

Analgesie und Narkose im Kindesalter

Jost Kaufmann, Michael Laschat, Frank Wappler

Übersicht

Einleitung	17	Muskelrelaxanzien	23
Grundsätzliche Überlegungen	17	Benzodiazepine	24
Nichtopioid-Analgetika	20	Analgesie oder Narkoseführung in typischen Situationen	25
Opioide	22		
Sedativa und Narkotika	22		

Einleitung

Für die meisten Notärzte sind Kindernotfälle eine besondere Herausforderung. Sehr deutlich wird dies in den aktuellen Reanimationsleitlinien des ERC zum Ausdruck gebracht [1]. In deren Einleitung wird festgestellt, dass lebensbedrohliche Situationen bei Kindern wesentlich seltener vorkommen als bei Erwachsenen und dass die den Notfall Versorgenden meist über nur begrenzte Erfahrungen mit Kindern verfügen. Die Versorgung von Kindernotfällen weist jedoch einige Besonderheiten auf (Infobox 1).

Grundsätzliche Überlegungen

Einfluss auf Schutzreflexe, Atmung und Kreislauf.

Alle Opioidanalgetika und Sedativa beeinflussen die Vigilanz und die Schutzreflexe und erfordern daher eine eindeutige Indikation. Zusätzlich können sie sich unterschiedlich stark auf Atmung und Kreislauf auswirken. Daher wird mit der Verabreichung von Opioidanalgetika oder Sedativa eine Überwachung der Vitalparameter erforderlich. Des Weiteren müssen alle Möglichkeiten zum Absaugen, zur Sicherung der Atemwege und zur medikamentösen Unterstützung des Kreislaufs gegeben sein. Unstrittig ist damit aus unserer Sicht auch, dass es bei der Opioidanalgesie, Sedierung oder Narkose bei Kindern um eine nicht

Infobox 1

Besonderheiten der Medikamentengabe bei Kindern

- individuelle, gewichtsbezogene Medikamentendosierung
- altersabhängige Pharmakodynamik und -kinetik
- altersabhängige Dosierungsempfehlungen
- altersabhängige Nebenwirkungen und Zulassungen

delegierbare ärztliche Aufgabe handelt. Die Medikamente dosiert man schrittweise bis zur gewünschten Wirkung. Dieses Prinzip der Titration, also einer wirkungsbeobachtenden Dosisanpassung, erfordert einen raschen Wirkungseintritt der Medikamente. Daher ist eine rektale oder orale Verabreichung nicht geeignet.

Wenn man Opioidanalgetika oder Sedativa verabreicht, muss die Bereitschaft zur Atemwegsicherung und Kreislaufunterstützung gegeben sein.

Pharmakokinetische Besonderheiten. Analgetika und Sedativa dosiert man bei Kindern üblicherweise nach dem Körpergewicht. Alle Medikamente, deren Wirkung rasch eintritt und die man i. v. oder intraossär verabreicht, verteilen sich zunächst im Extrazellulärvolumen (EZV). Für die Unterschiede der Dosierungsempfehlungen für verschiedene Altersstufen ist daher v. a. der Anteil des EZV am Gesamtkörpergewicht ent-

scheidend, der mit dem Alter abnimmt. So ist in Bezug auf das Körpergewicht der Gesamtwassergehalt beim Neugeborenen 30% größer und das Extrazellulärvolumen fast doppelt so groß wie beim Volljährigen [2].

Bei adipösen Kindern ist der proportionale Anteil des EZV am Körpergewicht geringer, sodass eine gewichtsadaptierte Dosierung zu einer Überdosierung führen kann [3].

Daher sollte man bei adipösen Kindern Analgetika und Sedativa eher vorsichtig dosieren – ideal wäre eine Dosierung am Normalgewicht der Altersklasse.

Für die je nach Alter unterschiedliche Wirkdauer sind hauptsächlich 2 Komponenten wichtig. Zum einen ist der Körperfettanteil verantwortlich für einen Wirkungsverlust durch Umverteilung. Bei Frühgeborenen wird der Anteil an Fettgewebe von ca. 3–4% des Körpergewichts nahezu ausschließlich vom Gehirn gestellt [4], weswegen kein Wirkungsverlust durch Umverteilung in lipophiles Gewebe stattfinden kann. Schon beim reif geborenen Säugling beträgt der Anteil an Fettgewebe rund 10%, was sich beim normgewichtigen Erwachsenen noch nahezu verdoppelt. Zum anderen verfügt das Neugeborene nur über 10% der metabolischen Kapazität eines Erwachsenen, die somit erheblich eingeschränkt ist. Beim Kleinkind ist die metabolische Aktivität im Gegensatz dazu vorübergehend höher als beim Erwachsenen [2].

Ursachen von Dosierungsfehlern. Bei elektiven Medikamentenverordnungen wurde in einem Kinderkrankenhaus eine Rate potenziell bedrohlicher Verordnungsfehler beobachtet, die 3-mal höher lag [5] als in einer vergleichbaren Untersuchung bei Erwachsenen [6]. Neben dem zeitlichen Druck, der durch die Notfallsituation entsteht, gibt es bei der präklinischen Versorgung aber im Gegensatz zu einem Kinderkrankenhaus weder pädiatrisch geschultes Personal noch für Kinder optimierte Behandlungsabläufe. Kontrollmechanismen durch mehrere Personen mit vergleichbarer Kompetenz, wie sie in der Klinik zu finden sind, fallen ebenso weg. Diese Problematik zeigte auch eine prospektive Untersuchung, bei der präklinisch i. v. oder intraossär verabreichtes Adrenalin zur Reanimation untersucht wurde. Nur in 34% der Fälle war die Dosierung korrekt [7]. Weitere Gründe für präklinische Dosierungsfehler sind in Infobox 2 zusammengestellt.

Bestimmung des Körpergewichts. In der präklinischen Versorgung kommt es vor, dass das Gewicht des Kindes unbekannt ist. Verschiedene Autoren for-

Infobox 2

Gründe für präklinische Dosierungsfehler

- Gewicht nicht bekannt oder falsch geschätzt
- Fehler bei der gewünschten gewichtsbezogenen Dosierung
- Berechnungsfehler der gewünschten Dosis
- mangelhafte Angabe der gewünschten Dosis
- falsche Verdünnung/Vorbereitung des Medikaments
- Verwechslung von Volumen (ml) und Dosis (z. B. mg)

dern zwingend das Wiegen des Kindes vor einer Medikamentengabe [8]. In vielen Fällen können die Eltern das Gewicht des Kindes nennen, was laut einer Untersuchung meist auch sehr zuverlässig ist. Die altersbezogene Gewichtsschätzung hat bei einer Überprüfung dagegen am schlechtesten abgeschnitten [9]. Beispielsweise führte die von der American Heart Association (AHA) im Kinderreanimations-Training (APLS) genannte Formel „Gewicht = (Alter + 4) × 2“ in nur 34% der Fälle zu einer korrekten Schätzung.

