

# DGAInfo

## Aus den Wiss. Arbeitskreisen Kinderanästhesie sowie Notfallmedizin

### Vorwort

Präklinische Kindernotfälle sind mit einem Anteil von ca. 4–12% an allen Notarzteinsätzen ein relativ seltenes Ereignis und stellen präklinische Behandlungsteams vor große Herausforderungen [2,7,14,20,33]. Die Versorgungsqualität sollte sich dabei an aktuellen Leitlinien und Behandlungsempfehlungen orientieren, deren Einhaltung in der Vergangenheit allerdings nicht immer gegeben war [4]. Abgesehen von mangelnder Erfahrung mit Kindernotfällen mag dies in vielen Fällen auch an einer suboptimalen medizinischen Ausrüstung liegen. Bisher existieren kaum Empfehlungen zur Vorhaltung notfallmedizinischer Versorgungsmaterialien, die als Basis einer kontinuierlichen Qualitätssicherung in der präklinischen Versorgung von Kindern herangezogen werden können.

Die Minimalausstattung notarztbesetzter Rettungsmittel ist in der DIN 13232 („Notfallausrüstung“) vorgegeben [13]. Deren aktuelle Version stammt von 2011, wurde aber nur marginal gegenüber der Vorgängerversion von 1997 verändert und berücksichtigt neuere notfallmedizinische Entwicklungen nicht. Zudem variiert, bedingt durch die föderale Struktur des deutschen Rettungsdienstes, die tatsächliche Ausstattung der Rettungsmittel stark [5,37].

Ausstattungsempfehlungen existieren bisher nur für den klinischen und Praxisbereich bzw. für spezialisierte Rettungs-

## Die medizinische Ausrüstung zur Versorgung von Kindernotfällen im Rettungsdienst

### Gemeinsame Empfehlung

der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI)\*, der Sektion „Pädiatrische Intensiv- und Notfallmedizin“ der DIVI sowie der Gesellschaft für Neonatologie und Pädiatrische Intensivmedizin (GNPI)

mittel [21,22]. Nach Kenntnisstand der Autoren gibt es zum aktuellen Zeitpunkt für den deutschen Sprachraum keine leitlinienbasierte Empfehlung zur Standardausrüstung für Kindernotfälle im Rettungsdienst.

Als Beitrag zur Verbesserung der Versorgungsqualität bei Kindern in der präklinischen Notfallmedizin soll deshalb im Folgenden eine jederzeit einsetzbare, übersichtliche und bedarfsoorientierte Ausrüstung für den präklinischen Kindernotfall vorgestellt werden. Die vorliegenden Empfehlungen wurden im Konsens von den Wissenschaftlichen Arbeitskreisen Kinderanästhesie (WAKKA) und Notfallmedizin (WAKN) der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI), der Sektion Pädiatrische Intensiv- und Notfallmedizin der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI) sowie der Gesellschaft für Neonatologie und Pädiatrische Intensivmedizin (GNPI) erstellt. Der Fokus dieses Artikels liegt auf einer sinnvollen Beschränkung des Notfall-Equipments auf relevante Kindernotfälle. Neben Leitlinien und Handlungsempfehlungen kommen auch Praxistipps ohne wissenschaftliche Evidenz zur Sprache. Diese entstammen der langjährigen klinischen Erfahrung der Autoren der verschiedenen Fachdisziplinen und stellen letztendlich Expertenmeinungen dar. Die Empfehlungen beziehen sich auf Notfallrettungsmittel, wie Rettungswagen (RTW; DIN EN 1789 Typ C), Notarzteinsatzfahrzeuge (NEF), Notarztwagen (NAW) und Rettungshubschrauber (RTH).

des allgemeinen Rettungsdienstes sowie im Sinne einer Mindestausstattung auf spezialisierte Rettungsmittel für Kinder (z.B. Kinder-NEF, Baby-NAW).

Im Folgenden wird die empfohlene Notfallausrüstung in vier Gruppen gegliedert:

- 1) Atemwege und Atmung (A+B)
- 2) Kreislauf (C)
- 3) Diagnostik und Sonstiges
- 4) Notfallmedikamente

Beim Notfallequipment kann grundsätzlich unterschieden werden zwischen „Notfallausstattung“ (des jeweiligen Rettungsmittels) und „Notfallausrüstung“ (mobiler Inhalt, z.B. in Koffer oder Rucksack). Tabelle 1 zeigt eine Ausrüstungsliste, deren Inhalte im Folgenden kommentiert werden. Alle mit \* gekennzeichneten Teile sind auch Bestandteil der DIN 13232 („Notfallausrüstung“) [13]. Erwähnt werden alle für die Versorgung von Kindernotfällen relevanten Ausrüstungsteile und Medikamente.

Die Standardausstattung der Rettungsmittel ist auch für die Versorgung von Kindernotfällen unverzichtbar:

- medizinischer Sauerstoff, auch tragbar, mit regelbarem Durchflussmesser
- regulierbare elektrische Absaugpumpe\* (DIN ISO 10079-2, tragbar, Vakuum mehr als -40 kPa)
- EKG/Defibrillator mit externer Schrittmacherfunktion
- Pulsoxymeter
- Kapnographie

Außerdem werden Standard-Verbrauchsmaterialien (z.B. Spritzen, Kanülen, Des-

\* Beschluss des Engeren Präsidiums der DGAI vom 11.04.2018

Tabelle 1

## Ausrüstungsliste für die Kindernotfallversorgung im Rettungsdienst

Nr.	A+B = Atemwege und (Be-)Atmung	Anzahl	
1.	Beatmungsbeutel für Säuglinge und Kinder (500–700 ml)* nach DIN EN ISO 10651-4	1	
2.	Beatmungsbeutel für Erwachsene (>1200 ml) nach DIN EN ISO 10651-4	1	
3.	Sauerstoff-Anschlusschlauch und -Reservoir (alternativ: Demand-Ventil)	1	
4.	PEEP-Ventil für Kinder-Beatmungsbeutel*	1	
5.	Manometer für Kinder-Beatmungsbeutel zur Anzeige des Beatmungsdrucks	1	
6.	Atemsystemfilter (ASF/Bakterienfilter oder HME-Filter) für Kinder, Totraum max. 10 ml*	1	
7.	Beatmungsverlängerung („Gänsegurgle“) 10 cm mit Konnektor (Einweg)	1	
8.	Einweg-Beatmungsmasken (Neonatal, Infant, Toddler, Adult S)*	je 1	
9.	Wendluben 14, 16, 18, 20 Ch	je 1	
10.	Guedeltuben*) Gr. 000, 00, 0, 1, 2, 3*	je 1	
11.	Larynxmasken Gr. 1, 1½, 2, 2½, 3*	je 1	
12.	Absaugkatheter (steril) 6, 8, 12*, 16* Ch (optional: starrer Absauger)	je 2	
13.	abschwellende Nasentropfen für Säuglinge/Kleinkinder (z.B. Xylometazolin 0,025%)	1	
14.	Finger-Tip/Y-Stück zur manuellen Sogregulation	1	
15.	optional: Magensonden (steril) 8 + 12 Ch	je 1	
16.	Sauerstoff-Inhalationsmaske für Kinder mit Sauerstoff-reservoir für hohen Sauerstoffflow	1	
17.	Sauerstoff-Inhalationsset („Verneblermaske für Feuchthinalation“) für Kinder	1	
18.	Cuffdruckmesser	1	
19.	gecuffte Endotrachealtuben* (vgl. Text) Gr. ID 3,0–6,5 mm	je 1	
20.	ungecuffte Tuben* Gr. ID 2,5–3,5	je 1	
21.	Führungsstäbe* für Endotrachealtuben (mittel & dünn*) und Gleitmittel	je 1	
22.	Magill-Zangen* (klein* & mittel)	je 1	
23.	Laryngoskopspatel* nach Macintosh Gr. 3, 2, 1*), 0 plus Gr. 0 & 1 nach Miller/Foregger	je 1	
24.	Laryngoskopgriff*, schmal (batteriebetrieben, Kaltlicht-LED)	1	
25.	Ersatzbatterien für Laryngoskopgriff	2	
26.	elastische Fixierbinde oder Klettband zur Fixierung des Atemweges	1	
27.	Thoraxdrainage*-Set: Skalpell Nr. 10*, Schere gebogen, Klemmen gebogen, Pinzette (chirurgisch), Nadelhalter, Nahtmaterial, Kompressen, Drainageschläuche (z.B. 12 und 16 Ch), sterile Handschuhe	1	
28.	Abnabelungsset (2 Nabelklemmen, sterile Schere*, sterile Kompressen*, Rettungsdecke/Silberwindel)	1	
29.	fakultativ: Videolaryngoskopiesystem mit 2–3 Kinderspateln (Gr. 0, 1 und 2) und ggf. zugehörige Einführhilfen (Führungsstäbe) in Kindergrößen		

