

Präklinische Versorgung von Kindernotfällen

Zusammenfassung

Weil präklinische Kindernotfälle meist von nicht-spezialisierten Teams und immer in einer nicht optimierten Umgebung durchgeführt werden müssen, bedarf es klarer und einfach umsetzbarer Handlungsstränge. Diese werden vor allem von den Reanimationsleitlinien zur Verfügung gestellt, die auch weit über die eigentliche Wiederbelebung hinaus für die meisten wichtigen Situationen Empfehlungen entsprechend der genannten Prämisse anbieten. Für die technische Umsetzung der Atemweg-sicherung ist vor allem die Larynxmaske, für den Zugang zum Venensystem die intraossäre Nadel essenziell. Alle Aus-rüstungsgegenstände müssen für alle Altersstufen vorgehalten werden. Mit einfachen Grundregeln und der Unterstützung durch Referenzquellen und Hilfsmittel kann die Sicherheit bei der medikamentösen Therapie erhöht werden. Durch gründliche individuelle und institutionelle Vorbereitung auf den Kindernotfall kann eine sichere Primär-versorgung gewährleistet und das Kind der weiterführenden Therapie durch Experten zugeführt werden.

Summary

Because prehospital paediatric emergency care is commonly rendered by non-specialist teams, always operating in a suboptimal environment, simple and feasible treatment recommendations are required. First and foremost, these are provided by the resuscitation guide-

Prehospital paediatric emergency care

J. Kaufmann^{1,2} · M. Laschat¹ · F. Wappler^{1,2}



www.ai-online.info

► **Zitierweise:** Kaufmann J, Laschat M, Wappler F: Präklinische Versorgung von Kindernotfällen. *Anästh Intensivmed* 2020;61:026–037. DOI: 10.19224/ai2020.026

lines, which provide recommendations consistent with the above premise not only for cardiac arrest but for most other important situations. The laryngeal mask airway and the intraosseous needle are essential technical adjuncts for airway management and venous access respectively. Equipment must be provisioned for each and every age bracket. Simple basic principles and support provided by references and aids can increase the safety of drug administration. Sound individual and institutional preparations for paediatric emergencies ensure safe initial care of the child prior to ongoing treatment provided by specialists.

Einleitung

Bei präklinischen Kindernotfällen kommt es vor allem darauf an, auf dem Boden einer realistischen Analyse der Gegebenheiten und der vorhandenen Ressourcen Strategien zu entwickeln, die eine Versorgung möglichst nah am Optimum gewährleisten. Dazu sind Kompromisse unerlässlich, denn die präklinische Versorgungssituation kann beispielsweise aufgrund des Ortes, an dem sie durchgeführt werden muss (z.B. auf der Straße), per se nicht optimal sein. Aber auch die personellen Kompetenzen und technischen Ressourcen sind nicht identisch mit denen einer spezialisierten Einrichtung wie einer Kindernotaufnahme. In der Präklinik sind pädiatrische Notfälle und beispielsweise Intubationen zusätzlich so selten, dass keine

Zertifizierte Fortbildung

CME online

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

- 1 Abteilung für Kinderanästhesie, Kinderkrankenhaus der Kliniken der Stadt Köln gGmbH (Direktor: Prof. Dr. F. Wappler)
- 2 Fakultät für Gesundheit, Universität Witten/Herdecke (Dekan: Prof. Dr. S. Wirth)

Schlüsselwörter

Präklinische Notfälle – Kinder – Medikamentensicherheit – Handlungsempfehlungen

Keywords

Prehospital emergency care – Children – Drug safety – Treatment recommendations

solide Erfahrung bei alleiniger Tätigkeit in diesem Versorgungsumfeld gesammelt werden kann [1].

Über 80% der Notärzte fürchten sich vor einer Überforderung bei Kindernotfällen oder haben eine solche bereits erlebt [2].

Vielschichtige Defizite wurden bei simulierten Szenarien [3] und in der präklinischen Versorgung beschrieben [4]. Beispielsweise traten bei über 2/3 der Kinder mit einem Schädelhirntrauma Probleme bei der endotrachealen Intubation auf, während dies nur bei 1/5 der Erwachsenen in der gleichen Versorgungsstruktur der Fall war. Und während bei 86% der Erwachsenen in der gleichen Untersuchung erfolgreich ein Venenzugang etabliert werden konnte, war dies nur bei 66% der Kinder der Fall [5]. Die **Reanimationsleitlinien des europäischen Rates für Wiederbelebung (ERC)** stellen fest, dass aufgrund der vorhandenen Limitationen diese Empfehlungen vor allem „einfach und umsetzbar“ sein müssen [6]. Auch wenn dies für eine Präambel einer Leitlinie zunächst bemerkenswert erscheint, liegt in eben diesem Grundcharakter, Kompromisse einzugehen, deren Anwender nicht zu überfordern und klare, gut merkbare und umsetzbare Handlungsstränge aufzuzeigen, ihre größte Qualität. Genau dadurch leistet diese Leitlinie einen essenziellen Beitrag für eine sichere Versorgung von Kindern bei Notfällen.