Die nach der Angabe der Eltern nächstbeste Quelle ist eine längenbezogene Schätzung (s. u.). Dabei ermittelt man anhand der Körperlänge über Perzentilen ein durchschnittliches Gewicht – also das Idealgewicht. Mit diesem Verfahren erhält man in immerhin 61% der Fälle einen Wert, der maximal 10% vom tatsächlichen Gewicht des Kindes abweicht. Das ermittelte Idealgewicht ist für die Dosierung von Notfallmedikamenten dem gewogenen Gewicht sogar überlegen, da es bei adipösen Kindern das EZV genauer wiedergibt [3].

Das standardisierte Notarzteinsatzprotokoll der DIVI, in dem die Erfassung von 203 Parametern vorgesehen ist, enthält kein Feld für die Angabe des Körpergewichts [10, 11]. Der Notarzt sollte dem Gewicht des Kindes dennoch eine zentrale Bedeutung beimessen. Zusätzlich sollte man das Gewicht einschließlich der Informationsquelle oder der verwendeten Schätzmethode dokumentieren und der weiterbehandelnden Einheit übergeben.

Die Auswahl und die Dosierung von Notfallmedikamenten muss man bei Kindern an das Körpergewicht und die Altersgruppe anpassen.

Hilfsmittel zur Gewichtsermittlung und Dosisfindung. Es wurde mehrfach nachgewiesen, dass Erfahrung und Ausbildung die Fehlerrate reduzieren können. Beispielsweise halbierte sich nach der Einführung eines

Unterrichts über die pädiatrische Verordnung von Medikamenten die Rate an Verschreibungsfehlern [12]. Ebenso ergab sich ein positiver Effekt durch den Einsatz einer Tabelle, in der außer der gewichts- und altersbezogenen Dosierung in Milligramm auch die Medikamentenkonzentration (mg/ml) und das zu applizierende Volumen angegeben waren [13]. Derartige Hilfsmittel ersetzen jedoch nicht die individuelle ärztliche Entscheidung.

Das „pädiatrische Notfalllineal“ (www.notfalllineal.de) unterstützt den Notarzt bei allen aufgezeigten Problempunkten der Medikamentenverordnung. Es vereint die Möglichkeit einer präzisen Gewichtsschätzung bei Kindern mit einer Auflistung von Normwerten, passenden Ausrüstungsgegenständen und gewichtsbezogenen Medikamentendosierungen. Dabei werden auch leitlinienkonforme Mindest- und Höchstmengen beachtet. Zusätzlich bietet es Anleitungen zur Medikamentenvorbereitung, wodurch viele Fehlermöglichkeiten entfallen.

Das in den USA verbreitete „Broselow-Tape“ nutzt das gleiche Prinzip wie das „pädiatrische Notfalllineal“, ist dort bereits etabliert und wurde in mehreren Studien evaluiert [14, 15]. Beispielsweise verdoppelte sich durch den Einsatz des Lineals die Rate einer korrekten Dosierung von Adrenalin zur Reanimation [7]. In den Leitlinien zur Kinderreanimation der American Heart Association (AHA) aus dem Jahr 2010 wird festgestellt, dass durch den Einsatz eines solchen Lineals Fehler bei der Medikamentendosierung oder bei der Wahl der passenden Ausrüstungsgegenstände (z. B. Endotrachealtubus) seltener vorkommen und der Gebrauch daher zu empfehlen ist [16].

Intraossärer Zugang. Zur Verabreichung von Notfallmedikamenten ist in den meisten Fällen wie beim Erwachsenen eine i. v. Gabe die Methode der Wahl. Allerdings kann es bei einem gut genährten Säugling, der aufgrund einer Hypovolämie und/oder Unterkühlung zentralisiert ist, unmöglich sein, einen peripheren Venenzugang zu legen.

Gemäß den Kinder-Reanimationsleitlinien des ERC sollte man bei einem kritisch kranken Kind, bei dem die Kanülierung einer peripheren Vene nicht gelingt, spätestens nach 1 min auf einen intraossären Zugang wechseln [1].

Der wissenschaftliche Arbeitskreis Kinderanästhesie der DGAI hat aufgrund des geringen damit verbundenen Risikos eine Indikation auch für dringliche und

Infobox 3

Intranasale Gabe von Analgetika und Sedativa

Publizierte Erfahrungen mit der intranasalen Verabreichung mit einem Zerstäuber liegen für folgende Analgetika und Sedativa vor:

- Midazolam, Lorazepam
- Fentanyl, Sufentanil, Naloxon
- Ketanest

semi-elektive Indikationen festgestellt [17]. Bei einem Kind, das nicht bewusstlos ist, kann man durch eine vorhergehende Infiltration der Haut und des Periosts einen intraossären Zugang schmerzarm anlegen. Die technische Durchführung wird durch Systeme, die mit einem Akkubohrer vergleichbar sind, erheblich erleichtert (z. B. „EZ-IO Intraossär-Bohrer“ der Firma Vidacare).

Intranasaler „Zugang“. Zur Analgesie oder Sedierung bietet sich als weitere Alternative die Verabreichung über die Nasenschleimhaut mit einem Zerstäuber an („mucosal atomization device“, MAD). Aufgrund der starken Vaskularisierung der Nasenschleimhaut und ihrer direkten Nähe zum Gehirn kommt es zu einem raschen Wirkungseintritt, der mit einer i. v. Verabreichung vergleichbar ist [18]. Da der venöse Abfluss der Nasenschleimhaut die Leber umgeht, findet kein „First-Pass“-Metabolismus statt, und die meisten Medikamente erreichen eine Bioverfügbarkeit, die derjenigen bei venöser Verabreichung nahekommt. Daher ist es oft möglich, für die intranasale Applikation eine ähnliche Dosierung zu wählen wie für die i. v. Gabe. Bei der Verabreichung muss man aber einen speziellen Aufsatz verwenden, der eine hinreichend feine Zerstäubung der Injektionslösung gewährleistet (z. B. „MAD Nasal“ der Firma Wolfe Tory Medical Inc., Salt Lake City, Utah, USA. Vertrieb über LMA Deutschland GmbH, Bonn). Die Gesamtmenge sollte man immer auf beide Nasenlöcher verteilen, um die maximale Schleimhautoberfläche zu nutzen. Das verabreichte Volumen sollte außerdem möglichst 0,2–0,3 ml pro Nasenseite betragen und 1 ml nicht überschreiten [18].

Größere Mengen an Sekret oder Blut können eine ausreichende Absorption aus der Nase verhindern, sodass entweder zuvor eine Reinigung notwendig wird oder ein anderer Applikationsweg gewählt werden muss.

Ein grundsätzlicher Nachteil der intranasalen Verabreichung von Medikamenten ist, dass bei Komplika-

tionen oder Nebenwirkungen kein Zugangsweg für deren Behandlung zur Verfügung steht. Die erreichte Schmerzfreiheit oder Sedierung sollte man daher nutzen, um einen venösen Zugang zu legen.

Weitere Applikationswege. Mit weiteren alternativen Verabreichungsformen von Analgetika oder Sedativa wie Bukkaltabletten, Lutschern oder der inhalativen Verabreichung gibt es noch keine ausreichende Erfahrung, um daraus Empfehlungen für notfallmedizinische Indikationen bei Kindern abzuleiten.

Schmerzwahrnehmung und Schmerzerfassung.