Nr.	C = Kreislauf	Anzahl
30.	Staubinde elastisch*	1
31.	Hautdesinfektionsmittel* (Spray/Tupfer)	1
32.	Venenverweilkanülen* 26 G, 24 G, 22 G (rückstichsicher ab 24 G)	je 3
33.	Kanülenpflaster*	5
34.	selbsthaftende Binde zur Sicherung des i.v.-Zugangs	1
35.	Infusionsbesteck* mit Tropfenzähler	2
36.	3-Wege-Hahn mit Verlängerung 10 cm (Füllvolumen ca. 0,6 ml)	2
37.	50 ml-Spritze mit Luer-Lock-Konus	1
38.	Leitung für 50 ml-Spritze	1
39.	Intranasalapplikator (z.B. Mucosal Atomization Device MAD®) mit Luer-Lock-Spritze	3
40.	1 ml-Spritzen	3
41.	EZ-IO®-Bohrer	1
42.	15 G i.o.-Kanülen* Kind (PD, rosa, 15 mm)/ Erwachsener (AD, blau, 25 mm)	je 2
43.	Fixierpflaster zur Nadelstabilisierung (z.B. EZ-Stabilizer®)	2
44.	Set Kinder-Defibrillationselektroden (Pads)	1

Nr.	Diagnostik und Sonstiges	Anzahl
45.	Kinder-Stethoskop*	1
46.	RR-Manschette Baby/Kleinkind*/Kind	je 1
47.	Klebesensoren für Pulsoxymeter	3
48.	EKG-Klebelektroden für Säuglinge	10
49.	Taschenlampe*	1
50.	Thermometer* (Infrarot / Ohr)	1
51.	körperlängenbasierte Dosierhilfe (z.B. Karte, Tabelle, Lineal)	1
52.	HWS-Schiene(n) in Kinder-Größen	je 1
53.	Kinderrückhaltesystem für den Liegendtransport	1

\* = Bestandteil der DIN 13232, Teil A (Basis) und C (Kinder)

infektionsmittel etc.) nicht gesondert erwähnt. Jeder Anwender ist aufgefordert, zu prüfen, wo auf eine eventuelle Doppelvorhaltung verzichtet werden kann.

## Atemwege und Atmung

### Freimachen der Atemwege

Um bei Säuglingen und Kindern eine – selten erforderliche – endotracheale Absaugung durchführen zu können, sollen Absaugkatheter der Größen 6–12 Ch vor gehalten werden. Bei Säuglingen kann es bei Bronchiolitis durch eine sekretbedingte Verlegung zu einer erheblichen Behinderung der Nasenatmung kommen – hier kann durch vorsichtige nasale Absaugung und die Anwendung abschwellender Nasentropfen einfach und effektiv eine Verbesserung erzielt werden [13].

### Beatmungsbeutel und Zubehör

Für Säuglinge und Kinder bis ca. 25 kg eignen sich Kinderbeatmungsbeutel mit 500–700 ml Füllvolumen (max. Hubvolumen mit Einhandtechnik ca. 30% geringer), Schulkinder und Jugendliche können mit einem Erwachsenenbeatmungsbeutel (Füllvolumen >1200 ml) beatmet werden. Kleinere Beatmungsbeutel sind nur für die Versorgung von Früh- und Neugeborenen geeignet und außerhalb neonatologischer Einrichtungen entbehrlich.

Als Zubehör sollen ein Sauerstoffreservoir oder Demand-Ventil und ein regelbares PEEP-Ventil (0–10 cmH<sub>2</sub>O) vorgehalten werden.

Eine preisgünstige Alternative zu Mehrweg-Beatmungsbeuteln stellen wegen der seltenen Nutzung gebrauchsfertige Einweg-Beatmungsbeutel mit Reservoir und Sauerstoffverbindungsschlauch dar.

Insbesondere bei der Lagerung von Einweg-Beatmungsbeuteln ist zu beachten, dass diese nicht komprimiert bzw. gefaltet werden, da sie so nach längerer Zeit ihre ursprüngliche Form verlieren und sich nicht mehr vollständig entfalten. Auf die ordnungsgemäße Entfaltung des Beatmungsbeutels ist bei der regelmäßigen Funktionskontrolle zu achten.

Die wichtigste nicht-apparative Erfolgskontrolle bei der Beatmung von Kindern

sind beatmungssynchron, seitengleiche Thoraxexkursionen. Als Goldstandard sollte auch bereits bei der Beutel-Maske-Beatmung eine Kapnographie zur Überwachung einer adäquaten Ventilation eingesetzt werden. In Ergänzung kann mit einem an den Beatmungsbeutel konnektierbaren Manometer der Beatmungsdruck gemessen werden. Dies kann helfen, eine Mageninsufflation während der Beutel-Maske-Beatmung ( $P_{insp} < 20 \text{ cmH}_2\text{O}$ ) zu vermeiden [28, 29,35]. Es handelt sich meist um ein Einweg-Produkt, das nicht von allen Herstellern verfügbar ist.

Die Interposition einer Beatmungsverlängerung („Gänsegurgle“, ca. 15 cm, Einwegartikel) zwischen Beatmungsbeutel und künstlichem Atemweg erleichtert die Zwei-Helfer-Maskenbeatmung sowie die Beatmung und vermeidet Zug am künstlichen Atemweg. Bei Säuglingen empfiehlt sich die Verwendung einer Beatmungsverlängerung wegen des zusätzlichen Totraumes (ca. 20 ml) nicht. Bei Verwendung von Mehrweg-Beatmungskomponenten oder TBC-Verdacht wird ein Atemsystemfilter benötigt, dessen Totraum 10 ml nicht übersteigen darf.

### Beatungsmasken und Pharyngealtuben

Die früher empfohlenen Rendell-Baker-Masken haben zwar einen geringen Totraum, sind jedoch schwieriger abzudichten. Deshalb empfiehlt sich der Einsatz modernerer Produkte mit luftgefülltem Soft-Cuff oder Open-Cuff. Durch den Einsatz von Einwegprodukten kann an jedem Arbeitsplatz ein vollständiges Sortiment von Masken bei geringen Investitionskosten vorgehalten werden. Um alle Altersklassen bei Kindern abzudecken wird in der Regel ein Set von vier Masken benötigt („neonate / infant / toddler / adult S“).

Zur Erleichterung der Beutel-Maske-Beatmung können passende oro- oder nasopharyngeale Tuben eingesetzt werden. Guedel- und Wendltuben sollten daher jeweils in mindestens vier Kindergrößen vorgehalten werden. Die genaue Größenbestimmung erfolgt am Kind bei Guedeltuben durch den Abstand Mundwinkel-Kieferwinkel, bei

Wendltuben durch den Abstand Nasenspitze-Ohrläppchen. Guedeltuben sollten nur am komatösen bzw. narkotisierten Kind eingesetzt werden, da sonst eine Reflexabwehr mit funktioneller Atemwegsverlegung zu befürchten ist. Wendltuben werden besser toleriert und haben zahlreiche Indikationen bei bewusstseinsgetrübten Kindern, z.B. bei oberer Atemwegsobstruktion im Status epilepticus. Wegen der Gefahr der *Via falsa* dürfen sie aber bei Schädel-Hirn-Trauma nicht angewendet werden.

### Sauerstoffinhalation und Vernebelung von Medikamenten

Führt die erste Stufe einer Sauerstoffgabe, das Vorhalten einer Sauerstoffquelle, nicht zum erwünschten Erfolg, so muss die Applikation über eine Sauerstoffmaske mit Reservoir und Exspirationsventil erfolgen (Abb. 1). Durch die inspirationsabhängigen Schwankungen des Reservoirbeutels können Atemzugvolumen und Atemfrequenz überwacht werden.

Die effektive, mitarbeitsunabhängige inhalative Applikation von Medikamenten ist zur Behandlung respiratorischer Notfälle unverzichtbar [28]. Bei Kindern, die nicht im Rahmen einer Dauer-

Abbildung 1



Sauerstoffmaske mit Reservoir und Exspirationsventil (mit freundlicher Genehmigung der Fa. Asid-Bonz GmbH, Ref. 820240).

therapie daran gewöhnt sind, können Dosieraerosole und die zugehörigen Applikationshilfen meist nicht zuverlässig eingesetzt werden. Deshalb ist der Einsatz einer flowbetriebenen Verneblermaske die effektivste Methode zur Kombination von Sauerstoff- und Medikamentenapplikation. Für die Akuttherapie kindlicher respiratorischer Notfälle kommt die Vernebelung von Salbutamol (evtl. in Kombination mit Ipratropium) und Adrenalin infrage [11,42]. Eine Altersanpassung der Dosierung ist nicht erforderlich, da die jeweilige Wirkstoffaufnahme vom Atemminutenvolumen abhängig ist.