Aufgrund der genannten Voraussetzungen berücksichtigt die vorliegende Übersichtsarbeit alle empfohlenen Maßnahmen und Hilfsmittel auch bezüglich ihrer Umsetzbarkeit und Effektivität. Besonders solche Maßnahmen werden in den Vordergrund gestellt, die entweder unverzichtbar sind (z.B. die intraossäre Nadel) oder von denen bei geringem Aufwand ein hoher Nutzen für die Sicherheit bei der Versorgung von Kindernotfällen zu erwarten ist (z.B. die Larynxmaske). Ein möglicher Wunsch, dass präklinische Kindernot-

fälle ausschließlich durch ausgewiesene Experten für diese Patientenklientel versorgt werden, stellt ein Gegenbeispiel für einen sicher unüberwindbar großen Aufwand dar, zumal gar nicht genug derartiges Personal zur Verfügung stehen würde. Durch gute Vorbereitung und Training „im geschützten Raum“ (z.B. Simulation), Kenntnis der aktuellen, einfach strukturierten Behandlungsrichtlinien sowie das Nutzen von Hilfsmitteln ist eine sichere Versorgung auch durch nicht spezialisierte Notfallmediziner möglich [7].

Typische Herausforderungen

Sicherung der Oxygenierung

Bedeutung der Beatmung bei Kindernotfällen

Im Gegensatz zur Reanimation des Erwachsenen, bei der in den meisten Fällen kardiale Ursachen einem Herzstillstand zugrunde liegen, sind bei Kindern vor allem präklinisch meist **respiratorische Gründe** führend [8]. Der Herzstillstand tritt hier somit meist in Folge einer respiratorisch bedingten Hypoxie des Myokards auf. Während der Erwachsene mit einem idealerweise rasch durch Defibrillation beendeten kardiozirkulatorischen Stillstand bei Kammerflimmern keine Phase einer Gewebshypoxie erfahren haben muss, ist der respiratorisch bedingte Herzstillstand des Kindes somit Folge einer bereits bestehenden schweren Organschädigung. Dies ist ein wichtiger Grund dafür, dass bei Säuglingen ein Überleben einer präklinischen Reanimation seltener vorkommt als bei Jugendlichen oder Erwachsenen [9]. Eine günstigere Überlebensrate hingegen von Kindern mit den seltenen Fällen eines defibrillierbaren kardialen Rhythmus (ca. 5% der Fälle) unterstreicht ebenso den genannten Mechanismus.

Aufgrund der typischen Pathophysiologie des Herzstillstands sind bei der Wiederbelebung von Kindern die Oxygenierung und die Beatmung die wichtigsten Maßnahmen.

- Mit klarer Evidenz und von allen internationalen Leitlinien festgestellt, ist eine Reanimation eines Neugeborenen **ohne eine erfolgreiche Beatmung nicht möglich** und eine Herzdruckmassage bei fehlender Beatmung sogar weder hilfreich noch indiziert [10,11].
- Während bei der Reanimation von Erwachsenen mindestens durch telefonisch angeleitete Laien auf eine Beatmung verzichtet und alleinige Herzdruckmassage durchgeführt werden kann [12], zeigt sich bei der Reanimation von Kindern ein erheblicher Vorteil im Überleben mit gutem neurologischen Ergebnis, wenn Laien zusätzlich zur Herzdruckmassage **auch beatmen** [13].
- In einer weiteren Arbeit, die präklinische Reanimationen von Kindern beobachtet hat, war die konventionelle Reanimation mit Beatmung ebenso überlegen. Eine relativ kleine Gruppe von Kindern, bei denen nur eine Beatmung ohne Herzdruckmassage durchgeführt wurde, zeigte sogar ein noch besseres „gutes neurologisches“ Überleben [14]. Auch wenn diese Gruppe zu klein war, um ein statistisch eindeutiges Ergebnis zu liefern, unterstreicht diese Feststellung die **Bedeutung einer Beatmung für das Überleben von Kindern auch jenseits der Neugeborenenperiode**.
- Zusätzlich zeigt die klinische Erfahrung sehr deutlich, dass auch **Säuglinge und Kleinkinder nicht ohne Beatmung zu wiederbeleben sind**. Dementsprechend sind Maßnahmen und Hilfsmittel, die eine sichere Beatmung von Kindern ermöglichen, unverzichtbar und zeigen bei geringem Aufwand eine erhebliche Auswirkung auf das Überleben der Patienten.

Auch außerhalb von Wiederbelebungen kommt der Oxygenierung und Beatmung von Kindern eine zentrale Rolle zu. Dies liegt vor allem an den geringen Reserven, die Kinder aufgrund ihres relativ **hohen Sauerstoffbedarfs** und **geringen pulmonalen Residualvolumens** in Bezug auf ihr Körpergewicht haben, weswegen

es schon wenige Sekunden nach einem Atemstillstand zum **Sättigungsabfall** kommt. Die Anatomie hingegen ist mit einem hoch sitzenden Kehlkopf gegenüber Erwachsenen sogar vorteilhaft, und tatsächlich schwierige Atemwege werden erheblich seltener beobachtet. Nachweislich kann durch Erfahrung und klare Handlungsstränge die Sicherheit im Umgang mit kindlichen Atemwegen erheblich verbessert werden.

Sicherung des Atemwegs

Nur zirka 5% aller präklinischen Notfälle in Deutschland betreffen Kinder, von denen wiederum nur zirka 5% endotracheal intubiert werden müssen. Statistisch kommt dadurch jeder Notarzt durchschnittlich alle drei Jahre dazu, präklinisch ein Kind zu intubieren und alle 13 Jahre einen Säugling [1].

Alleine durch die notärztliche Tätigkeit kann keine Routine im Umgang mit dem kindlichen Atemweg erreicht werden.