Kindern fehlt altersabhängig die Möglichkeit zur differenzierten Wahrnehmung und Mitteilung ihrer Beschwerden, wobei nachweislich auch bei kleinsten Kindern eine bewusste Schmerzwahrnehmung stattfindet [19]. Zur quantitativen Beurteilung von Schmerzen bei Säuglingen und Kleinkindern hat die KUSS-Skala (Kindliche Unbehagen- und Schmerz-Skala) die weiteste Verbreitung und wissenschaftliche Akzeptanz erfahren. Ungefähr ab dem 5. Lebensjahr kann ein Kind nach Anleitung die Gesichterskala im Sinne einer modifizierten visuellen Analogskala anwenden. Bei größeren Kindern und Jugendlichen kann man die bei Erwachsenen üblichen numerischen Ratingskalen einsetzen.

Nichtopioid-Analgetika

Paracetamol. Nach rektaler Gabe wird die maximale analgetische Wirkung nach 2–3 h erreicht, nach i. v. Gabe nach 1–2 h. Aufgrund der geringen Wirksamkeit, der langen Anschlagzeit und den möglichen Nebenwirkungen ist Paracetamol kaum sinnvoll zur Analgesie im Rettungsdienst.

Azetylsalizylsäure. ASS ist aufgrund der Gefahr des Reye-Syndroms bis zum Alter von 6 Jahren nicht zugelassen und sollte auch bei älteren Kindern nur unter strenger Indikationsstellung verabreicht werden.

Ibuprofen. Diese Substanz verursacht keine relevante Veränderungen der Blutungsneigung [20, 21]. Magenschleimhautschäden sind bei einer Anwendung bis zu einer Woche sehr unwahrscheinlich.

Eine Nierenschädigung ist bei vorgeschädigten Nieren oder einer Exsikkose möglich – daher ist Ibuprofen bei nierenkranken und/oder exsikkierten Kindern kontraindiziert.

Ibuprofen ist stärker wirksam als Paracetamol, hat eine hohe therapeutische Breite und liegt in unterschiedlichsten Zubereitungen vor – auch als sehr gut schmeckender und von den Kindern hervorragend akzeptierter Saft. Dosierung s. Tab. 1.

Ibuprofen ist erst ab dem 6. Lebensmonat zugelassen, aber in der Neonatologie seit Langem im Einsatz und im Rahmen von Studien zur Therapie eines persistierenden Ductus arteriosus Botalli sehr gut untersucht [22]. Somit würde es sich bei einer Verwendung unter 6 Monaten zwar um einen „off label use“ handeln, dem jedoch eine breite und gut dokumentierte klinische Erfahrung gegenübersteht. Die Verordnung bei Säuglingen unter 6 Monaten ist daher in begründeten Ausnahmen vertretbar.

Absolut kontraindiziert ist Ibuprofen bei Neugeborenen, die eine dukтусabhängige Kreislaufsituation haben und bei denen daher ein Verschluss des Ductus arteriosus mit dem Leben nicht zu vereinbaren ist.

Metamizol. Metamizol vermittelt seine Wirkung über eine Hemmung der Zykllooxygenase. Es besitzt die höchste Potenz der peripheren Analgetika und wirkt stark antipyretisch, jedoch nur schwach antiphlogistisch. Aufgrund seiner spasmolytischen Eigenschaften ist es besonders beim viszeralem Schmerz und Koliken geeignet.

Vorsicht ist bei der Gabe von Metamizol bei Allergie- oder Asthmaanamnese oder instabilem Kreislauf geboten.

Aufgrund seiner blutdrucksenkenden Eigenschaft sollte man Metamizol über mindestens 15 min und unter Blutdrucküberwachung verabreichen. Dosierung s. Tab. 1.

Auch wenn eine Agranulozytose durch Metamizol ein extrem seltenes Ereignis ist, sind genaue Daten dazu bisher nicht bekannt [23, 24]. Bei einer epidemiologischen Untersuchung trat eine Agranulozytose in einem von 1439 Fällen auf [25], wobei eine deutliche Überschätzung diskutiert wird. Dennoch ist der Stellenwert der genannten Probleme mit Metamizol nicht eindeutig zu beurteilen, was 2009 zu einer Warnmeldung des Bundesinstituts für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) geführt hat [26]. Auch die Arzneimittelkommission der deutschen Ärzteschaft (AkdÄ) hat 2011 erneut bekräftigt, dass die vom BfArM formulierten Regeln bei der Verabreichung von Metamizol zu beachten sind (Infobox 4) [24].

Infobox 4

Voraussetzungen für die Verordnung von Metamizol (gemäß BfArM und AkdÄ)

- Gabe über mindestens 15 min unter Kreislaufüberwachung
- Verordnung nur bei starken Schmerzen
- Verordnung bei Fieber nur, wenn andere Medikamente nicht helfen
- nach längerfristiger Einnahme Blutbildkontrolle
- Aufklärung über das Risiko der Agranulozytose und deren klinische Warnzeichen

Davon unabhängig besitzt Metamizol eine gute klinische Wirkung und es liegen breite Erfahrungen auch bei der Verwendung bei Kindern vor, sodass gegen die Warnungen der BfArM wiederholt vehement protestiert wurde [27]. Metamizol bietet v.a. aufgrund seiner deutlich stärkeren Wirkung einen erheblichen Vorteil gegenüber allen anderen NSAID. Es kann daher unter Beachtung der zugelassenen Indikationen und nach dokumentierter Risikoaufklärung bei starken Schmerzen und therapieresistentem Fieber durchaus empfohlen werden.

Ketamin. Ketamin ist ein Zylohexanonderivat, das antagonistisch am NMDA-Rezeptor wirkt und ein potentes Analgetikum und Sedativum ist. Mit dem Substanznamen „Ketamin“ wird eine Mischung beider Enantiomere bezeichnet. Unter der Bezeichnung „Esketamin“ versteht man das reine S-Enantiomer, welches für die klinische Wirkung verantwortlich ist.

Die Plasmahalbwertszeit liegt bei 2–4 h, das Wirkungsende kommt v.a. durch eine Umverteilung zustande. Die Wirkung tritt bei i. v. Gabe innerhalb von 30 s ein, nach i. m. Gabe innerhalb von 3–5 min-typischerweise an einem spontanen Nystagmus zu erkennen.

Ketamin hat eine ausgeprägte analgetische Wirkung ohne nennenswerte Kreislaufdepression, v.a. aufgrund der Freisetzung endogener Katecholamine. Bei analgetischer Dosierung und langsamer Applikation kommt es auch zu keiner Atemdepression. Ketamin führt aber häufig zu einer Hypersalivation und kann eine Bradykardie auslösen – beide Nebenwirkungen sind mit Parasympathikolytika meist gut zu beherrschen. Als Kontraindikationen gelten Herzinsuffizienz, Hypertonie, erhöhter Hirndruck, Augenverletzungen und Glaukom.

Tabelle 1

Dosierungsempfehlungen für Nichtopioid-Analgetika.