### Supraglottischer Atemweg und Intubation

Die Durchführung der endotrachealen Intubation ist in der Notfallmedizin und insbesondere bei Kindern mit einem relevanten Risiko sekundärer Schädigungen verbunden [3,27,39,44]. Zudem ist ein Überlebensvorteil von Kindern, die im Rahmen einer kardiopulmonalen Reanimation intubiert werden, nicht bewiesen [1,20]. Vorrangiges Ziel der therapeutischen Bemühungen sollte daher nicht die Intubation, sondern die suffiziente Oxygenierung des Kindes sein. Hierzu ist neben der Maskenbeatmung der Einsatz eines alternativen Atemwegs sinnvoll. Nach gegenwärtiger wissenschaftlichen Datenlage und aufgrund der großen klinischen Erfahrung kann derzeit zum alternativen Atemwegsmanagement im Kindesalter nur die Larynxmaske als supraglottischer Atemweg (SGA) empfohlen werden [26]. Die Atemwegssicherung und Beatmung mittels Larynxmaske ab dem Säuglingsalter ist schnell, effektiv und relativ leicht erlernbar. Es sollten Larynxmasken der Größen 1, 1 ½, 2, 2 ½ und 3 in jedem Kinderequipment vorgehalten werden. Dabei sind Larynxmasken der 2. Generation mit Ösophagusdrainagelumen zu bevorzugen.

Bei Früh- und Neugeborenen sowie kleinen Säuglingen kann wegen der interindividuellen anatomischen Größenunterschiede nicht immer eine optimal passende Larynxmaske gefunden werden. Ähnliches gilt für Kinder mit sel-

tenen syndromalen Erkrankungen der oberen Atemwege. Für diese Patientengruppen kann als Alternative ein nasal eingeführter, hypopharyngeal plazierter Tubus (Abschätzung der Einfürtiefe: Abstand Nasenspitze-Ohrläppchen) verwendet werden, über den kontrollierte und assistierte Beatmung sowie CPAP appliziert werden können. Bei kontrollierter Beatmung müssen Nasenlöcher und Mund manuell verschlossen werden.

Die aktuellen Reanimationsleitlinien empfehlen den Einsatz blockbarer Tuben und die orotracheale Intubation [30]. Die Vorhaltung ungecuffter Tuben kann in der Notfallmedizin daher weitgehend entfallen. Eine Ausnahme stellt die Intubation oder die Anwendung von Rachen-CPAP bei Früh-, Neugeborenen und Säuglingen mit einem ungecufften Tubus dar – hierfür sollten die Größen 2,5, 3,0, 3,5 und 4,0 vorgehalten werden.

Als blockbare Tuben sollten bis Größe 5,0 mm Innendurchmesser nur an die kindliche Anatomie angepasste Modelle (vgl. Infobox) verwendet werden. Nur mit solchen speziellen Modellen können laryngeale und tracheale Druckläsionen mit späteren narbigen Strukturen vermieden werden. Um dies zu verhindern ist außerdem die Überwachung des Cuffdrucks obligat. Eine Blockung nach Gefühl bzw. nach Volumen birgt das Risiko relevanter Nebenwirkungen. Der Einsatz eines Cuffdruckmessers ist deshalb unverzichtbar (<20 cmH<sub>2</sub>O für Endotrachealtuben, <40 cmH<sub>2</sub>O für Larynxmasken) [17,28,47].

#### Infobox

##### Anforderungen an einen blockbaren Endotrachealtubus für Kinder

[modifiziert nach 47]

- zirkuläre, anatomisch basierte Intubationstiefenmarkierung
- subglottisch cuff-freier Tubusschaft
- kurzer, distal plazierter Hochvolumen-Niedrigdruck-Cuff
- ultradünne, stabile Cuffmembran mit optimierten Dichtungseigenschaften
- optimiertes ID/OD-Verhältnis, d.h. geringe Wandstärke des Tubusschafts

- optimierte Weichheit des Tubusschafts bei minimierter Knickbarkeit
- evidenzbasierte, klinisch geprüfte Tubusgrößenempfehlung durch den Hersteller
- Bereitstellung klinischer relevanter Informationen auf der Verpackung

Aktuell entsprechen z.B. die Modelle Microcuff® (Fa. Halyard) und Shiley Hi-Contour® (Fa. Covidien) weitgehend diesen Anforderungen.

Ein Führungsstab (Mandrin) aus Kunststoff mit weicher Spitze zur Anformung oral platzieter Endotrachealtuben sollte in 2–3 verschiedenen Kindergrößen vorhanden sein. Die Verwendung eines geeigneten Mittels zur Herstellung der Gleitfähigkeit (z.B. Gleitspray, Lokalanästhetika-Gel bzw. -Spray) ist obligat.

Da differente fachliche, situative und persönliche Gründe die Auswahl des Laryngoskopspatels beeinflussen können, empfiehlt sich bei den Größen 0 und 1 die Vorhaltung gerader (Miller) und gebogener Spatel (Macintosh), um im Notfall für den jeweiligen Anwender optimale Intubationsbedingungen zu schaffen. Bei Größen ab 2 ist die Verwendung gebogener Spatels üblich.

Alle in einem Rettungsmittel vorgehaltenen Laryngoskopspatels sollten mit allen Laryngoskopgriffen kompatibel sein, um Ausfallsicherheit zu erreichen. Obwohl Säuglinge auch unter Verwendung eines Erwachsenen-Griffs laryngoskopiert werden können, bevorzugen die meisten Anwender spezielle leichtere und schmalere Kindergriffe. Als Stromquelle sollten Batterien, als stromsparende Lichtquelle LED-betriebene Kaltlichtsysteme eingesetzt werden. Zur Ausfallkompensation müssen Ersatzbatterien vorgehalten werden. Wegen der relativ geringen Anwendungshäufigkeit können qualitativ hochwertige Einweg-Laryngoskope und -spatels eine kostengünstige und zuverlässige Alternative darstellen.

Die Fixierung von Endotrachealtuben und supraglottischen Atemwegen wird lokal und individuell sehr unterschiedlich durchgeführt. Gerade unter den

erschweren Notfallbedingungen (Sekretverunreinigungen, Diskonnektionsgefahr) muss der Atemweg sicher fixiert werden. Daher sollten zwei verschiedene Hilfsmittel verfügbar sein (z.B. Pflaster und Klettband). Vorsicht ist geboten bei der Verwendung kommerzieller Tubusfixierungssysteme, wie sie in der Erwachsenen-Notfallmedizin zum Einsatz kommen. Der dünnere Kindertubus kann hier leicht an der Austrittsstelle (Klemmenkante) abknicken.

### Videolaryngoskopie

Im innerklinischen Setting wird die Frequenz schwieriger Intubationen in Notfallsituationen mit etwa 10% angegeben [3]. Hier ist die Videolaryngoskopie, die in den letzten Jahren auch Einzug in die Notfallmedizin gehalten hat, in vielen Fällen hilfreich. Obwohl die wissenschaftliche Datenlage nicht eindeutig ist, so ist doch von ihrem potenziellen Nutzen bei der Intubation von Kindern auszugehen [16,33]. Aktuell kann die präklinische Vorhaltung eines Videolaryngoskopiesystems für Kinder noch nicht als obligat eingeschätzt werden. Bei der Anschaffung sollten allerdings Insellösungen vermieden und die Einsetzbarkeit bei Kindern sowie die Übungsmöglichkeiten im klinischen Setting berücksichtigt werden.

### Chirurgische Ausstattung für A- und B-Probleme

Die Koniotomie ist im Kindesalter eine extrem seltene und sehr unsichere Maßnahme, die in aktuellen Algorithmen zum Atemwegsmanagement bei Kindern nicht empfohlen wird [46]. Daher kann auf die Vorhaltung von Notkoniotomie-Sets für den Einsatz bei Kindern verzichtet werden.

Die Durchführung einer Minithorakotomie zur Anlage einer Thoraxdrainage erfordert eine Minimalausstattung mit chirurgischem Besteck (Skalpell Nr. 10, Schere gebogen, Klemmen gebogen, Pinzette (chirurgisch), Nadelhalter, Nahtmaterial, Kompressen) und die Vorhaltung geeigneter Drainageschläuche (im Größenbereich 10–20 Ch  $\leq$  3,3–6,7 mm Ø). Für eine vorübergehende Entlastungspunktion v.a. bei Spannungspneumothorax

können großblumige Venenverweilkanülen (14 oder 16 G) verwendet werden.

Zur Abnabelung und Wärmeversorgung des Neugeborenen ist nur eine kleine Ausstattung erforderlich: sterile Tücher, Rettungsdecke/Aluwindel, Nabelklemmen und Skalpell bzw. sterile Schere. Ergänzend sollte (Haushalts-)Frischhaltefolie zum Wärmeerhalt bei Frühgeborenen vorgehalten werden [48].