Aber auch bei Notfallintubationen in einer Kindernotaufnahme durch dort tätige Kinderärzte wurden schwere Abfälle der Sauerstoffsättigung bei fast der Hälfte der Kinder beobachtet; bei 2 von 116 Kindern kam es sogar zu einem **hypoxiebedingten Herzstillstand** [15]. Eine **präklinische Intubation** mit geringer Rate an Komplikationen und hoher Erfolgsquote kann nur von einem Arzt erreicht werden, der im Alltag regelmäßig Kinder intubiert. Aus den genannten Gründen stellen die ERC-Leitlinien fest, dass nur Personen, die eine Präoxygenierung, die Medikation zur Intubation und die Technik der endotrachealen Intubation sicher beherrschen, eine präklinische Intubation erwägen sollten [6]. In allen anderen Fällen sollten primär **supraglottische Atemweghilfsmittel** verwendet werden. Keinesfalls dürfen wiederholte Intubationsversuche unternommen werden, weil prolongierte Apnoezeiten entstehen können und durch Schwellungen und Blutungen der Atemweg vollständig verloren gehen kann.

Eine präklinische Untersuchung unter Einschluss von über 800 Kindern mit

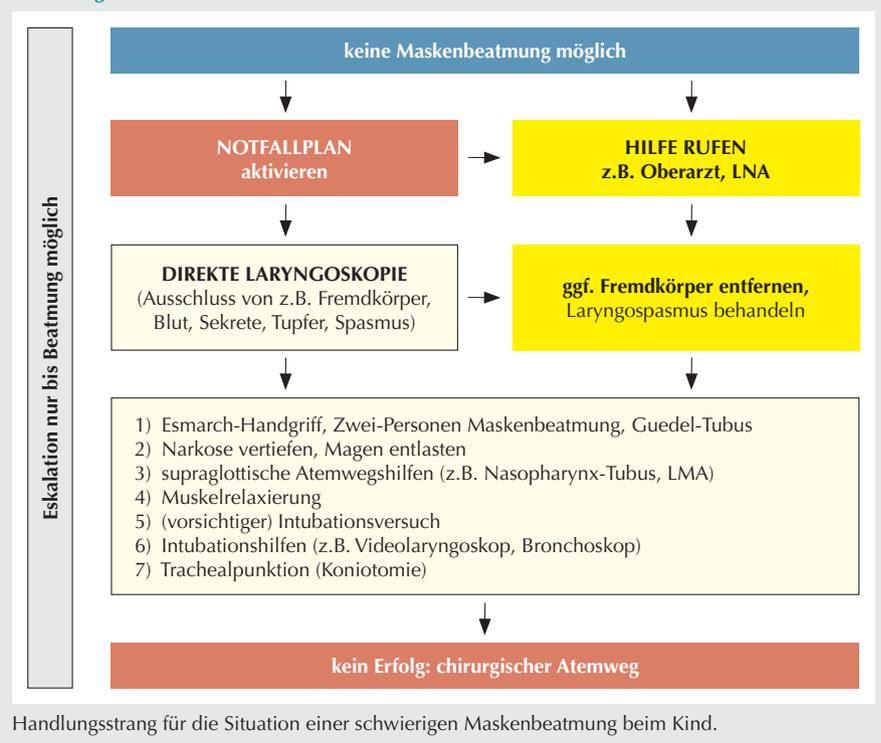
schwerwiegenden Krankheitsbildern (Reanimationen, Polytraumen und Schädelhirntraumen) konnte keinen Unterschied bezüglich des Überlebens oder des neurologischen Ergebnisses zeigen, wenn diese primär erfolgreich endotracheal intubiert oder mit Maskenbeatmung ventilert worden waren [16]. Weil also selbst eine erfolgreiche Intubation das Ergebnis der Behandlung nicht günstig zu beeinflussen vermag, muss ihre Notwendigkeit grundsätzlich hinterfragt werden. Die Maskenbeatmung als alleiniges Verfahren zur Beatmung ist präklinisch dennoch sicher auch nicht ideal. Sie bindet mindestens eine Person vollständig und zudem kommt es vor, dass diese schwierig durchzuführen ist. Spätestens dann wird der Einsatz eines supraglottischen Atemweghilfsmittels notwendig.

Für die Situation, dass eine Maskenbeatmung nicht erfolgreich ist, muss ein klarer und einfacher Handlungsstrang unmittelbar abrufbar und umsetzbar sein (Abb. 1). Die gezeigten Maßnahmen sollen von oben nach unten schrittweise

eskalieren, bis die Beatmung des Kindes gelingt. Das gezeigte Schema entspricht weitestgehend den Empfehlungen des Wissenschaftlichen Arbeitskreises Kinderanästhesie (WAKKA) der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V. (DGAI) [17]. Aus Sicht der Autoren ist jedoch eine **Laryngoskopie** besonders präklinisch frühzeitig durchzuführen, um frühzeitig eine Verlegung des Mundrachenraums mit einem Fremdkörper oder Sekreten zu erkennen. Dabei ist nicht entscheidend, mit dem Laryngoskop eine tiefe Position wie bei der Intubation zu erzwingen. Alleine das Öffnen und Beleuchten des Mundes kann die genannten Probleme detektieren und ein Absaugen oder Fassen mit einer Magill-Zange ermöglichen.

Es ist extrem unwahrscheinlich, dass bei unmittelbarer und vollständiger Umsetzung der gezeigten Maßnahmen spätestens mit Einsatz der Larynxmaske keine Beatmung möglich ist.

Abbildung 1



Die Autoren schließen sich dennoch aufgrund eigener Erfahrungen nicht den Handlungsempfehlungen des WAKKA an, dass **invasive Verfahren** (Koniotomie, Tracheotomie, chirurgischer Atemweg) nie notwendig sind. Bei Kleinkindern und Säuglingen ist eine Punktions-Koniotomie nicht realistisch durchführbar, denn hier befindet sich die engste Stelle des kindlichen Atemwegs und durch den kurzen Hals wird der Anwender zu einer sehr steilen Punktion gezwungen [18,19]. Daher sollte eher eine ebenfalls schwierige Punktions-Tracheotomie versucht werden, bei der flacher punktiert werden kann und die Trachea ein größeres Lumen bietet [20]. Wenn irgend möglich, wäre aber eine operative Eröffnung der Trachea zu bevorzugen, die ein erfahrener Operateur (auch Kinderchirurg) innerhalb weniger Minuten durchführen kann [21].