Wirkstoff, Applikationsform	Dosis, Dosierungsintervall
Ibuprofen (z. B. Nurofen, Dolormin)	
rektal, oral:	
■ Säuglinge, Kleinkinder, Kinder	■ 7–10 mg/kgKG ■ ggf. Wiederholung nach 4–6 h ■ Tageshöchstdosis: 30 mg/kgKG/d
■ ab 15. Lebensjahr	■ 7–10 mg/kgKG ■ ggf. Wiederholung nach 12 h ■ Tageshöchstdosis: 40 mg/kgKG/d (max. 2,4 g)
Metamizol (z. B. Novalgin)	
i. v., oral:	
■ ab 3 Monaten, Einzelgaben	■ 15–20 mg/kgKG ■ ggf. Wiederholung nach 4–6 h ■ Tageshöchstdosis: 60–75 mg/kgKG/d (max. 5 g)
■ kontinuierlich	■ 2,5–3 mg/kgKG/h
Esketamin (z. B. Ketanest S, Ampullen mit 5 mg/ml und 25 mg/ml)	
Analgesie:	
■ rektal	■ 10 mg/kgKG
■ i. m.	■ 2–3 mg/kgKG
■ i. v.	■ 0,25–0,5 mg/kgKG
■ intranasal mit Zerstäuber	■ 0,5–1 mg/kgKG
Narkose:	
■ i. m.	■ 5–10 mg/kgKG
■ i. v.	■ 1–2 mg/kgKG
Ketamin (z. B. Ketamin, Ampullen mit 10 mg/ml und 50 mg/ml)	
Analgesie:	
■ rektal	■ 15–20 mg/kgKG
■ i. m.	■ 4–6 mg/kgKG
■ i. v.	■ 0,5–1 mg/kgKG
■ intranasal mit Zerstäuber	■ 1–2 mg/kgKG
Narkose:	
■ i. m.	■ 10–20 mg/kgKG
■ i. v.	■ 2–4 mg/kgKG

Im Rettungsdienst sind sowohl Ketamin als auch Esketamin in Gebrauch. Für eine vergleichbare Wirkung ist von Ketamin die doppelte Dosis im Vergleich zum Esketamin notwendig. Bei intranasaler Verabreichung muss man aufgrund der Bioverfügbarkeit von 50% die doppelte der jeweils üblichen i. v. Dosis verabreichen (Tab. 1).

Ketamin und Esketamin sind in 2 unterschiedlichen Konzentrationen erhältlich, weswegen man vor jeder Verabreichung sorgfältig prüfen muss, dass Substanz und Konzentration korrekt sind.

Bisher konnte nicht eindeutig geklärt werden, ob Ketanest und/oder die verwendeten Konservierungsmittel neurotoxische Nebenwirkungen haben können [28], weswegen man die intranasale Gabe bei Kindern noch nicht pauschal empfehlen kann [4]. Dennoch stellt sie in verzweifelten Lagen unter Abwägung von Alternativen eine mögliche Option dar.

Opioide

Piritramid. Bei Piritramid handelt es sich um einen reinen Opioidagonist, der synthetisch hergestellt wird. Daher sind seltener Allergien als bei Morphin zu erwarten. Es verursacht keine Histaminfreisetzung und weniger Übelkeit als andere ähnlich potente Opioide. Seine analgetische Potenz liegt bei 0,7, und die Wirkdauer beträgt bei nicht frühgeborenen Säuglingen 4–6 h [29]. Piritramid ist das in Deutschland am häufigsten verwendete Opioid zur postoperativen Schmerztherapie. Bei Früh- und Neugeborenen ist wie bei allen anderen Opioiden die Wirkdauer deutlich verlängert. Dosierung s. Tab. 2.

Morphin. Der Wirkungseintritt ist bei Morphin langsamer als bei Piritramid. Morphin führt außerdem zu einer Histaminfreisetzung. Seine Verwendung in der Pädiatrie bietet keine Vorteile gegenüber Piritramid [30]. Dosierung s. Tab. 2.

Fentanyl. Synthetisches Opioid mit einer Wirkstärke, die der 125-fachen von Morphin entspricht. Aufgrund dieser großen Potenz muss man es zur Analgesie unter erhaltener Spontanatmung sehr vorsichtig titrieren. Auch zur nasalen Applikation mit einem Zerstäuber ist Fentanyl sehr gut geeignet. Eine Untersuchung verglich bei Kindern mit schmerzhaften Frakturen Fentanyl (1,7 µg/kgKG nasal) mit Morphin (0,1 mg/kgKG i. v.). Bei vergleichbarer Analgesie setzte die Wirkung beim nasal applizierten Fentanyl deutlich schneller ein [18]. Eine Atemdepression wurde in dieser Untersuchung nicht beobachtet. Beim Gebrauch zur präklinischen Analgesie handelt es sich um eine nicht zugelassene Anwendung. Dosierung s. Tab. 2.

Sedativa und Narkotika

Thiopental. Thiopental ist ein Barbiturat, das seit Jahrzehnten in der pädiatrischen Anästhesie, Notfall- und Intensivmedizin eingesetzt wird. Es wirkt agonistisch auf den GABA-A-Rezeptor und wird hepatisch eliminiert. Nach einer Initialdosis ist die Wirkzeit aufgrund einer Umverteilung nur kurz. Barbiturate sind lipophil und werden zu einem erheblichen Anteil protein-gebunden. Sie können daher bei einem Ikterus die nicht plasmaeiweißgebundene Fraktion des Bilirubins erhöhen und damit einen Kernikterus provozieren. Alle Barbiturate senken den Hirndruck und können als Nebenwirkung eine Atem- und Kreislaufdepression verursachen – durch Vasodilatation und negative Inotropie besonders bei hypovolämischen Kindern. Weitere mögliche Nebenwirkungen sind eine Histaminausschüttung und ein Bronchospasmus. Relativ häufig beobachtet man nach der Einleitung einen Schluckauf, was besonders beim nicht relaxierten Patienten zu Beatmungsproblemen führen kann. Dosierung s. Tab. 3.

Da Thiopental stark alkalisch ist, kann es bei Paravasaten zu schweren Gewebeschäden kommen, weswegen man nur sichere venöse Zugänge zur Applikation verwenden darf.

Bei einer Vermischung mit Säuren kommt es zum Ausflocken, was Zugänge und zentrale Katheter unbrauchbar machen kann. Zugänge muss man daher vor und nach

Tabelle 2

Dosierungsempfehlungen für Opioide.

Wirkstoff, Applikationsform	Dosis, Dosierungsintervall
Piritramid (z. B. Dipidolor)	
Analgesie (i. v.)	0,05 mg/kgKG
Narkose (i. v.)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bolus: 0,1–0,2 mg/kgKG ■ Wiederholungs-dosis: 0,05 mg/kgKG
Morphin	
Analgesie (i. v.)	0,05 mg/kgKG
Narkose (i. v.)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bolus: 0,1–0,2 mg/kgKG ■ Wiederholungs-dosis: 0,05 mg/kgKG
Fentanyl (Ampullen mit 50 µg/ml)	
Analgesie:	
i. v.	0,25–0,5 µg/kgKG
intranasal mit Zerstäuber	1,5 µg/kgKG (0,03 ml/kgKG)
Narkose (i. v.)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bolus: 1–2 µg/kgKG ■ Wiederholungs-dosis: 0,5–1 µg/kgKG

Thiopental immer gründlich mit physiologischer Kochsalzlösung spülen. Als Kontraindikationen gelten schwere Herzinsuffizienz, Porphyrie, Ikterus und Asthma.