### Kreislauf

#### Intravenöser Zugang und Zubehör

Es sollen genügend Venenverweilkanülen der Größen 26, 24 und 22 G vorgehalten werden. Die 26 G-Venenverweilkanülen gibt es derzeit nicht mit integriertem Schutzmechanismus zur Vermeidung von Nadelstichverletzungen. Abhängig von Art und Größe der ausgewählten Produkte sollten passende Fixierungsmöglichkeiten und spezielle Verbindungsleitungen ( $\varnothing$  0,5–1,0 mm, Länge 30 cm, Füllvolumen < 0,5 ml, Luer-Lock-Anschluss) vorgehalten werden. Für die exakte und luftfreie Injektion von Medikamenten ist die Verwendung eines 3-Wege-Hahns zu empfehlen.

Für die leitliniengerechte intramuskuläre Anwendung von Adrenalin bei Anaphylaxie müssen Kanülen für die i.m.-Injektion in Kindergrößen oder alternativ ein Fertigspritzensystem vorgehalten werden (s. auch bei Medikamenten) [31, 41].

Durch Anhängen einer Schwerkraftinfusion ohne Laufratenbeschränkungen kann es bei Säuglingen und Kleinkindern zu unbeabsichtigter Überinfusion kommen. Daher soll die Basisinfusion bei Säuglingen über eine Spritzenpumpe, ab dem Kleinkindalter über Schwerkraftinfusionsysteme mit Laufratenregulierung („Tropfenzähler“) infundiert werden. Zur kontrollierten Volumensubstitution (z.B. Bolus von 20 ml/kg einer balancierten Vollelektrolytlösung) [37] sollte in dieser Altersklasse eine 50 ml-Spritze verwendet und die beabsichtigte Menge per Hand über einen 3-Wege-Hahn appliziert werden.

### Alternative Applikationswege

Mit einem Intranasalapplikator (z.B. Mucosal Atomization Device MAD®) können wichtige Notfallmedikamente (z.B. Midazolam, (Es-)Ketamin, Fentanyl) nasal appliziert werden. Mit diesem Applikator, der auf den Luer-Konus (besser: Luer-Lock-Konus) einer Spritze aufgesetzt wird, können Medikamente nasal mikrovernebelt werden (Partikelgröße 30 µm). Der Wirkeintritt ist schneller und zuverlässiger als bei rektaler Applikation. Für die Indikationen Analgesie, Anxiolyse und antikovulsive Therapie gibt es gute Dosis-Wirkungs-Beziehungen [8,9,49].

Der intraossäre Zugang stellt heutzutage einen obligat vorzuhaltenden Notfallzugang dar. Aktuelle Leitlinien fordern das Legen eines intraossären Zugangs, wenn bei einem lebensbedrohlich erkrankten oder verletzten Kind nicht innerhalb einer Minute ein sicherer peripherer i.v.-Zugang etabliert werden kann [6,30]. Das semi-automatische EZ-IO®-System („Knochenbohrer“) bietet aufgrund der kurzen Anlagezeit und hohen Treffsicherheit deutliche Vorteile gegenüber manuellen Kanülen (z.B. Dieckmann-Kanüle, Fa. COOK®, Baxter®-Kanüle) [10,45]. Federgespannte automatische i.o.-Systeme (Bone Injection Gun, B.I.G®) wurden für den Einsatz in der taktischen Medizin (Militär) entwickelt und sind nach Meinung der Autoren nicht für die Anwendung in der Notfallmedizin bei Kindern geeignet. In jedem Fall sollte an Hilfsmittel zur sicheren Fixierung (z.B. spezielle Fixierpflaster) der i.o.-Kanüle gedacht werden. Zur zuverlässigen Infusion größerer Volumina ist für größere Kinder eine Druckinfusionsmanschette zu empfehlen, die jedoch zur Vermeidung von Luftembolien nur zusammen mit geeigneten Infusionsbehältnissen (luftleere, flexible Infusionsbeutel) verwendet werden sollte.

### Hilfsmittel zur sicheren Medikamentenapplikation

Mit einer 1-ml-Spritze („Tuberkulin-Spritze“) können sicher Volumina von minimal 0,1 ml (= 1 Teilstrich) appliziert werden. Vorher muss der Konus des Dreiecks-Hahns luftleer gemacht und

nach Applikation nachgespült werden. Damit können, außer bei kleinen Frühgeborenen, alle Medikamente in der gleichen Konzentration wie für Erwachsene angewendet werden – eine spezielle Verdünnung ist nicht erforderlich (Risiken der Verdünnung von Notfallmedikamenten: Zeitverlust, Fehlverdünnung, Fehldosierung [12]). Sehen lokale Protokolle die Verdünnung von Medikamenten vor oder werden Dosierhilfsmittel mit Verdünnungsempfehlung verwendet, so müssen obligat eindeutige Verdünnungsanleitungen und Etiketten zur korrekten Beschriftung der verdünnten Medikamente unmittelbar zur Verfügung stehen.

Für die sichere Anwendung der intranasalen Medikamentenapplikation empfiehlt sich die Verwendung spezieller Spritzen mit Luer-Lock-Konus, weil so nicht die Gefahr der Diskonnektion während der Injektion besteht.

## Defibrillation

Obgleich ein defibrillierbarer Rhythmus im Kindesalter selten auftritt, sollte der vorgehaltene Defibrillator eine kindgerechte Energiedosis ermöglichen (4 J/kg für die Defibrillation, 1 J/kg für die intiale sowie 2 J/kg für weitere Kardioversionen [30]). Auf den Einsatz von Plattenelektroden (Paddles) sollte zugunsten großflächiger Einweg-Klebeeletroden (Pads) verzichtet werden, da diese sicherer und effektiver sind sowie zudem eine rasche, zuverlässige EKG-Ableitung ermöglichen. Je nach Herstellerangaben müssen für Säuglinge und kleinere Kinder spezielle Kinder-Pads (i.d.R. bis 8 Jahre) verwendet werden. Bei Säuglingen kann es erforderlich sein, die Pads in anterior-posteriorer Anordnung („Sandwich“) zu kleben.

## Chirurgische Ausstattung für C-Probleme

Für die Traumaversorgung sollte eine Beckenschlinge in Kindergröße vorgehalten werden. Dabei ist zu beachten, dass einige handelsübliche Beckenschlingen entweder für Kinder gar nicht (SamSling<sup>®</sup>) oder erst ab dem Schulkindalter bzw. 23 kg (T-Pod<sup>®</sup>) zugelassen sind – ein für

alle Altersklassen zugelassenes Produkt (Pediatric PelvicBinder<sup>®</sup>) ist derzeit in Europa wenig verbreitet. Alternativ kommt die Kompression des Beckens mittels eines Tuches infrage.

Die Anwendung eines Tourniquets als Ultima ratio zur Blutstillung bei lebensbedrohenden Extremitätenblutungen kann in seltenen Fällen bzw. bei Massenanfall von Verletzten bei älteren Schulkindern und Jugendlichen sinnvoll sein. Da hier keine speziellen Kindergrößen existieren, wird analog wie bei Erwachsenen verfahren.

## Diagnostik und Sonstiges

Grundsätzlich kommen diagnostische Hilfsmittel bei Kindern und Erwachsenen gleichermaßen zum Einsatz (z.B. Blutzuckermessgerät, Diagnostikleuchte, Thermometer). Auch die meisten EKG-Klebeelektroden sind sowohl bei Erwachsenen als auch bei Kindern einsetzbar – spezielle EKG-Elektroden aus der Neonatologie werden dann nicht benötigt, wenn die vorgehaltenen Standardelektroden nicht zu groß sind.

Dagegen werden für Säuglinge und Kleinkinder spezielle Pulsoxymetersensoren benötigt. Die Ein- oder Mehrwegsensoren werden mittels eines Klebestreifens individuell angepasst und bleiben auch bei Bewegungen in Position.

Das größte Problem stellt die Vorhaltung geeigneter Blutdruckmanschetten dar. In Kinderkliniken werden oft mehr als fünf Kindergrößen vorgehalten, um eine möglichst valide Messung zu erhalten. Dies wird im Rettungsdienst aus Platzgründen nicht überall möglich sein; es sollten jedoch wenigstens drei Kindergrößen vorgehalten werden. In den meisten Rettungsmitteln steht eine oszillometrische Blutdruckmessung zur Verfügung. Deshalb sollten die Kindermanschetten für dieses Gerät angeschafft werden, weil damit ein kontinuierliches Blutdruckmonitoring möglich ist; die manuelle Messung spielt dann eine untergeordnete Rolle.