Sowohl für die elektive Verwendung als auch in Notfallsituationen stellt die **Larynxmaske (LM)** das am besten mit guten klinischen Studien untersuchte, am häufigsten eingesetzte und somit am ehesten zu empfehlende supraglottische Atemweghilfsmittel für Kinder ab 1,5 kg Körpergewicht (KG) dar [22]. Die Evidenz für den **Larynxtubus (LT)** ist bei weitem nicht vergleichbar und besteht lediglich in einzelnen Untersuchungen mit erfolgreichem Einsatz bei Kindern ab 10 kg Körpergewicht. Dennoch kommt der LT überraschend häufig präklinisch zum Einsatz. Gemäß eines aktuellen Konsens verschiedener Fachgesellschaften muss davon abgeraten werden, nur den LT vorzuhalten und auf die LM als klar „besseres“ Atemweghilfsmittel zu verzichten. Ebenfalls nicht ideal erscheint es, durch Vorhalten beider Hilfsmittel (LM und LT) Verwirrung zu begünstigen sowie erhöhte Kosten und größeren Platzbedarf zu erzeugen [22]. Mindestens für eine kurze Überbrückung, während einer Intubation oder wenn weder eine LM noch ein LT vorhanden sind, kann mit einem **nasopharyngealen Tubus** („Rachentubus“; nasal eingeführter Tubus in Wendl-Position) unter manuellem Verschluss des Mundes und des gegenüberliegenden Nasenloches fast immer

eine suffiziente Beatmung durchgeführt werden. Alle genannten Hilfsmittel und Techniken sollten zwingend vor der Versorgung von Kindern im Rahmen von Hospitationen in der Kinderanästhesie oder durch die Teilnahme an Simulationsszenarien geübt werden.

Sicherung des Kreislaufs

Altersgerechte Blutdruckwerte

Es besteht gute Evidenz dafür, dass altersgerechte Blutdruckwerte (Tab. 1) selbst in Notfallsituationen mit erhöhtem Hirndruck ein adäquates Therapieziel darstellen [23], also erreicht, aber auch nicht überschritten werden sollten [24]. Genauso klar ist auch, dass schwerwiegende Schädigungen drohen, wenn diese nicht erreicht werden.

Rationale Infusionstherapie

Basis der Sicherung eines ausreichenden Kreislaufs ist die **adäquate Volumentherapie**, bei der ausschließlich Vollelektrolytlösungen zum Einsatz kommen dürfen, weil sonst Hyponatriämie und Hirnödeme drohen. Bei Säuglingen (unter einem Jahr) ist der Einsatz von derartigen Lösungen mit einem **zusätzlichen Zuckergehalt (1%)** sinnvoll, soweit sie im Rettungsdienst vorgehalten werden. Auf ein eigenes „Mischen“ einer solchen Lösung sollte aber aus Sicherheitsaspekten verzichtet werden. Stattdessen kann durch **intravenöse Bolusgaben von 0,1–0,2 g/kg KG Glukose** ein niedriger Blutzucker ausgeglichen werden. Dieser

soll zu alledem grundsätzlich bei jedem Säugling oder unklarer Bewusstseinslage kontrolliert werden.

Am besten geeignete Infusionen für den Grundbedarf und zum Ausgleich bestehender Defizite sind balancierte Vollelektrolytlösungen mit Azetat-Puffer.

Der **Grundbedarf** kann über die **4-2-1-Regel** berechnet werden:

- 4 ml/kg/h für jedes kg der ersten 10 kg KG,
- 2 ml/kg/h für jedes weitere der nächsten 10 kg KG,
- 1 ml/kg/h für jedes folgende kg KG.

Um bestehende Defizite beispielsweise durch Nüchternheit auszugleichen, sollte in Anlehnung an die Empfehlungen zur perioperativen Infusionstherapie für die erste Stunde der Grundbedarf pauschal mit 10 ml/kg/h berechnet werden [26]. Kinder mit einer Exsikkose, welche oft im Zusammenhang von Durchfall und Erbrechen oder aufgrund mangelhaften Trinkens bei schlechtem Allgemeinzustand besteht, benötigen größere Flüssigkeitsmengen. Durch Wiegen oder klinische Abschätzung kann eine Kategorisierung eines bestehenden Flüssigkeitsdefizites erfolgen (Tab. 2, übernommen aus [27]). Neben den genannten Zeichen kann ein atemabhängiges Schwanken der pulsoximetrisch abgeleiteten Pulswelle als Hinweis auf einen schweren Volumenmangel dienen.

Tabelle 1

Als sicher geltende altersabhängige Blutdruckwerte (min – max) [25].

Altersklasse	Altersgerechte Blutdruckwerte	
	systemischer Wert	Mitteldruck
Frühgeborene (orientierend)	Mitteldruck = Gestationsalter in Woche	
Frühgeborene	55–75	35–45
0–3 Monate	65–85	45–55
3–6 Monate	70–90	50–65
6–12 Monate	80–100	55–65
1–3 Jahre	90–105	55–70
3–6 Jahre	95–110	60–75
6–12 Jahre	100–120	60–75
> 12 Jahre	110–135	65–85

Tabelle 2

Abschätzen des Flüssigkeitsverlustes (Dehydratation) anhand klinischer Zeichen [27].