Propofol. Wahrscheinlich wirkt Propofol wie auch Thiopental über den GABA-A-Rezeptor mit einer Hemmung der Freisetzung der exzitatorischen Aminosäure Glutamat. Darüber hinaus hemmt Propofol den Natriumeinstrom in die Zelle über den Natriumkanal.

Da die Clearance bei Neugeborenen nur ein Drittel derjenigen bei Erwachsenen beträgt, ist bei ihnen eine längere Wirkdauer von Propofol möglich.

Bei einer Dosierung von 2 mg/kgKG zur Einleitung einer Sedierung tritt ohne zusätzliche zentral dämpfende Substanzen meist kein Atemstillstand ein. Anfängliche Bewegungen als Reaktion auf Berührung – besonders bei nicht prämedizierten Kindern – sind subkortikaler Herkunft, da die Dämpfung zunächst nur den Kortex betrifft [31]. Erst nach wenigen Minuten werden auch subkortikale Strukturen gedämpft. Dosierung s. Tab. 3.

Propofol enthält Bestandteile von Sojaöl und Hühnerei (Ovolecithin). Bei einer Sojaallergie sollte man es daher nicht verwenden. Eine Hühnereiallergie beruht dagegen auf Reaktionen gegen Eiweiße und ist daher keine Kontraindikation. Propofol wirkt vagusstimulierend und führt zu einem Injektionsschmerz. Bei der Narkoseeinleitung bei Frühgeborenen kam eine erhebliche Kreislaufsuppression schon bei einer Dosierung von 1 mg/kgKG vor, sodass diese Anwendungsbeobachtung vorzeitig abgebrochen wurde [32]. Zugelassen ist die Substanz zur Sedierung und Narkose erst ab einem Alter von über einem Monat.

Neben einer Sojaallergie sind auch mitochondriale Stoffwechselerkrankungen eine Kontraindikation gegen Propofol.

Etomidat. Etomidat wirkt sehr schnell und zeigt kaum kardiozirkulatorische Nebenwirkungen. Daher wurde es typischerweise zur Einleitung bei Patienten mit eingeschränkter kardialer Leistungsfähigkeit verwendet (Dosierung s. Tab. 3). Der Injektionsschmerz ist vergleichbar mit dem vom Propofol. Etomidat supprimiert die Nebennierenrinde und vermindert den Kortisolspiegel für ca. 72 h. Besonders bei kritisch kranken Kindern und bei septischem Schock ist es daher ungeeignet. Beim hämorrhagischen Schock wurde bei fast allen Kindern eine Nebennierenrindeninsuffizienz beobachtet – vermutet wird ein erheblicher Einfluss auf

Tabelle 3	
Dosierungsempfehlungen für Sedativa und Narkotika.	
Wirkstoff, Applikationsform	Dosis, Dosierungsintervall
Thiopental (z. B. Trapanal)	
Narkoseeinleitung (i. v.):	
■ Neugeborene	■ 3–5 mg/kgKG
■ Säuglinge	■ 7–10 mg/kgKG
■ Kleinkinder, Kinder	■ 5–7 mg/kgKG
Propofol (z. B. Disoprivan)	
Sedierung (i. v.)	1–2 mg/kgKG (4–6 mg/kgKG/h)
Narkoseeinleitung (i. v.):	
■ Neugeborene	■ 1–2 mg/kgKG
■ Säuglinge	■ 3–4 mg/kgKG
■ Kleinkinder, Kinder	■ 2–3 mg/kgKG
Etomidat (z. B. Hypnomidat)	
Narkoseeinleitung (i. v.)	0,2–0,3 mg/kgKG

die Nebennierenfunktion sowie auf die Mortalität und Morbidität [33], sodass auch in diesen Fällen von Etomidat abzuraten ist.

Der Einsatz von Etomidat bedarf daher immer einer gründlichen Abwägung und einer eindeutigen Indikation.

Muskelrelaxanzien

Succinylcholin. Succinylcholin ist das einzige heute noch verwendete depolarisierende Muskelrelaxans und sollte Ausnahmesituationen vorbehalten bleiben, in denen eine sofortige Relaxierung erforderlich ist (Dosierung s. Tab. 4). Insbesondere bei Kindern mit schweren Verbrennungen, Lähmungen, Weichteiltraumen, Kompartiment-Syndrom, Sepsis sowie neuromuskulären Erkrankungen kann es zu einer lebensbedrohlichen Kaliumausschüttung und Herzrhythmusstörungen kommen. Weitere Kontraindikationen bestehen bei Disposition zu maligner Hyperthermie und Cholinesterasemangel.

Vecuronium. Vecuronium wird in der Pädiatrie oft bevorzugt, weil es die geringsten vegetativen Nebenwirkungen hat und keine relevante Histaminausschüttung verursacht. Im Rettungsdienst ist es noch aus einem anderen Grund beliebt, denn es liegt in Pulverform vor

Tabelle 4

Dosierungsempfehlungen für Muskelrelaxanzien.

Wirkstoff, Applikationsform	Dosis, Dosierungsintervall
Succinylcholin (z. B. Lysthenon intravenös)	
■ Säuglinge	■ 2–3 mg/kgKG
■ Kleinkinder, Kinder	■ 1,5–2 mg/kgKG
Vecuronium (z. B. Norcuron intravenös)	
■ Säuglinge	■ 0,15–0,2 mg/kgKG
■ Kleinkinder, Kinder	■ 0,1 mg/kgKG
Rocuronium (Esmeron intravenös)	
■ Neugeborene	■ 0,3 mg/kgKG
■ Säuglinge, Kleinkinder	■ 0,5 mg/kgKG
■ zur schnellen Narkoseeinleitung	■ 1–1,2 mg/kgKG

Tabelle 5

Dosierungsempfehlungen für Benzodiazepine [4].

Wirkstoff, Applikationsform	Dosis, Dosierungsintervall
Diazepam (Valium)	
Sedierung:	
■ rektal	■ 0,3–1,0 mg/kgKG
■ oral	■ 0,2–0,3 mg/kgKG
■ i. v.	■ 0,1–0,2 mg/kgKG
Midazolam (Dormicum)	
Sedierung:	
■ rektal	■ 0,75–1,0 mg/kgKG
■ oral	■ 0,3–0,5 mg/kgKG
■ i. v.	■ 0,05–0,1 mg/kgKG
■ intranasal	■ 0,1–0,2 mg/kgKG
Narkoseeinleitung:	
■ i. v.	■ 0,1–0,2 mg/kgKG

und ist dadurch unproblematisch zu lagern. Die Anschlagzeit beträgt 2–3 min, die Wirkdauer ca. 30 min. Dosierung s. Tab. 4.

Rocuronium. Das derzeit am schnellsten wirkende nicht depolarisierende Muskelrelaxans ist Rocuronium. Dadurch ist es das Mittel der Wahl für eine schnelle Narkoseeinleitung („rapid sequence induction“, Tab. 4). Eine weitere Besonderheit ist, dass es einen Antagonisten gibt, der die Wirkung sehr schnell und zuverlässig vollständig aufhebt (Sugammadex, z. B. Bridion), wobei

diese Substanz präklinisch meist nicht vorgehalten wird. Dadurch erfährt Rocuronium eine zusätzliche Indikation, nämlich bei der Versorgung von Kindern mit schwierigem Atemweg. Aufgrund der sehr sauren Lösung verursacht es bei einer Injektion in eine kleine Vene bei nicht ausreichender Narkosetiefe erhebliche Schmerzen.