Die Kapnographie ist zur Tubuslagekontrolle und zur Überwachung der Be-

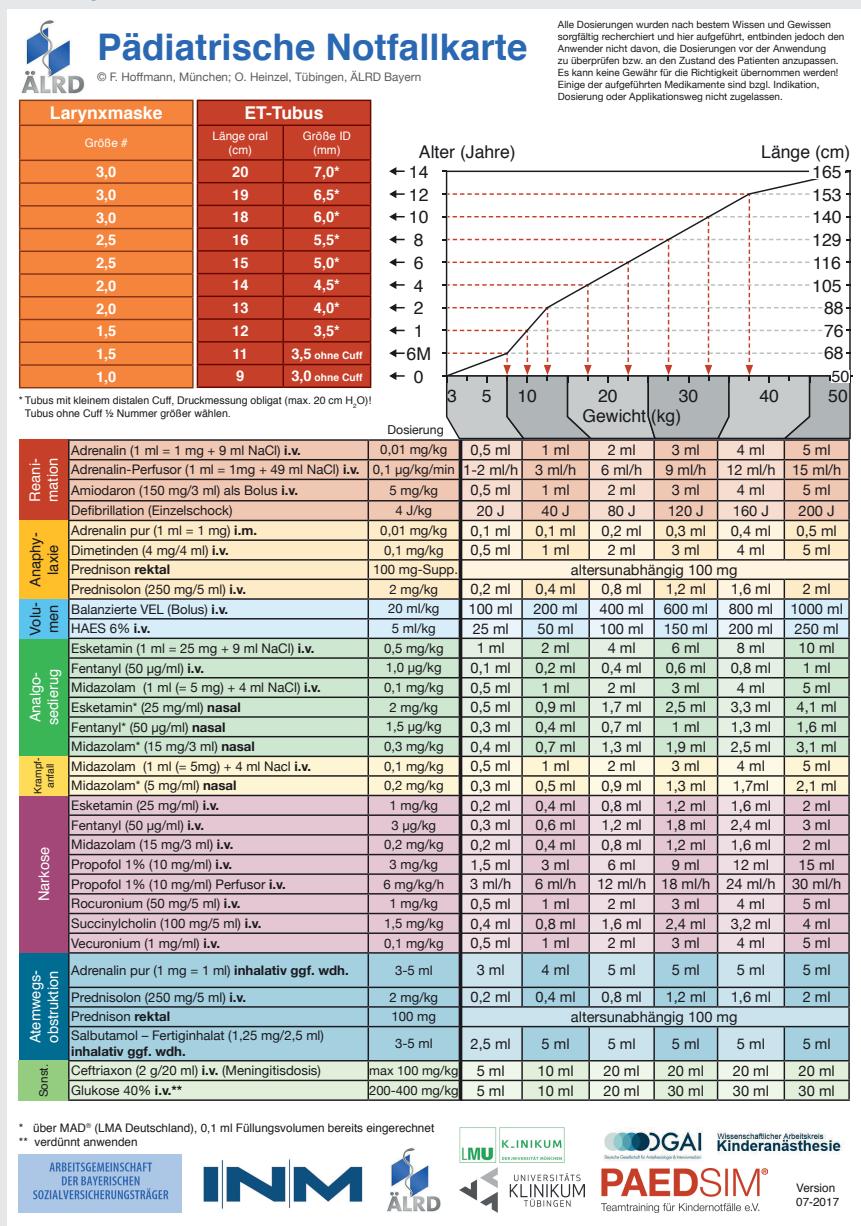
atmung ein unverzichtbares Hilfsmittel – ihr Einsatz wird auch in den aktuellen Reanimationsleitlinien gefordert [30]. Je nach verwendetem Gerät ist ggf. ein pädiatrischer Tubusansatz (Küvette) notwendig; zur Kapnographie der Spontanatmung sollte eine pädiatrische Nasenbrille vorgehalten werden. Die Kapnographie sollte nach Meinung der Autoren bei allen Formen der Beatmung eingesetzt werden und bietet auch beim spontanatmenden Patienten wertvolle Informationen zur Beurteilung der respiratorischen Funktion.

## Dosierhilfe(n)

Dosierungsfehler bei der Versorgung von Kindernotfällen sind keine Seltenheit [12,24,43] und können maßgeblich zu einer Patientengefährdung führen. Zudem bereitet auch die Interpretation von Vitalwerten und die Größenauswahl von Therapiehilfen dem Nicht-Spezialisten Probleme. Erschwerend kommt hinzu, dass es nicht immer verlässliche Alters- und Gewichtsangaben gibt, z.B. wenn keine Bezugsperson anwesend ist. Als Hilfsmittel zur Alters- und Gewichtsschätzung sowie zu Auswahl und Dosisierung der Therapie soll deshalb eine körperlängenbasierte Dosierhilfe (z.B. Bänder, Lineale, Notfallkarten etc.) vorgehalten werden (Abb. 2) [18,25]. Der Anwender muss sich in jedem Fall vor der Anwendung damit vertraut machen und die jeweiligen Dosisempfehlungen auf Richtigkeit und Umsetzbarkeit prüfen.

Zur HWS-Immobilisation soll ein für Kinder geeignetes Hilfsmittel vorgehalten werden, i.d.R. im Sinne einer HWS-Distraktionsschiene („Starre Halskrause“) in Kindergrößen. Dabei muss zur Herstellung einer Neutralposition bei Säuglingen und Kleinkindern häufig der Oberkörper unterpolstert werden. Die verfügbaren Produkte werden nicht in jeder Situation bzw. bei jedem Kind eine effektive Immobilisation ermöglichen, sodass gelegentlich trotzdem mit alternativen Ruhigstellungsmethoden (z.B. Vakumschiene/-matratze; „Head-Blocks“ u.ä.) gearbeitet werden muss. Ob weitere Lagerungs- und Ruhigstellungsmaterialien (z.B. Schienen, Spine-Board, Vakuummatratze) in Kindergrößen vorgehalten werden sollen, lässt sich aus der

Abbildung 2



Beispiel für eine körperlängenbasierte Dosierhilfe: Pädiatrische Notfallkarte Rettungsdienst Bayern.

Literatur kaum beantworten und bedarf einer sorgfältigen Anwendungsprüfung des vorhandenen (Erwachsenen-)Materials.

Ein auf der Trage fixierbares Kinder-Rückhaltesystem ist für den Liegendtransport unverzichtbar. Zusätzlich haben auch alternative Transportverfahren (z.B. Fixierung einer Baby-Schale auf einem Betreuersitz) ihre Berechtigung.

## Medikamente

Im Rahmen einer Ausstattungsempfehlung können unmöglich alle empfohlenen Medikamente umfassend kommentiert werden. Letztlich muss jeder Anwender aufgrund seiner klinischen Erfahrung sowie seiner Kenntnis von Fachinformation und aktuellen wissenschaftlichen Empfehlungen die Entscheidung zu Einsatz und Dosierung eines Medikaments selbst treffen.

Leider sind die in den Fachinformationen und Lehrbüchern bereitgestellten Informationen für die Applikation von Arzneimitteln im Kindesalter teilweise unbefriedigend und lückenhaft. Der Anwender muss daher häufig das Risiko eines sog. „Off-Label-Use“ hinnehmen, weil Patientenalter, Applikationsweg oder Dosierung nicht durch die Fachinformation gedeckt werden [19]. Dieses Problem ist in der Kindermedizin weit verbreitet und darf daher nicht dazu führen, dass wissenschaftlich gut belegte, jedoch formal „off-label“ befindliche, medikamentöse Therapien nicht angewendet werden.

Im Folgenden werden die wichtigsten Notfallmedikamente für Kinder kurz besprochen. Eine einfache leitsymptomorientierte Dosisanleitung findet sich in Abbildung 2.

### Adrenalin

Die notfallmedizinischen Indikationen umfassen den Kreislaufstillstand, den katecholaminbedürftigen Kreislaufschock, die Atropin-refraktäre Bradykardie, den anaphylaktischen Schock (intramuskuläre Anwendung) sowie die Atemwegsobstruktion.

Bei der kardiopulmonalen Reanimation kann Adrenalin in der gleichen Konzentration wie im Erwachsenenalter eingesetzt werden: 0,1 mg/ml, d.h. 1 mg wird mit 9 ml NaCl 0,9% (1:10) verdünnt. Neuerdings stehen hierfür auch in Deutschland Fertigspritzen zur Verfügung (Abb. 3a). Für Säuglinge kann diese Adrenalin-Lösung 1:10.000 über einen 3-Wege-Hahn in eine 1-ml-Spritze aufgezogen werden, dann gilt: 0,1 ml ≈ 0,01mg = 1 Teilstrich pro kg Körpergewicht (Abb. 3b).

