 kg KG) auf 3 ml NaCl 0,9 %
Insulin/Glucose*	2 IE Insulin auf 50 ml Glukose 20 %, 5 ml/kg KG/h <i>Engmaschige BZ-Kontrolle notwendig, Vorsicht bei Säuglingen</i>
Furosemid	1 mg/kg KG i.v.
Resonium* A	2 g/kg KG in 50-100 ml Aqua rektal und 1 g/kg KG oral
Hypoglykämie	
Glucose 20 %	2 ml/kg KG i.v., BZ-Kontrolle

*Mod. nach Nicolai T: Pädiatrische Notfall- und Intensivmedizin. Berlin: Springer 2014

Alle Angaben ohne Gewähr - Dosisprüfung obligat - Kontraindikationen beachten

Seite 1/4

Die intensivmedizinische Erstversorgung des Kindes Anästh Intensivmed 2018;59:68-87
Maße & Dosierungen für Kinderintensiv- und Notfallmedizin S. Winkler & S. Brenner 2018

MEDIKAMENTÖSE THERAPIE DER RESPIRATORISCHEN INSUFFIZIENZ		
Inspiratorischer Stridor		
Epinephrin Inhalationslösung 4 mg/ml	1-2 ml inhalieren	Inhalation ggf. wiederholen, bei Bedarf Dauerinhalation
alternativ Adrenalin (i.v. Lösung 1 mg/ml)	3-5 ml inhalieren	
Prednisolon i.v.	2 mg/kg KG i.v.	Bei jeder schweren Atemwegsobstruktion
Dexamethason-Saft p.o. (2 mg/5 ml)	0,4 ml/kg KG	Rezidivprophylaxe des Pseudokrups
Expiratorischer Stridor / Obstruktion		
Salbutamol Feuchthinhalation	2 - 5 mg Salbutamol in 2 ml NaCl 0,9 %	Inhalation ggf. wiederholen
alternativ Dosieraerosol (Salbutamol 100 µg oder Fenoterol 100 µg)	(2) - 4 Hübe zu 100 µg über Spacer	Bei Bedarf alle 2 - 5 min wiederholen
Ipratropiumbromid (Atrovent®)	250 µg gemischt mit Salbutamol inhalieren	
Prednisolon i.v.	2 mg/kg KG i.v.	Bei jeder schweren Atemwegsobstruktion
Theophyllin i.v.	5 mg/kg KG langsam i.v., dann 1-2 mg/kg KG/h	
Mg-Sulphat 10 %	0,5 ml/kg KG i.v.	Als Kurzinfusion über 20 min (ca. Bradykardie)
Terbutalin (Bricanyl®) s.c.	5 µg/kg KG s.c.	
oder Reproterol (Bronchospasmin®) i.v.	Initial: 1 µg/kg KG über 10 min, dann ggf. Dauerinfusion: 0,2 - 2,0 µg/kg KG/min	

ANALGOSEDIERUNG UNTER ERHALTENER SPONTANATMUNG		
Midazolam	0,05 - 0,2 mg/kg KG i.v.	
	0,2 - 0,4 mg/kg KG rektal / nasal	i.v.: Fraktionierte Gabe empfohlen
Esketamin	0,5 - 1 (- 2) mg/kg KG i.v.	
	2 mg/kg KG rektal / nasal	

NARKOSEEINLEITUNG FÜR DIE NOTFALLINTUBATION	
Midazolam	0,2 mg/kg KG i.v.
Esketamin	2 mg/kg KG i.v.
Rocuronium	1 mg/kg KG i.v.

ANTAGONISTEN	
Naloxon	5-10 µg/kg KG i.v. - ggf. wiederholen
Flumazenil	5-10 µg/kg KG i.v. - ggf. wiederholen (max. 40 µg/kg KG)

*Mod. nach Nicolai T: Pädiatrische Notfall- und Intensivmedizin. Berlin: Springer 2014

Alle Angaben ohne Gewähr - Dosisprüfung obligat - Kontraindikationen beachten

Seite 2/4

Die intensivmedizinische Erstversorgung des Kindes Anästh Intensivmed 2018;59:68-87
Maße & Dosierungen für Kinderintensiv- und Notfallmedizin S. Winkler & S. Brenner 2018

MEDIKAMENTÖSE THERAPIE BEI KREISLAUFINSUFFIZIENZ	
Volumenbolus - VEL	20 ml/kg über 5-10 min, ggf. mehrfach wiederholen
Akrinor®	1 Ampulle (2 ml) mit 8 ml NaCl 0,9 % verdünnen und mit 0,1 ml/kg KG titrieren (initial maximal 2 ml)
Dobutamin (50 mg/50 ml)	5-10-15 µg/kg KG/min Infusionsrate (ml/h) = kg KG/1,5 ÷ 10 µg/kg KG/min
Noradrenalin (1 mg/50 ml)	0,05-0,1-1,0 µg/kg KG/min Infusionsrate (ml/h) = kg KG/3 ÷ 0,1 µg/kg KG/min
Adrenalin (1 mg/50 ml)	0,05-0,1-1,0 µg/kg KG/min Infusionsrate (ml/h) = kg KG/3 ÷ 0,1 µg/kg KG/min

ANAPHYLAXIE MIT KARDIORESPIRATORISCHER SYMPTOMATIK	
Adrenalin (1 mg/ml, Lösung 1 : 1000)	10 µg/kg KG i.m. (maximal 500 µg) ÷ 0,1 ml der unverdünnten Lösung pro 10 kg KG i.m. ggf. wiederholen, ggf. mit ED ÷ 1 µg/kg KG i.v. titrieren
Volumenbolus - VEL	20 ml/kg KG i.v., ggf. wiederholen
Dimetinden (z.B. Fenistil)	0,1 mg/kg KG i.v.
Prednisolon	5 mg/kg KG i.v.