Rocuronium darf man keinesfalls mit alkalischen Lösungen mischen (z. B. Barbiturate).

Typische Nebenwirkung ist eine Erhöhung der Herzfrequenz, insbesondere bei höherer Dosis. Eine Histaminausschüttung kommt vor.

Benzodiazepine

Diazepam. Diazepam erreicht 30–90 min nach oraler Gabe seinen maximalen Plasmaspiegel und hat eine Plasmahalbwertszeit von 20–80 min (bei Neugeborenen bis 100 min). Die i. m. Injektion ist schmerzhaft und zeigt eine sehr individuelle Pharmakokinetik mit einem Plasmaspiegel, der nur 60% dessen nach oraler Gabe entspricht. Daher ist eine i. m. Injektion nicht zu empfehlen [4]. Geeignete Applikationswege und Dosierungen sind in Tab. 5 zusammengestellt.

Midazolam. Midazolam ist das am weitesten verbreitete Benzodiazepin in der pädiatrischen Anästhesie und Intensivmedizin. Seine Plasmahalbwertszeit beträgt altersabhängig 1,4–6,4 h. Nach oraler oder rektaler Gabe ist mit einer maximalen Wirkung nach 10–30 min zu rechnen. Nach intranasaler Gabe erreicht die Wirkung nach 10–15 min ein Maximum, wobei die Applikation schmerzhaft ist und einen bitteren Geschmack für mehrere Tage verursachen kann [34]. Nach einer i. v. Bolusgabe tritt die klinische Wirkspitze nach 4,8 min ein, weswegen man bei der Titrierung der Dosis oder bei der Narkoseeinleitung diese Frist abwarten muss [35]. Bei höheren Dosierungen und v. a. in Kombination mit Opioiden ist mit einer Atemdepression zu rechnen. Dosierung s. Tab. 5.

Bei Kindern mit Obstruktionen der oberen Atemwege oder einer eingeschränkten Muskularbeit (z. B. Prader-Willi-Syndrom) besteht auch in regulären Dosierungen ohne weitere Medikamente die Gefahr einer Atemdepression, daher ist hier zwingend eine Überwachung erforderlich. Paradoxe Reaktionen im Sinne von Agitationszuständen sind mit Flumazenil (Anexate) terminierbar [36].

Analgesie oder Narkoseführung in typischen Situationen

Es kann für identische präklinische Situationen verschiedene vernünftige Wege geben, die Patienten adäquat und sicher zu versorgen. Eine Entscheidung für eine der möglichen Methoden darf und sollte auch nach persönlichen Erfahrungen oder Vorlieben getroffen werden. Die folgenden stichwortartigen Vorschläge sollen ein mögliches Grundkonzept für typische präklinische Situationen aufzählen. Der verordnende Arzt muss dieses Konzept in jedem Einzelfall auf Kontraindikationen und patientenspezifische Besonderheiten überprüfen.

Analgesie beim „tapferen“, gut führbaren Kleinkind mit erheblichen Schmerzen (Fraktur, Verbrühung):

- Dipidolor i. v. in Schritten von 0,05 mg/kgKG alle 2 min bis Schmerzfreiheit
- Fentanyl intranasal 1,5 µg/kgKG mit einem Zerstäuber

Analgesie beim sehr wehrigen Kind mit erheblichen Schmerzen:

- Fentanyl intranasal 1,5 µg/kgKG mit einem Zerstäuber
- Esketamin i. m. 2–3 mg/kgKG, nach Wirkungseintritt i. v. Zugang legen

Sedierung beim sehr wehrigen Kind mit Exsikkose oder schwerer Infektion (drohendes Kreislaufversagen), daher Sedierung und Volumentherapie dringend notwendig:

- Esketamin i. m. 2–3 mg/kg, nach Wirkungseintritt i. v. oder intraossären Zugang legen

Analgesedierung bei starken Schmerzen:

- Midazolam i. v. 0,05 mg/kgKG, nach 3–4 min Esketamin i. v. 0,5 mg/kgKG

Narkose/Intubation beim nicht nüchternen Kind (schnelle Einleitung):

- Fentanyl i. v. 2 µg/kgKG, dann altersabhängig Thiopental i. v. 3–5 mg/kgKG oder Propofol 1–3 mg/kgKG
- Relaxierung mit Esmeron i. v. 1,0–1,2 mg/kgKG, intermittierende zarte Maskenbeatmung unter Absaugbereitschaft, dann Intubation

Narkose/Intubation beim kreislaufstabilen, nüchternen Kind:

- Fentanyl i. v. 2 µg/kgKG, dann Propofol 2–3 mg/kgKG
- Maskenbeatmung und ggf. Relaxierung mit Vecuronium 0,2 mg/kgKG

Kreislaufinstabiles Kind zur Narkose/Intubation:

- Fentanyl i. v. 2 µg/kgKG, dann Esketamin i. v. 1–2 mg/kgKG
- ggf. Relaxierung mit Vecuronium i. v. 0,2 mg/kgKG (ggf. auch Rocuronium)

Kernaussagen

Analgesie und Narkose bei präklinischen Notfällen im Kindesalter sind eine besondere Herausforderung für den Rettungsdienst. Grund dafür ist v. a. die erforderliche Kenntnis über altersspezifische Kontraindikationen und Dosierungen der Medikamente. Man muss eine individuelle, gewichtsbezogene Dosis korrekt berechnen. Hierzu stehen Hilfsmittel zur Verfügung, die bekannt sein und genutzt werden sollten.

Über die Autoren

Jost Kaufmann



Dr. med. Ausbildung zum Facharzt für Anästhesie und für Kinder- und Jugendmedizin an der Universitätsklinik Köln. Seit 2009 in der Kinderanästhesie am Kinderkrankenhaus der Stadt Köln. Seit 2010 Oberarzt. Seit 2001 nebenberufliche Tätigkeit als bodengebundener Notarzt und auf dem Intensivtransport- und Rettungshubschrauber Christoph Rheinland im Auftrag der Berufsfeuerwehr der Stadt Köln. Forschungs- und Interessenschwerpunkte: pädiatrische Notfallmedizin, Anästhesie und Endoskopie. Studien zu Medikamentensicherheit bei pädiatrischen Notfällen und zum pädiatrischen Atemweg. Entwickler des „pädiatrischen Notfalllineals“.

Michael Laschat



Dr. med. Ausbildung zum Facharzt für Anästhesie am Klinikum Traunstein. Seit 1993 in der Kinderanästhesie am Kinderkrankenhaus der Stadt Köln. Seit 2005 Leitender Oberarzt und Leiter des Bereichs Endoskopie der Abteilung für Kinderanästhesie am Kinderkrankenhaus Amsterdamer Straße. Tätigkeitsschwerpunkt: endoskopische Diagnostik und Therapie der Atemwege und des Ösophagus. Studie zum schwierigen Atemweg bei Kindern.