Beim anaphylaktischen Schock wird Adrenalin intramuskulär injiziert [30, 31]. Dafür wird es unverdünnt aufgezogen. Schnell anwendbar, aber auch teuer sind i.m.-Fertigspritzensysteme. Diese sind auch in leitlinienkonformen pädiatrischen Präparaten (150 µg/300 µg) erhältlich. Alternativ kann ein Anaphylaxie-Set bestehend aus 1mg-Adrenalin-Ampulle, 1 ml-Spritze, Aufziehkanüle

Abbildung 3a



Adrenalin-Fertigspritze und Zubehör.

Abbildung 3b



Adrenalin-Dosierung mittels 1-ml-Spritze.

Abbildung 4



Anaphylaxie-Set zur i.m.-Injektion.

und i.m.-Punktionskanüle zusammengestellt werden (Abb. 4).

Für die inhalative Anwendung bei Atemwegsobstruktion mit und ohne Bronchospastik mittels Verneblermaske wird Adrenalin ebenfalls unverdünnt angewendet. Dabei muss die Verneblerkammer mindestens halb gefüllt sein (je nach Produkt 3–5 ml). Eine Alters- bzw. Gewichtsanpassung ist nicht erforderlich, da die Wirkstoffaufnahme in erster Linie vom Atemminutenvolumen abhängt. Die Ampullenform ist dafür nicht zugelassen, aber gut wirksam und schnell verfügbar. Die Präparation Infektorkrupp-Inhal® (Konzentration 4 mg/ml) ist zur Inhalation bei Schwellungen der oberen Atemwege mit oder ohne Bronchospastik zugelassen, jedoch unter Raumtemperatur nur 6 Monate haltbar und dann nach Gebrauch zu verwerfen [28].

Für die Anwendung von Adrenalin via Infusionspritzenpumpe bei Hypotonie oder in der Postreanimationsphase empfiehlt sich folgende Verdünnung: 1 mg Adrenalin = 1 ml + 49 ml NaCl 0,9%. Die Startdosierung errechnet sich: Körpergewicht/3 = Laufrate [ml/h] und entspricht 0,1 µg/kg/min.

Einige Adrenalin-Ampullen sind bei Raumtemperatur nur sechs Monate haltbar (Verkürzung der Haltbarkeit muss vermerkt werden). Die 1-ml-Ampulle eines Herstellers sowie die Fertigspritzen können regulär bei Raumtemperatur gelagert werden.

#### Amiodaron

Amiodaron wird leitliniengerecht im Rahmen der Reanimation nach der dritten Defibrillation in einer Dosierung von 5 mg/kg eingesetzt und ggf. nach der fünften Defibrillation wiederholt [30].

#### Antihistaminika

Antihistaminika (H1-Rezeptorantagonisten, z.B. Dimetinden (Fenistil)) haben wahrscheinlich bei der akuten Anaphylaxie einen günstigen Effekt. Der Wirkeintritt ist wesentlich langsamer als der von Adrenalin, aber das Nutzen-Nebenwirkungsprofil ist günstig. Daher können H1-Rezeptorantagonisten in jedem Stadium der anaphylaktischen

Reaktion gegeben werden. Nachteilig kann in manchen Situationen die sedierende Wirkung sein. Dimetinden hat den praktischen Vorteil einer Dosierung von 0,1 mg/kg = 0,1 ml/kg und kann mit der Faustformel 1 ml/10 kg schnell und sicher appliziert werden. Für die Wirksamkeit von H2-Rezeptorantagonisten gibt es wenig Evidenz [30,31].

#### Ceftriaxon

Ceftriaxon ist v.a. für die Soforttherapie bei Meningokokkensepsis erforderlich und muss bei begründetem Verdacht (typ. Hauterscheinungen in Kombination mit schwerer Sepsis) möglichst frühzeitig, ggf. also auch präklinisch gegeben werden. Als weitere fakultative Indikation kann die Erstbehandlung bei Meningitisverdacht und langen Transportzeiten gelten. Die Dosierung beträgt 100 mg/kg i.v. (Neugeborene bis zum 14. Lebenstag: 50 mg/kg). Alternativ kann der Einsatz eines anderen Cephalosporins der 3. Generation (z.B. Cefotaxim) erfolgen [32]. Die zusätzliche offensive Therapie eines septischen Krankheitsbildes mit adäquatem Volumenersatz und ggf. Katecholamingabe darf nicht vergessen werden.

#### Esketamin

Esketamin stellt eines der Standardmedikamente zur Analgosedierung im Kindesalter dar. Es kann bei fehlendem i.v.-Zugang hervorragend auch intranasal (oder in Einzelfällen ggf. intramuskulär) eingesetzt werden, muss aber dann mit (2–) 4 mg/kg deutlich höher dosiert werden. Einen besonderen Vorteil dieses Medikaments stellt die große therapeutische Breite dar. Selbst im obersten Dosisbereich treten kaum respiratorische Komplikationen auf. Dosisabhängig kann Esketamin als Analgetikum, Analgosedativum und als Anästhetikum eingesetzt werden [29].

Das Razemat Ketamin hat eine geringere Potenz und müsste doppelt so hoch dosiert werden. Es hat jedoch gegenüber Esketamin pharmakodynamische und -kinetische Nachteile und sollte daher – insbesondere wegen des inzwischen geringen Preisunterschiedes – nicht mehr eingesetzt werden.

## Ibuprofen

Ibuprofen kann zur Fiebersenkung und leichten Analgesie gegeben werden. Je nach persönlicher Erfahrung und Präferenz kann dann u.U. auf Paracetamol verzichtet werden.

## Kortikoide

Die Gabe von Glukokortikoiden kann bei Anaphylaxie und Atemwegsobstruktion indiziert sein. Beim Kruppsyndrom wird – neben der inhalativen Therapie – die rektale Applikation von 100 mg Prednison gewichtsunabhängig für alle betroffenen Altersklassen empfohlen. Alternativ kann bei oberer oder unterer Atemwegsobstruktion bei größeren Kindern auch Dexamethason-Saft (0,15 mg/kg  $\leq$  0,4 ml/kg p.o.) appliziert werden. Beim Asthmaanfall oder bei Anaphylaxie werden 2 mg/kg Prednisonäquivalent (z.B. Prednisolon) i.v. oder i.o. appliziert. Möglich wäre auch die Gabe von Dexamethason in  $\frac{1}{4}$  der Dosierung (0,5 mg/kg) [11].

## Midazolam

Midazolam kann bei Krampfanfällen und im Rahmen von Analgosedierung oder Narkose eingesetzt werden. Die Dosierungen reichen von 0,1 mg/kg bis 0,5 mg/kg – je nach Indikation und Applikationsweg. Midazolam kann über nahezu jede Schleimhautoberfläche appliziert werden. Der schnellste Wirk-eintritt, abgesehen von der i.v.- und i.o.-Applikation, wird nach intranasaler Applikation mittels MAD® erreicht (Nebenwirkung: häufig Brennen auf der Nasenschleimhaut!) [49]. Hierfür muss die höher konzentrierte Ampulle (5 mg = 1 ml) verwendet werden, um mit einem geringeren Volumen auszukommen.

## Muskelrelaxanzien

Zu einer atraumatischen bzw. kreislaufstabilen Narkoseeinleitung gehört i.d.R. der Einsatz eines Muskelrelaxans [29,40,46]. Auch hier sollte der Anwender ihm bekannte Medikamente bevorzugen. Wegen der bei Kindern modifizierten Rapid-Sequence-Induction mit druckbegrenzter Zwischenbeatmung steht eine minimale Anschlagszeit nicht im Vordergrund [46]. Limitationen ergeben sich im Einzelfall durch die Lagerungsbedingungen. Rocuronium ist beispiels-

weise wegen seiner kurzen Anschlagszeit besonders gut geeignet, muss aber gekühlt oder zeitbegrenzt (28 Tage) gelagert werden, während Vecuronium als Trockensubstanz bei Raumtemperatur haltbar ist, jedoch deutlich langsamer wirkt. Succinylcholin ist bis zum Schulkindalter wegen zahlreicher Nebenwirkungen und Kontraindikationen klinisch kaum mehr gebräuchlich. In den höheren Altersgruppen kann es in gleicher gewichtsbezogener Dosierung wie beim Erwachsenen (1,5 mg/kg) eingesetzt werden [35].

## Opioide

Zur Analgesie und im Rahmen der Anästhesie sollten auch bei Kindern die vertrauten, im Rettungsdienst vorhandenen Medikamente eingesetzt werden. Fentanyl und Sufentanil können auch intranasal eingesetzt werden [49]. Sie sind außerdem wegen ihrer kürzeren Wirkdauer und der fehlenden Histaminfreisetzung dem Morphin vorzuziehen.