Zeichen und Symptome	minimale/keine Dehydratation	leichte/mittelschwere Dehydratation	schwere Dehydratation
Gewichtsverlust	<3%	3–8%	≥9%
Bewusstsein, AZ	normal	unruhig, irritabel oder müde	apathisch, lethargisch, bewusstlos
Trinkvermögen	normal	durstig, gierig zu trinken	trinkt schlecht oder unfähig zu trinken
Herzfrequenz	normal	normal bis erhöht	Tachykardie; sehr schwer: Bradykardie
Pulsqualität (Vergleich zentrale vs. periphere Pulse)	normal	normal bis vermindert	schwach bis nicht tastbar
Atmung	normal	normal bis vertieft; ↑AF	vertiefte Atmung (Azidose!)
Augen	normal	eingesunken	tief eingesunken
Tränen	vorhanden	vermindert	fehlend
Schleimhäute	feucht	trocken	ausgetrocknet
Hautfalten	verstreichen sofort	verstreichen verlangsamt, aber ≤2 s	stehen >2 s
kapilläre Refüllung	normal	verlängert (<3 s)	stark verlängert (>3 s)
Urinproduktion	normal	reduziert	Oligurie oder Anurie
Flüssigkeitsverlust (ml/kg KG)*	<30	leicht 30–50 mittelschwere 50–100	>100

AF: Atemfrequenz; AZ: Allgemeinzustand; KG: Körpergewicht;

*gilt für Kinder <6. Lebensjahr; bei Schulkindern und Erwachsenen sind die Volumina pro kg KG aufgrund des relativ kleineren Extrazellulärraumes niedriger.

Bei kreislaufrelevanten Defiziten und in jeder Situation unklarer Ursache eines nicht ausreichenden Blutdrucks sollten **20 ml/kg KG als Volumenbolus** gegeben werden und eine Re-Evaluation erfolgen [6]. Bei Kindern mit Fieber bei schwerwiegenden Infektionserkrankungen (v.a. Pneumonie, Sepsis) sind aufgrund aktueller Erkenntnisse derartige Volumengaben möglichst nur einmalig geboten [28] und frühzeitig Katecholamine einzusetzen. Auch wenn besonders bei Exsikkose oder Hypovolämie manchmal mehrfache Gaben erforderlich sind, muss berücksichtigt werden, dass es durch Verdünnung des Blutes zum (ggf. weiteren) Abfall des Hämoglobin-Wertes kommt. Auch wenn die Verwendung von **Kolloiden** meist verzichtbar und ihr Nutzen unklar ist, kann ein Therapieversuch bei fehlender Stabilisierung des Kreislaufs mit 5–10 ml/kg KG unter Beachtung der vom Hersteller

angegebenen Kontraindikationen und Höchstmengen (z.B. 6% HES 130/0,42: 30 ml/kg) gerechtfertigt sein [27].

Rationale Katecholamintherapie

Ziel der Katecholamintherapie ist es, eine adäquate Perfusion mit ausreichender Oxygenierung der Organe wiederherzustellen. Bei Säuglingen und Kleinkindern ist eine erhebliche interindividuelle Variabilität der Pharmakokinetik und -dynamik [29] sowie der Wirkung der Katecholamine zu beobachten (u.a. aufgrund von individueller Rezeptordichte und intrazellulärer Antwort [30, 31]). Bei fehlender Wirkung ist es sogar empfehlenswert, die Dosierung in einer 10er-Potenz zu steigern und bei Eintritt der Wirkung herab zu titrieren [32]. Als weitere Besonderheit im Vergleich zur Versorgung von Erwachsenen ist **Dopamin** aufgrund der Studienlage auch aktuell das klinisch am häufigsten ein-

gesetzte Katecholamin bei Neugeborenen, Säuglingen und Kleinkindern [32, 33]. Tabelle 3 stellt jeweils das Katecholamin der ersten Wahl für verschiedene Ursachen eines Schockgeschehens beim Kind gemäß den aktuell gültigen Handlungsempfehlungen zusammen [34–42] und nennt „Faustregeln“ für die Vorbereitung und Dosierung mit Hilfe eines Perfusors.

Selbst im septischen Schock ist bei Kindern Noradrenalin nicht das Medikament der ersten Wahl, denn eine zu große Nachlast führt schnell zu einem Verlust an Kontraktilität [32], sodass Noradrenalin nur unter gleichzeitiger Gabe eines inotrop wirksamen Katecholamins und vorsichtig titrierend verwendet werden sollte.

In der präklinischen Versorgungssituation ist eine sichere und zeitnahe Katecholamintherapie meist schwierig umzusetzen, zumal Auswahl und Dosierungen oftmals nicht vertraut sind und beispielsweise Dopamin bzw. Perfusoren im Rettungsdienst nicht regelhaft vorgehalten werden. Daher ist es erforderlich, mit einem einfachen und sicheren Konzept eine Stabilisierung des Kreislaufs während der Transportzeit zur Kinderintensivstation oder -notaufnahme zu gewährleisten. Dazu eignet sich beispielsweise **Cafedrin/Theodrenalin** (Akrinor®). Der Hersteller gibt in der Fachinformation folgende Dosierungsempfehlung [43]: „...**Kinder: Je nach Schwere des Zustandes im 1. und 2. Lebensjahr 0,2–0,4 ml, im 3. bis 6. Lebensjahr 0,4–0,6 ml, ab 7. Lebensjahr 0,5–1,0 ml intramuskulär oder intravenös als Einzeldosis verabreichen...**“. Aus der Erfahrung heraus sollte ein Viertel dieser Dosis initial gegeben und je nach Notwendigkeit weiter titriert werden. Möglich ist auch eine Bolusgabe von 0,5 (-1) µg/kg **Adrenalin**, wobei die Wirkung hier deutlich kürzer ist und daher die Gabe gegebenenfalls wiederholt werden muss.