Frank Wappler



Prof. Dr. med. Ausbildung zum Facharzt für Anästhesie und Habilitation am Klinikum Hamburg-Eppendorf. Direktor der Klinik für Anästhesiologie und operative Intensivmedizin am Klinikum der Universität Witten/Herdecke sowie Chefarzt der Abteilung für Kinderanästhesie am Kinderkrankenhaus Amsterdamer Straße in Köln. Präsidiumsmitglied der Deutschen Akademie für Anästhesiologische Fortbildung (DAAF), Mitglied der Leitlinien-Kommission der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) sowie Delegierter der DGAI bei der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF). Mitglied des Subkomitees Patientensicherheit der European Society of Anaesthesiology (ESA).

Korrespondenzadresse

Dr. Jost Kaufmann
Abteilung Kinderanästhesie
Kinderkrankenhaus
Kliniken der Stadt Köln gGmbH
Amsterdamer Straße 59
50735 Köln
Telefon: 02 21/89 07-1 51 99
Fax: 02 21/89 07-5 49 4
E-Mail: kaufmannj@kliniken-koeln.de

Literatur

- 1 Biarent D, Bingham R, Eich C et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010: Section 6. Paediatric life support. *Resuscitation* 2010; 81: 1364–1388
- 2 Kearns GL, Abdel-Rahman SM, Alander SW et al. Developmental pharmacology-drug disposition, action, and therapy in infants and children. *N Engl J Med* 2003; 349: 1157–1167
- 3 Luten RC, Zaritsky A, Wears R et al. The use of the Broselow tape in pediatric resuscitation. *Acad Emerg Med* 2007; 14: 500–501; author reply 501–502
- 4 Coté CJ, Lermann J, Todres ID. A practice of anesthesia for infants and children. 4th ed. Philadelphia: Saunders; 2009
- 5 Kaushal R, Bates DW, Landrigan C et al. Medication errors and adverse drug events in pediatric inpatients. *Jama* 2001; 285: 2114–2120
- 6 Bates DW, Leape LL, Petrycki S. Incidence and preventability of adverse drug events in hospitalized adults. *J Gen Intern Med* 1993; 8: 289–294
- 7 Kaji AH, Gausche-Hill M, Conrad H et al. Emergency medical services system changes reduce pediatric epinephrine dosing errors in the prehospital setting. *Pediatrics* 2006; 118: 1493–1500
- 8 Merry AF, Anderson BJ. Medication errors – new approaches to prevention. *Paediatr Anaesth* 2011; 21: 743–753
- 9 Krieser D, Nguyen K, Kerr D et al. Parental weight estimation of their child's weight is more accurate than other weight estimation methods for determining children's weight in an emergency department? *Emerg Med J* 2007; 24: 756–759
- 10 Schlechtriemen T, Bradschettl G, Stolpe E et al. Entwicklung eines erweiterten Mindestdatensatz Notfallmedizin für die Luftrettung. *Notfall & Rettungsmedizin* 2001; 4: 76–89
- 11 Messelken M, Schlechtriemen T, Arntz HR et al. Der minimale Notfalldatensatz MIND3. *Anaesth Intensivmed* 2011; 52: S738–S743
- 12 Davey AL, Britland A, Naylor RJ. Decreasing paediatric prescribing errors in a district general hospital. *Qual Saf Health Care* 2008; 17: 146–149
- 13 Bernius M, Thibodeau B, Jones A et al. Prevention of pediatric drug calculation errors by prehospital care providers. *Prehosp Emerg Care* 2008; 12: 486–494
- 14 Lubitz DS, Seidel JS, Chameides L et al. A rapid method for estimating weight and resuscitation drug dosages from length in the pediatric age group. *Ann Emerg Med* 1988; 17: 576–581
- 15 Shah AN, Frush K, Luo X et al. Effect of an intervention standardization system on pediatric dosing and equipment size determination: a crossover trial involving simulated resuscitation events. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2003; 157: 229–236
- 16 Kleinman ME, Chameides L, Schexnayder SM et al. Special Report: Pediatric Advanced Life Support: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Pediatrics* 2010; 126: e1361–e1399
- 17 Eich C, Weiss M, Neuhaus D et al. Handlungsempfehlung zur intraossären Infusion in der Kinderanästhesie. *Anaesth Intensivmed* 2011; 52: S46–S52
- 18 Borland M, Jacobs I, King B et al. A randomized controlled trial comparing intranasal fentanyl to intravenous morphine for managing acute pain in children in the emergency department. *Ann Emerg Med* 2007; 49: 335–340
- 19 Bartocci M, Bergqvist LL, Lagercrantz H et al. Pain activates cortical areas in the preterm newborn brain. *Pain* 2006; 122: 109–117
- 20 Krishna S, Hughes LF, Lin SY. Postoperative hemorrhage with nonsteroidal anti-inflammatory drug use after tonsillectomy: a meta-analysis. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2003; 129: 1086–1089
- 21 Sekar KC, Corff KE. Treatment of patent ductus arteriosus: indomethacin or ibuprofen? *J Perinatol* 2008; 28 Suppl 1: S60–S62
- 22 Jones LJ, Craven PD, Attia J et al. Network meta-analysis of indomethacin versus ibuprofen versus placebo for PDA in preterm infants. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2011; 96: F45–F52
- 23 Zernikow B, Hechler T. Pain therapy in children and adolescents. *Dtsch Arztebl Int* 2008; 105: 511–521; quiz 521–512
- 24 Arzneimittelkommission der deutschen Ärzteschaft. Agranulozytose nach Metamizol – sehr selten, aber häufiger als gedacht. *Deutsches Ärzteblatt* 2011; 108: 1758–1759
- 25 Hedenmalm K, Spigset O. Agranulocytosis and other blood dyscrasias associated with dipyrrone (metamizole). *Eur J Clin Pharmacol* 2002; 58: 265–274
- 26 BfArM – Risikoinformation zu Metamizol vom 28.05.2009 (www.bfarm.de).
- 27 Zernikow B, Hechler T. Schmerztherapie bei Kindern und Jugendlichen: Schlusswort. *Deutsches Ärzteblatt* 2009; 106: 56
- 28 Gomes LM, Garcia JB, Ribamar jr. JS et al. Neurotoxicity of subarachnoid preservative-free S(+)-ketamine in dogs. *Pain Physician* 2011; 14: 83–90
- 29 Freye E. Opiode in der Medizin. 8. Auflage. Berlin/Heidelberg/New York: Springer; 2010
- 30 Hünseler C, Roth B. Analgosedierung in der pädiatrischen Intensivmedizin. *Intensiv up2date* 2009; 5: 229–247
- 31 Velly LJ, Rey MF, Bruder NJ et al. Differential dynamic of action on cortical and subcortical structures of anesthetic agents during induction of anesthesia. *Anesthesiology* 2007; 107: 202–212
- 32 Welzing L, Kribs A, Eifinger F et al. Propofol as an induction agent for endotracheal intubation can cause significant arterial hypotension in preterm neonates. *Paediatr Anaesth* 2010; 20: 605–611
- 33 Rushing GD, Britt RC, Collins JN et al. Adrenal insufficiency in hemorrhagic shock. *Am Surg* 2006; 72: 552–554
- 34 Karl HW, Keifer AT, Rosenberger JL et al. Comparison of the safety and efficacy of intranasal midazolam or sufentanil for preinduction of anesthesia in pediatric patients. *Anesthesiology* 1992; 76: 209–215
- 35 Buhner M, Maitre PO, Hung O et al. Electroencephalographic effects of benzodiazepines. I. Choosing an electroencephalographic parameter to measure the effect of midazolam on the central nervous system. *Clin Pharmacol Ther* 1990; 48: 544–554
- 36 Weinbroum AA, Szold O, Ogorek D et al. The midazolam-induced paradox phenomenon is reversible by flumazenil. *Epidemiology, patient characteristics and review of the literature. Eur J Anaesthesiol* 2001; 18: 789–797

CME-Fragen

CME-Teilnahme

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

1

Welche Aussage zu den Grundregeln der präklinischen Analgesie und Sedierung bei Kindern ist falsch?