## Propofol

Propofol hat sich klinisch zum Standard-Einleitungshypnotikum bei Kindern entwickelt. Eine Besonderheit stellt die höhere körpereigengewichtsbezogene Dosierung im Vergleich zu Erwachsenen bei größeren Säuglingen und Kleinkindern dar (3–4 mg/kg). Hauptnebenwirkung ist der Blutdruckabfall, sodass sich bei kardiozirkulatorisch kompromittierten Kindern der Einsatz von Esketamin (ggf. plus Midazolam) als Alternative anbietet. Für das zeitlich begrenzte präklinische Intervall kann Propofol auch via Infusionsspritzenpumpe zur Aufrechterhaltung der Narkose eingesetzt werden.

## Salbutamol

Für die inhalative Anwendung über Verneblermaske sollten Ampullen mit Fertighalaten vorgehalten werden, da die Anwendung von Tropfpipetten im Notfall unpraktisch ist. Eine klassische Überdosierung ist kaum möglich, da die Wirkstoffaufnahme vom Atemminutenvolumen abhängig ist. Auch höhere inhalative Dosierungen von Salbutamol werden ohne relevante Nebenwirkungen vertragen [42]. Eine Kombination mit Ipratropium ist möglich und pharmakologisch sinnvoll.

## Vollektrolytlösung (balanciert)

Als universelle Infusionslösung soll eine balancierte Vollelektrolytlösung (VEL, z.B. Jonosteril®, Sterofundin ISO®, Ringer-Acetat) vorgehalten werden; Natrium-chloridlösung (NaCl 0,9%) soll in Notfallsituationen wegen der unphysiologisch hohen Natriumkonzentration und der Gefahr einer Dilutionsazidose nicht zu Anwendung kommen. Eine VEL ist für Kinder aller Altersstufen als Dauertropfinfusion (10 ml/kg/h) und als manuell verabreichter Volumenbolus (10–20 ml/kg) geeignet. In Volumenmangelsituationen im Rahmen eines hämorrhagischen Schocks, in denen ein wiederholter kristalloider Volumenbolus keinen ausreichenden Erfolg zeigt, kann als Kolloid Gelatine 4% eingesetzt werden. Bei Säuglingen und Kleinkindern sollten Dauertropfinfusionen mit Durchflussregler oder per Infusionsspritzenpumpe und Volumenboli per manueller Injektion mittels 50-ml-Spritze appliziert werden. **Wichtig: Es dürfen keine hypotonen und/oder glucosehaltigen „Pädiatrie“-Lösungen vorgehalten werden!** Sollte bei kleinen Säuglingen ausnahmsweise eine kontinuierliche Glucosezufuhr erforderlich sein, so kann durch Zusatz von 20 ml Glucose 40% ( $\leq$  8 g Glucose) in eine 500-ml-Flasche VEL eine 1,5%ige Glucoselösung hergestellt werden [37].

## Zusammenfassung

**Dieser Beitrag gibt eine praxistaugliche und leitlinienkonforme Empfehlung zur medizinischen Ausrüstung für die Akutversorgung lebensbedrohlicher Kindernotfälle. Ziel ist eine Verbesserung der Versorgungsqualität von Kindern in der präklinischen Notfallmedizin.**

**Die Autoren und beteiligten Fachgesellschaften wollen damit auch den Anstoß zu einer weitestgehenden Standardisierung über Grenzen eines rettungsdienstlichen Versorgungsgebietes hinaus geben. Bei der Seltenheit kindlicher Notfälle führt dies zur größeren Sicherheit beim versorgenden Team und damit indirekt zu einer verbesserten Versorgungsqualität.**

## Literatur

1. Andersen LW, Raymond TT, Berg RA, et al: Association Between Tracheal Intubation During Pediatric In-Hospital Cardiac Arrest and Survival. *JAMA* 2016;316(17):1786–1797
2. Albrech M, Berner J, Altemeyer KH: Kindernotfälle im Luftrettungsdienst. *Notfall Rettungsmed* 2000;3:156–169
3. Bai W, Golmirzaie K, Burke C, et al: Evaluation of emergency pediatric tracheal intubation by pediatric anesthesiologists on inpatient units and the emergency department. *Pediatric Anesthesia* 2016;26:384–391
4. Ballnus S, Möller JC, Friedrich HJ: Evaluation der dokumentierten notärztlichen Versorgung von Kindern im Einzugsgebiet des Universitätsklinikums Lübeck. *Notarzt* 2002;18:187–191
5. Becker TK, Schomerus F, Hinkelbein J, Kerner T, Genzwürker H: Die Aussagen der deutschen Rettungsdienstgesetze zur Ausstattung arztbesetzter Rettungsmittel. *Notarzt* 2016;32:24–29
6. Bernhard M, Gräsner JT, Gries A, Fischer M, Böttiger BW, Helm G, Eich C, Landsleitner B, Weiss M, Strauß K, Becke K: Die intraossäre Infusion in der Notfallmedizin – Empfehlungen des Wissenschaftlichen Arbeitskreises Notfallmedizin und des Wissenschaftlichen Arbeitskreises Kinderanästhesie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin. *Anästh Intensivmed* 2010;51:S615–S620
7. Bernhard M, Helm M, Luiz T, Kumpch M, Halner C, Meyburg J, Gries A: Pädiatrische Notfälle in der prähospitalen Notfallmedizin – Implikationen für die Notarztqualifikation. *Notfall Rettungsmed* 13: online publiziert am 22.12.2010
8. Borland M, Jacobs I, King B, O'Brien D: 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
9. Borland ML, Clark LJ, Esson A: Comparative review of the clinical use of intranasal fentanyl versus morphine in a paediatric emergency department. *Ped Emerg Med Australas* 2008;20:515–520
10. Brenner T, Bernhard M, Helm M, et al: Comparison of two intraosseous infusion systems for adult emergency medical use. *Resuscitation* 2008;78:314–319
11. Bundesärztekammer (BÄK), Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV), Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF): Nationale Versorgungsleitlinie Asthma, 2. Auflage. 2009 – Gültigkeit abgelaufen, NVL in Überprüfung. <http://www.versorgungsleitlinien.de/themen/asthma>
12. Cherif A, Sayadi M, Ben Hamida H, Ben Ameur K, Mestir K: Évaluation des erreurs d'administration des médicaments injectables en néonatalogie. *Ann Pharm Fr* 2015;73:461–470
13. Demirkaya S: Respiratorische Notfälle und Atemwegsmanagement im Kindesalter. *Med Klin Intensivmed Notfmed* 2015;110:328–337
14. Deutsches Institut für Normung (www.din.de), Normenausschuss Medizin (NAMed) im DIN, Normenausschuss Rettungsdienst und Krankenhaus (NARK) im DIN: DIN 13232 Notfall-Ausrüstung. Beuth Verlag, Berlin 2011
15. Eich C, Roessler M, Russo SG, Heuer JF, Nemeth M, Timmermann A: Characteristics and outcome of prehospital paediatric intubations performed by anaesthesia-trained emergency physicians. *Resuscitation* 2009;80:1371–1377
16. Eisenberg MA, Green-Hopkins I, Werner H, et al: Comparison Between Direct and Video-assisted Laryngoscopy for Intubations in a Pediatric Emergency Department. *Acad Emerg Med* 2016;23: 870–877
17. Erb T, Frei FJ: Die Wahl des endotrachealen Tubus beim Säugling und Kleinkind: Mit oder ohne Cuff? *Anaesthesia* 2001; 50:395–400
18. Erker CG, Santamaria M, Möllmann M: Hilfsmittel für die Dosierung von Notfallmedikamenten im Kindesalter. *Anaesthesia* 2012;61:965–970
19. Erker CG, Möllmann M: Off label use von Notfallmedikamenten im Kindesalter – Grenzen und Grauzonen der Medikamentenzulassung. *Anaesthesia* 2013;62: 130–136
20. Gausche M, Lewis RJ, Stratton SJ, Haynes BE, Gunter CS, Goodrich SZ, Poore SM, McCollough MD, Henderson DP, Pratt FD, Seidel JS: Effect of out-of-hospital pediatric endotracheal intubation on survival and neurological outcome. *JAMA* 2000;283:783–790
21. Gries A, Zink W, Bernhard M, Messelken M, Schlechtriemen T: Einsatzrealität im Notarztdienst. *Notfall Rettungsmed* 2005;8:391–398
22. Heinzel O, Daub J, Heimberg E, Gloning H, Hoffmann F: Ausrüstung für Kindernotfälle – Praktische Empfehlungen für Klinik und Praxis. *Monatsschr Kinderheilkd* 2012;160:1137–1146
23. Hoffmann F, Deanovic D, Becker A, Weiss M, Nicolai T: Der Kindernotarzt-koffer – Empfehlungen zur Ausstattung anhand eines Vergleich zweier Zentren. *Notfall Rettungsmed* 2007;10:124–134
24. Hoyle JD, Davis AT, Putman KK, Trytko JA, Fales, WD: Medication dosing errors in pediatric patients treated by emergency medical services. *Prehosp Emerg Care* 2012;16:59–66
25. Kaufmann J, Laschat M, Wappler F: Hilfsmittel zur Vermeidung von Medikamentenfehlern bei Kindernotfällen. *Volume* 2013;62:143–145
26. Keil J, Jung P, Schiele A et al: Interdisziplinär konsentierte Stellungnahme zum Atemwegsmanagement mit supraglottischen Atemwegshilfen in der Kindernotfallmedizin - Larynxmaske ist State-of-the-art. *Anaesthesia* 2016;65: 57–66
27. Kerrey BT, Rinderknecht AS, Geis GL, Nigrovic LE, MD, MPH, Mittiga MR: Rapid Sequence Intubation for Pediatric Emergency Patients: Higher Frequency of Failed Attempts and Adverse Effects Found by Video Review. *Ann Emerg Med* 2012;60:251–259
28. Landsleitner B, Eich C, Weiss M, Nicolai T: Praktisches Atemwegsmanagement bei Kindern. *Notfall Rettungsmed* 2011;14:526–534
29. Landsleitner B, Schroth M: Analgesie und Anästhesie bei Kindernotfällen. *Notfall Rettungsmed* 2014;17:95–104
30. Maconochie IK, Bingham R, Eich C, et al: European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015 - Section 6. Paediatric life support. *Resuscitation* 2015;95:223–248
31. Ring J, Beyer K, Biedermann T, Bircher A, Duda D, Fischer, et al: Guideline for acute therapy and management of anaphylaxis. S2 guideline of DGAI, AeDA, GPA, DAAU, BVKJ, ÖGAI, SGAI, DGAI, DGP, DGPM, AGATE and DAAB. *Allergo J Int* 2014;23:96–112
32. RKI-Ratgeber für Ärzte: Meningokokken-Erkrankungen (Stand: 07.04.2016). [http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Merkblaetter/Ratgeber\\_Meningokokken.html](http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Merkblaetter/Ratgeber_Meningokokken.html)
33. Russo SG, Trieschmann U, Nicolai T: Atemwegsmanagement bei Kinder in Notfallsituationen. *Notfall Rettungsmed* 2014;17:105–111
34. Schlechtriemen T, Masson R, Burghofer K, Lackner C, Altemeyer K: Pädiatrische Notfälle in der prähospitalen Notfallmedizin – Schwerpunkte des Einsatzspektrums im bodengebundenen Rettungsdienst und in der Luftrettung. *Anaesthesia* 2005; 55:255–262
35. Schmidt J, Strauß JM, Becke K, Giest J, Schmitz B: Handlungsempfehlung