Durch Injektion einer 1 ml=1 mg Ampulle Adrenalin in ein Fläschchen mit 100 ml isotonischer Kochsalzlösung (NaCl 0,9%) erhält man eine Konzentration von 10 µg/ml, die mit 1 ml-Spritzen und einer Skalierung von 0,01 ml sehr exakt dosiert werden kann.

Schaffen eines Zugangs zur Medikamentengabe und Infusionstherapie

Die Anlage eines **Venenzugangs** ist bei Kindern in Notfallsituationen oft schwierig und kann beispielsweise bei Exsikkose oder unter Reanimation unmöglich sein. In solchen präklinischen Notfallsituationen ist ein **zentraler Venenkatheter** sicherlich keine geeignete Alternative.

Mit einer intraossären (i.o.) Nadel existiert ein schnelles, einfaches und sicheres Hilfsmittel, um einen Zugang zum Gefäßsystem zu schaffen.

Komplikationen sind sehr selten und Infektionen eigentlich nur bei längerer Liegedauer zu erwarten. Die aktuellen ERC-Leitlinien empfehlen bei allen **kritisch kranken Kindern**, wenn nach einer Minute kein Venenzugang etabliert werden konnte, auf eine i.o.-Nadel auszuweichen [6]. Die am besten geeignete und übliche Stelle bei Kindern ist die **obere, vordere Tibia**. Durch Hühnerknochen-Präparate besteht eine sehr realistische Möglichkeit, die Anlage einer i.o.-Nadel zu üben, was unbedingt vor Eintritt in die Tätigkeit in der Notfallmedizin geschehen soll. Lediglich bei Neugeborenen und kleinen Säuglingen unter 3 kg sind die in Deutschland weit verbreiteten automatischen Bohrer-Systeme (EZ-IO®, Firma Teleflex) ungeeignet. Weil die Spongiosa in der Tibia eines solchen Kindes eine geringe Tiefe hat, besteht die Gefahr, die hintere Kortikalis ebenfalls zu durchbohren und schwere Schädigungen bis hin zur Amputation des Unterschenkels zu verursachen [44]. Hierfür muss also eine geeignete manuelle Nadel vorgehalten werden. Die Autoren haben in der Neo-

Tabelle 3

Präklinische Katecholamintherapie beim Kind mit Kreislauf-Schock.

Art des Schocks	Katecholamin	Dosierung	Faustregeln a) Vorbereitung b) Dosierung c) Eskalationstherapie
hypodynam/kardiogen, Früh- und Neugeborene	Dopamin	5–20 µg/kg/min	a) 1 Ampulle Dopamin 5 ml = 50 mg; 1 ml = 10 mg + 29 ml NaCl 0,9% → 0,33 mg/ml b) Körpergewicht als Flussrate (ml/h) entspricht 6 µg/kg/min c) Dobutamin, Hydrokortison, Adrenalin
hypodynam/kardiogen alle anderen Altersklassen	Dobutamin	5–20 µg/kg/min	a) 1 Ampulle Dobutamin 50 ml = 250 mg; pur aufziehen; → 5 mg/ml b) ein Zehntel des Körpergewichts als Flussrate (ml/h) entspricht 8 µg/kg/min
hypovoläm	Adrenalin	0,05–2,5 µg/kg/min	a) 1 Ampulle Adrenalin 1 ml = 1 mg; 6 ml = 6 mg + 44 ml NaCl 0,9% → 0,12 mg/ml b) ein Zehntel des Körpergewichts als Flussrate (ml/h) entspricht 0,2 µg/kg/min
septisch	Adrenalin	0,05–2,5 µg/kg/min	a) 1 Ampulle Adrenalin 1 ml = 1 mg; 6 ml = 6 mg + 44 ml NaCl 0,9% → 0,12 mg/ml b) ein Zehntel des Körpergewichts als Flussrate (ml/h) entspricht 0,2 µg/kg/min c) Noradrenalin vorsichtig titriert, nur bei warmer Peripherie
ggf. zusätzlich:	Noradrenalin	0,05–2,5 µg/kg/min	a) 1 Ampulle Noradrenalin 1 ml = 1 mg; 6 ml = 6 mg + 44 ml NaCl 0,9% → 0,12 mg/ml b) ein Zehntel des Körpergewichts als Flussrate (ml/h) entspricht 0,2 µg/kg/min

natologie sehr gute Erfahrungen mit **18 G Butterfly-Kanülen** zu dieser Anwendung gemacht, die auch anderswo empfohlen werden [45]. Sie können an den Flügeln gut gefasst werden, haben einen sehr scharfen Schliff und verfügen über einen Anschlussschlauch, der die Verwendung vereinfacht.

Für einzelne Gaben von Sedativa und Analgetika besteht auch die Möglichkeit zur **intranasalen Verabreichung** mit Hilfe eines Zerstäubers („mucosal atomization device“ – MAD). Aufgrund der starken Vaskularisierung der Nasenschleimhaut sowie der direkten Nähe zum Gehirn kommt es zu einem **raschen Wirkeintritt**, der mit einer intravenösen Verabreichung vergleichbar ist.

Aufgrund des venösen Abflusses unter Umgehung der Leber findet nach nasaler Applikation kein first-pass-Metabolismus statt, und die meisten Medikamente erreichen eine Biover-

fügbarkeit, die der venösen Verabreichung nahekommmt.