- A Man sollte immer individuell gewichtsbezogen dosieren.
- B Es gibt altersabhängig Unterschiede bei der empfohlenen Dosis.
- C Es bestehen altersgruppenabhängige Kontraindikationen.
- D In der pädiatrischen Notfallmedizin ist die rektale Gabe von Medikamenten zu bevorzugen.
- E Wann immer möglich, sollte man eine Medikation titrierend verabreichen.

2

Was muss man bei der Sedierung von Säuglingen beachten?

- A Säuglinge brauchen meist eine geringere Dosierung pro Kilogramm Körpergewicht als Erwachsene.
- B Eine Beeinflussung von Atmung oder Kreislauf kommt bei Säuglingen kaum vor.
- C Bei Frühgeborenen kommt es nach einer Initialdosis von Sedativa zu einem ausgeprägten Wirkungsverlust durch Umverteilung.
- D Die Gefahr von Medikamentenfehl dosierungen ist bei Säuglingen größer als bei Erwachsenen.
- E Bei Kindern ist eine intraossäre Nadel aufgrund der noch fehlenden Vaskularisierung des Knochenmarks nicht möglich.

3

Welche Aussage zur intranasalen Verabreichung von Medikamenten mit einem Zerstäuber ist falsch?

- A Die Bioverfügbarkeit der meisten Medikamente ist nach intranasaler Gabe ähnlich wie nach i. v. Gabe.
- B Die Medikamente kann man mit jeder normalen Spritze in die Nase einbringen.
- C Intranasal verabreichtes Fentanyl wirkt evtl. schneller als i. v. verabreichtes Morphin.
- D Nach dem Wirkungseintritt der intranasalen Verabreichung sollte man einen Venenzugang legen.
- E Sekrete in der Nase stören die Resorption intranasal verabreichter Medikamente.

4

Welche Aussagen zur Schmerzwahrnehmung und -äußerung von Kindern ist richtig?

- A Kleinkinder können in der Regel den Schmerz genau lokalisieren und beschreiben.
- B Kleinkinder empfinden noch keine Schmerzen.
- C Man kann Schmerzen bei Kindern nicht messen.
- D Ungefähr ab dem 5. Lebensjahr können Kinder eine modifizierte visuelle Analogskala (Gesichterskala) zur Quantifizierung der Schmerzen verwenden.
- E Numerische Ratingskalen (NRS) kann man erst bei Erwachsenen verwenden.

5

Welche Aussage zu Nichtopioid-Analgetika ist falsch?

- A Paracetamol ist in den meisten Situationen als Notfall-Analgetikum ungeeignet.
- B Ibuprofen erhöht die Gefahr von Blutungen nicht.
- C Metamizol kann einen erheblichen Blutdruckabfall verursachen.
- D Die Verabreichung von Metamizol bedarf keiner Aufklärung des Patienten/der Sorgeberechtigten.
- E Ketanest ist ein potentes Analgetikum und Sedativum.

CME-Fragen

Analgesie und Narkose im Kindesalter

6

Welche Aussage zur Verwendung von Ketamin ist richtig?

- A Es gibt 2 Enantiomere von Ketamin, wobei beide gleich wirksam sind.
- B Der Wirkungseintritt von Ketamin ist unabhängig von der Art der Verabreichung.
- C Eine intranasale Gabe von Ketamin ist unproblematisch möglich.
- D Meist tritt mit dem Beginn der Sedierung durch Ketamin ein typischer, spontaner Nystagmus auf.
- E Esketamin wird in einer einheitlichen Konzentration im Handel angeboten.

7

Welche Aussage zu Opioidanalgetika ist falsch?

- A Bei Piritramid ist nicht mit einer wesentlichen Histaminfreisetzung zu rechnen.
- B Morphin hat gegenüber anderen Opioiden keine Vorteile in der Pädiatrie.
- C Fentanyl ist zur intranasalen Applikation ungeeignet.
- D Die Wirkdauer der meisten Opiode ist bei Neugeborenen und Säuglingen erheblich verlängert.
- E Nach der Verabreichung von Opioiden ist eine Überwachung von Vitalparametern erforderlich.

8

Welche Aussage zu den Eigenschaften von Sedativa und Narkotika ist richtig?

- A Barbiturate binden Bilirubin und sind daher beim Neugeborenenikterus besonders günstig.
- B Wenn es bei der Verabreichung von Barbituraten zu einem Paravasat kommt, sind keine Gewebeschäden zu erwarten.
- C Propofol ist in jeder Altersstufe in einer Dosierung von 4 mg/kgKG unproblematisch einsetzbar.
- D Propofol dämpft zunächst isoliert den Hirnstamm, erst nach wenigen Minuten auch den Kortex.
- E Etomidat kann nach einmaliger Gabe zu einer klinisch bedeutsamen Nebennierenrindensuffizienz führen.

9

Welche Aussage zu Muskelrelaxanzien ist falsch?

- A Succinylcholin sollte bei der Versorgung von Kindern Ausnahmen vorbehalten bleiben.
- B Mit der Gabe von Succinylcholin kann es zu erheblichen kardialen Rhythmusstörungen kommen.
- C Vecuronium zeigt ein ausgeprägtes vegetatives Nebenwirkungsprofil.
- D Die Wirkung von Rocuronium kann man mit Sugammadex innerhalb kürzester Zeit aufheben.
- E Die Injektionslösung von Rocuronium ist stark sauer.

10

Welche Aussage zur Rolle des Körpergewichts bei der notfallmedizinischen Medikamentenversorgung von Kindern ist richtig?

- A Altersbezogene Schätzformeln sind im Vergleich zu anderen Methoden am präzisesten.
- B Bei adipösen Kindern ist die längenbezogene Schätzung des Idealgewichts besonders nachteilig.
- C Wenn immer möglich, sollte man zuverlässige Eltern nach dem Gewicht des Kindes fragen.
- D Es ist unnötig, das geschätzte Gewicht des Kindes im Notarzteinsatzprotokoll zu dokumentieren, da das Kind in der Klinik gewogen wird.
- E Bei adipösen Kindern ist die Gewichtsschätzung zu unzuverlässig, man gibt daher grundsätzlich die Hälfte der Erwachsenenendosis.