FLÜSSIGKEITEN UND BLUT	
Erhaltungsbedarf (Glukosehaltige VEL, z. B. E 153 G 5)	
Erhaltungsbedarf bis 10 kg KG	4 ml/kg KG/h
plus (für jedes kg zwischen 10 und 20 kg)	2 ml/kg KG/h
plus (für jedes kg > 20 kg)	1 ml/kg KG/h
Transfusionen	
Erythrozytenkonzentrat	15 ml/kg KG
Frischplasma (GFP)	15 ml/kg KG
Thrombozytenkonzentrat	15 ml/kg KG
Zusätzlicher Volumenbedarf nach thermischer Verletzung (Glukosefreie VEL)	
1-8. h nach Unfall	(2 ml x kg KG x % VKOF) / 8 = ml/h
9-24. h nach Unfall	(2 ml x kg KG x % VKOF) / 16 = ml/h
Gesamtinfusion: Erhaltungsbedarf + zusätzlicher Volumenbedarf	

KALKULIERTE ANTIBIOTISCHE THERAPIE	
Sepsis, ambulant	Meropenem 80 mg/kg KG/d i.v. in 3 ED + Aminoglykosid (z. B. Gentamicin 5 mg/kg KG/d i.v. in 1 ED)
Sepsis, nosokomial	Meropenem 80 mg/kg KG/d i.v. in 3 ED + Aminoglykosid (z. B. Gentamicin 5 mg/kg KG/d i.v. in 1 ED) + Vancomycin 60 mg/kg KG/d i.v. in 3 ED
Pneumonie, ambulant	Ampicillin + Sulbactam 150 mg/kg KG/d i.v. in 3 ED
Pneumonie, nosokomial	Ceftazidim 150 mg/kg KG/d i.v. in 3 ED + Aminoglykosid (z. B. Gentamicin 5 mg/kg KG/d i.v. in 1 ED)

Alle Angaben ohne Gewähr - Dosisprüfung obligat - Kontraindikationen beachten

Seite 3/4

Die intensivmedizinische Erstversorgung des Kindes Anästh Intensivmed 2018;59:68-87
Maße & Dosierungen für Kinderintensiv- und Notfallmedizin S. Winkler & S. Brenner 2018

OSMOTHERAPIE BEI HIRNDRUCK	
Mannitol	1 g/kg KG i.v. über 10 min ÷ 6,5 ml Mannitol 15 %/kg KG (max. 4 g/kg KG/d) KI: Niereninsuffizienz, Plasma-Osmolarität > 320 mmol/l
NaCl 5,85 % (1-molar)	5 ml/kg KG i.v. über 10 min KI: Hyponatriämie

THERAPIE DES STATUS EPILEPTICUS		
Zeit	Medikament	Dosierung
Initial	Midazolam	0,3 mg/kg KG intranasal oder buccal 0,1 mg/kg /KG i.v. Bei Hypoglykämie 2 ml/kg KG Glukose 20 % i.v./i.o.
5.-10. Minute	Benzodiazepin i.v. wiederholen Lorazepam i.v. oder Clonazepam i.v. oder Midazolam i.v.	0,1 mg/kg KG i.v. 0,05 mg/kg KG i.v. 0,1 - 0,2 mg/kg KG i.v.
10.-30. Minute	Levetiracetam i.v. oder Phenytoin i.v. oder Phenobarbital i.v. oder Valproinsäure i.v.	60 mg/kg KG i.v. als Kurzinfusion über 20 min 20 mg/kg KG i.v. als Kurzinfusion über 20 min KI: Höhergradiger AV-Block Cave Herzrhythmusstörungen 20 mg/kg KG i.v. als Kurzinfusion über 10 min Cave: Atemdepression, Hypotension 40 mg/kg KG i.v. als Kurzinfusion über 10 min KI: Leberfunktionsstörung, Stoffwechselerkrankung
> 30 Minuten	Kombination mit einer 2. Substanz aus der Gruppe Levetiracetam, Phenytoin, Phenobarbital, Valproinsäure oder/und Narkoseeinleitung Midazolam i.v. oder Propofol i.v. oder Thiopental i.v.	0,2-0,5 mg/kg KG Bolus, dann 0,2-0,4 mg/kg KG/h 2-5 mg/kg KG Bolus, dann 2-8 mg/kg KG/h 5 mg/kg KG Bolus, dann 3-5 mg/kg KG/h

NEBENNIERENRINDENINSUFFIZIENZ	
Hydrocortison	2 mg/kg KG i.v. als Bolus

Abkürzungen: BZ = Blutzucker; ED = Einzeldosis; ID = Innendurchmesser; J = Jahre; KI = Kontraindikation; KG = Körpergewicht; M = Monate; VEL = plasmaadaptierte (balancierte) Vollelektrolytlösung; VKOF = Verbrannte Körperoberfläche

Alle Angaben ohne Gewähr - Dosisprüfung obligat - Kontraindikationen beachten

Seite 4/4