Daher können für die intranasale Applikation oft **ähnliche Dosierungen wie intravenös** gewählt werden. Die Gesamtmenge soll dabei immer auf beide Nasenlöcher verteilt werden, um die maximale Schleimhautoberfläche zu nutzen. Das verabreichte Volumen soll möglichst 0,2–0,3 ml pro Nasenseite betragen und 1 ml nicht überschreiten. Größere Mengen an Sekret oder Blut können eine ausreichende Absorption aus der Nase verhindern, sodass entweder eine Reinigung zuvor notwendig wird oder eine alternative Methode gewählt werden muss. Publiizierte Erfahrungen liegen vor allem für

- Midazolam,
- Fentanyl,
- Sufentanil,
- Ketamin und
- Dexmedetomidin vor.

Medikamentensicherheit in der Kinder- notfallmedizin

Bei der Versorgung von Kindernotfällen kommen regelmäßig schwerwiegende Fehler vor, selbst in einer spezialisierten Einrichtung wie einer Kindernotaufnahme.

Durch die Notwendigkeit einer **individuellen Berechnung der geeigneten Dosis** entsteht beispielsweise schon beim falschen Setzen eines Kommas ein Fehler in einer 10er-Potenz. Aufgrund der großen Bandbreite pädiatrischer Patienten vom Säugling bis zum Jugendlichen kann keine Vertrautheit mit einer adäquaten Dosis erreicht werden, wie dies bei der Versorgung von Erwachsenen möglich ist. Selbst eine Überdosierung in einer 10er-Potenz ist aus der gleichen Ampullengröße möglich, sodass eine Wahrnehmung der Dosis als falsch unwahrscheinlicher ist. Weil die präklinische Versorgung weder in einer spezialisierten Umgebung noch durch spezialisiertes Personal durchgeführt wird [6], sind die Raten an Medikationsfehlern hier wesentlich höher. In einer Untersuchung aus den USA waren 60% aller Adrenalin-Gaben fehldosiert und die durchschnittliche Überdosierung lag bei 808% der empfohlenen Dosis von 10 µg/kg KG [46]. Der Punkt, ab wann eine solche Überdosierung von Adrenalin lebensbedrohlich wird, ist nicht bekannt. Sicher ist jedoch eine Überdosierung in einer 10er-Potenz (1.000% der empfohlenen Dosis; 100 µg/kg KG) klar mit einem Überleben nicht vereinbar [47]. Alle internationalen Leitlinien warnen explizit vor einer Überdosierung von Adrenalin bei der Reanimation pädiatrischer Patienten aller Altersstufen. Alleine die aus dem Bewusstsein für die bestehende Bedrohung und die Erkenntnis der eignen Fehlbarkeit abzuleitende **Vigilanz** ist entscheidend für die Medikamentensicherheit [48].

Mit Hilfe von einfachen Maßnahmen kann eine signifikante Verbesserung der Medikamentensicherheit bei Kindern erreicht werden [49,50].

Es ist davon auszugehen, dass alle Maßnahmen, durch welche die kognitiven Anforderungen an die Verordnenden reduziert werden, die Medikamentensicherheit bei Kindern erhöhen.

Beispielsweise waren durch die **Verwendung einer einfachen Tabelle** in einem Test zur schriftlichen Verordnung von Adrenalin bei der Reanimation neun von zehn 10er-Potenzfehler und in gleichem Umfang ebenso 100er-Potenzfehler vermeidbar [51]. Eine vergleichbare Effektgröße war durch die Verwendung des **Pädiatrischen Notfalllineals** (PädNFL; www.notalfalllineal.de) auch bei der „echten“ präklinischen Versorgung von Kindernotfällen nachweisbar: neun von zehn schwerwiegenden Dosierungsfehler (>300% der empfohlenen Dosis) bezüglich aller untersuchten Medikamente wurden vermieden [52]. Beim Adrenalin, welches ohne die Verwendung des PädNFL in allen Fällen mehr als 300% von der empfohlenen Dosis fehldosiert wurde, traten bei Verwendung des PädNFL keine Fehler mehr auf.

Das **Gewicht** stellt die zentrale Information für die Medikamentengabe dar und muss dementsprechend sorgfältig beachtet werden. In einer präklinischen Untersuchung in Deutschland enthielten lediglich 0,5% aller Notarzteinsatzberichte eine Angabe zum Gewicht des Kindes [52]. Wenn das Gewicht von den Eltern genannt werden kann, sollte dieses verwendet werden. Bei unbekanntem Gewicht sind altersbezogene Schätzformeln hingegen ungeeignet, und es sollte eine **längenbezogene Gewichtsschätzung** verwendet werden.

Wesentlich ist die **Kommunikation im Team**. Alle Beteiligten müssen ohne Berücksichtigung von Hierarchien die vollständig genannte Anordnung (Gewicht des Kindes, gewünschte Dosierung pro kg KG, errechnete Dosis und zu verabreichende Menge) **überprüfen** und in Form einer vollständigen Wiederholung **bestätigen**, bevor es zur Verabreichung kommt [53]. Durch die Verwendung von 1 ml-Spritzen mit einer 0,01 ml Skalie-

rung kann die Verdünnung der meisten Medikamente vermieden werden, wenn eine Nachspülung mit NaCl 0,9% erfolgt. Jeder Notfallmediziner sollte am Einsatzort Zugriff auf **pädiatrisch-pharmakologische Informationen** (z.B. altersgruppenspezifische Kontraindikationen und Dosierungen) haben, zum Beispiel in Form von **tabellarischen Zusammenstellungen** oder einem **Kiteltaschenbuch**.

Typische pädiatrische Krankheitsbilder

Vorbemerkungen

Die drei häufigsten präklinischen Krankheitsbilder bei Kindern sind mit jeweils ca. einem Drittel der Fälle Verletzungen, Atemwegserkrankungen und Krampfanfälle.