- zur Rapid-Sequence-Induction im Kindesalter. *Anaesth Intensivmed* 2007; 48:S88–S93
36. Sparr HJ, Jöhr M: Succinylcholin-update. *Anaesthesia* 2002;51:565–575
37. Sümpelmann R, Becke K, Brenner S, Breschan C, Eich C, Höhne C et al: S1-Leitlinie Perioperative Infusionstherapie bei Kindern. AWMF Registernummer 001–032, 2016. <http://www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/001-032.html>
38. Thöns M, Sefrin P: Vorhaltung notfallmedizinischen Equipments für den Kindernotfall. *Notarzt* 2007;23:117–122
39. Timmermann A, Russo SG, Roessler M, Braun U, Rosenblatt WH, Quintel M: The out-of-hospital esophageal and endobronchial intubations performed by emergency physicians. *Anesth Analg* 2007;104:481–483
40. Trappe U, Reifferscheid F, Thiele J, Hoedtke J, Jung P: Aktionsplan Sichere Notfallnarkose bei Kindern. *Notarzt* 2016;32:244–253
41. Truhlar A, Deakin CD, Soar J, et al: European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 4. Cardiac arrest in special circumstances. *Resuscitation* 2015;95:148–201
42. von Ungern-Sternberg BS, Habre W, Erb TO, Heaney M: Salbutamol premedication in children with a recent respiratory tract infection. *Pediatric Anaesthesia* 2009;19:1064–1069
43. Vijayakumar A, Sharon EV, Teena J, Nobil S, Nazeer I: A clinical study on drug-related problems associated with intravenous drug administration. *J Basic Clin Pharm* 2014;5:49–53
44. Wang HE, Mann NC, Mears G, Jacobson K, Yealy DM: Out-of-hospital airway management in the United States. *Resuscitation* 2011;82:378–385
45. Weiser G, Hoffmann Y, Galbraith R, Shavit I: Current advances in intraosseous infusion – A systematic review. *Resuscitation* 2012;83:20–26
46. Weiss M, Schmidt J, Eich C, Stelzner J, Trieschman U, Müller-Lobeck L et al: Handlungsempfehlung zur Prävention und Behandlung des unerwartet schwierigen Atemwegs in der Kinderanästhesie. *Anaesth Intensivmed* 2011;52 Suppl. 3: 54–63
47. Weiss M, Gerber AC: Geblockte Tuben bei Kindern – Rationaler und sicherer Einsatz. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2012;47: 232–237
48. Wyllie J, Bruinenberg J, Roehrd CC, Rüdiger M, Trevisanuto D, Urlesberger B: European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015 – Section 7. Resuscitation and support of transition of babies at birth. *Resuscitation* 2015;95:249–263
49. Wolfe TR, Braude DA: Intranasal Medication Delivery for Children: A Brief Review and Update. *Pediatrics* 2010; 126:532–537.

## Korrespondenzadresse



**Dr. med.  
Bernd Landsleitner**

Abteilung für Anästhesie und Intensivmedizin  
Cnopsche Kinderklinik / Klinik Hallerwiese  
Diakonie Neuendettelsau  
St.-Johannis-Mühlgasse 19  
90419 Nürnberg, Deutschland  
E-Mail: bernd.landsleitner@diakonieneuendettelsau.de

### Für die Sektion „Pädiatrische Intensiv- und Notfallmedizin“ der DIVI (in alphabetischer Reihenfolge):

#### Eich C.

Abteilung Anästhesie, Kinderintensiv- und Notfallmedizin, Kinder- und Jugendkrankenhaus AUF DER BULT, Hannover

#### Heinzel O.

Klinik für Kinder- und Jugendmedizin, Universitätsklinikum Tübingen

#### Hoffmann F.

Kinderklinik und Kinderpoliklinik im Dr. von Haunerschen Kinderspital, Klinikum der Ludwig-Maximilians-Universität München

#### Jung P.

Klinik für Kinder- und Jugendmedizin, Neonatologische/pädiatrische Intensivstationen 49i/12n, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Lübeck

#### Landsleitner B.

Abteilung für Anästhesie und Intensivmedizin, Cnopsche Kinderklinik / Klinik Hallerwiese, Diakonie Neuendettelsau, Nürnberg

#### Nicolai T.

Kinderklinik und Kinderpoliklinik im Dr. von Haunerschen Kinderspital, Klinikum der Ludwig-Maximilians-Universität München

### Für den Wissenschaftlichen Arbeitskreis „Kinderanästhesie“ (WAKKA) der DGAI (in alphabetischer Reihenfolge):

#### Eich C.

Abteilung Anästhesie, Kinderintensiv- und Notfallmedizin, Kinder- und Jugendkrankenhaus AUF DER BULT, Hannover

#### Landsleitner B.

Abteilung für Anästhesie und Intensivmedizin Cnopsche Kinderklinik / Klinik Hallerwiese, Diakonie Neuendettelsau, Nürnberg

### Für den Wissenschaftlichen Arbeitskreis „Notfallmedizin“ (WAKN) der DGAI (in alphabetischer Reihenfolge):

#### Grässner J.-T.

Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel, Institut für Rettungs- und Notfallmedizin, Kiel

#### Landsleitner B.

Abteilung für Anästhesie und Intensivmedizin, Cnopsche Kinderklinik / Klinik Hallerwiese, Diakonie Neuendettelsau, Nürnberg

#### Schaumberg A.

Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin, Simulationszentrum für Anästhesie und Notfallmedizin, Universitätsklinikum Giessen und Marburg GmbH – Standort Giessen

### Für die Gesellschaft für Neonatologie und Pädiatrische Intensivmedizin (GNPI) (in alphabetischer Reihenfolge):

#### Heinzel O.

Klinik für Kinder- und Jugendmedizin, Universitätsklinikum Tübingen

#### Hoffmann F.

Kinderklinik und Kinderpoliklinik im Dr. von Haunerschen Kinderspital, Klinikum der Ludwig-Maximilians-Universität München

#### Jung P.

Klinik für Kinder- und Jugendmedizin, Neonatologische/pädiatrische Intensivstationen 49i/12n, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Lübeck

#### Nicolai T.

Kinderklinik und Kinderpoliklinik im Dr. von Haunerschen Kinderspital, Klinikum der Ludwig-Maximilians-Universität München