Zusätzlich zu diesen werden im Folgenden die im Erwachsenenalter nicht mehr vorkommende **intestinale Invagination** und **Bauchschmerzen aufgrund von systemischen Lymphknotenschwellungen** im Rahmen von Infekten sowie die **unklaren Ausnahmezustände** beschrieben.

Traumatologische Notfälle

Die meisten Verletzungen betreffen isoliert eine Extremität. Hier sind die gleichen Grundregeln wie beim Erwachsenen anzuwenden, eine ausreichende Analgesie durchzuführen und die Verletzung schonend zu stabilisieren. Von der Verabreichung eines Zäpfchens ist in einer Akutsituation keine rasche und zufriedenstellende Wirkung zu erwarten. Gut geeignet ist die Gabe von Opioiden, beispielsweise von Fentanyl, über einen nasalen Zerstäuber [54] oder die in Tabelle 4 aufgeführten Alternativen [55].

Grundsätzlich folgt die Versorgung von polytraumatisierten Kindern ebenfalls den gleichen Grundregeln wie beim Erwachsenen [56].

Aufgrund der Körperproportionen und der knöchernen Entwicklungen haben jedoch bis zu 90% der Kinder mit

Tabelle 4

Beispiele für eine geeignete präklinische Akutschmerztherapie.

Wirkstoff, Applikationsform	Dosis, Dosierungsintervall
Piritramid (z.B. Dipidolor) • i.v.	0,05–0,1 mg/kg KG Initialbolus 0,025 mg/kg KG alle 5 min. bis Schmerzfreiheit
Morphin • i.v.	0,05–0,1 mg/kg KG Initialbolus 0,025 mg/kg KG alle 5 min. bis Schmerzfreiheit
Fentanyl (Ampullen mit 50 µg/ml) • i.v. • intranasal mit MAD	1–2 µg/kg KG Initialbolus 0,25 µg/kg KG alle 5 min. bis Schmerzfreiheit 1,5 µg/kg KG (0,03 ml/kg KG)
Esketamin (z.B. Ketanest S, Ampullen mit 5 mg/ml oder 25 mg/ml) • rektal • i.v. • intranasal mit MAD	10 mg/kg KG 0,5–1 mg/kg KG 2 mg/kg KG
Ketamin (z.B. Ketamin, Ampullen mit 10 mg/ml oder 50 mg/ml) • rektal • i.v. • intranasal mit MAD	15–20 mg/kg KG 1–2 mg/kg KG 4 mg/kg KG

MAD: Mucosal Atomization Device (nasaler Zerstäuber).

schwerwiegenden Verletzungen zusätzlich ein **Schädelhirntrauma**, wobei Thorax und Abdomen seltener betroffen sind als beim Erwachsenen. Bemerkenswert ist dabei auch, dass bei Kindern regelhaft schwerwiegende intrakranielle Verletzungen vorliegen können, ohne dass äußerliche Anzeichen (Prellmarken, auffällige Neurologie) dafür bestehen. Daher ist im Falle eines schwerwiegenden Traumas eine **Bildgebung des Neurokraniums** idealerweise in einer Kinderradiologie erforderlich. Bei offener Fontanelle steht mittels Ultraschall eine schnelle, strahlungsfreie Untersuchung zur Verfügung, bei allen anderen Kindern mit einem Wert nach pädiatrisch modifizierter Glasgow-Coma-Scale von <12 sollte ein Computertomogramm (CT) oder ein Magnetresonanztomogramm (MRT) durchgeführt werden. Knöcherne Verletzungen sind im CT, Hirnstammverletzungen und Blutungen besser durch ein MRT darstellbar. Eine besondere Form der Verletzung am Kopf, die es beim Erwachsenen nicht mehr gibt, stellt das **subgaleale Hämatom** dar, eine Blutung zwischen Kopfschwarte und Kalotte. Weil diese sich um den gesamten Kopf herum ausbreiten kann,

kann es rasch zu einem lebensbedrohlichen Blutverlust kommen, der erkannt und gegebenenfalls durch Transfusion substituiert werden muss. Eine Kompression von außen ist nicht sinnvoll und bei offenen Fontanellen obsolet. Das subgaleale Hämatom stellt somit eine Verletzung dar, die dem präklinischen Versorger bekannt sein muss. Dessen Überprüfung sollte in das ansonsten vergleichbar mit dem Erwachsenen abzuarbeitende Untersuchungsschema einfließen. Beckenfrakturen mit erheblichem Blutverlust kommen hingegen bei Kleinkindern noch nicht vor.

Atemwegsnotfälle

Asthma

Eine plötzlich auftretende Atemnot mit expiratorischem Stridor und Verzögerung der Expiration lässt vor allem an Asthma denken. Je kleiner Kinder sind, desto wertvoller ist zur Untersuchung neben der **Auskultation** auch das **Auflegen der Hände auf den Thorax**: Spastiken, Sekrete, Atemmuster und Verdichtungen können gefühlt und lokalisiert werden. Das therapeutische Vorgehen (Tab. 5) unterscheidet sich nicht vom

Erwachsenen [7], und für die inhalative Therapie müssen keine gewichtsbezogenen Dosierung verwendet werden.

Krupp-Syndrom (stenosierende Laryngotracheitis)

Beim plötzlich auftretenden inspiratorischen Stridor mit bellendem Husten handelt es sich meist um ein **Krupp-Syndrom**, der am häufigsten im Rahmen von viralen Infektionen aber auch spontan auftritt und durch eine subglottische Schwellung der Schleimhaut verursacht wird. Diese Erkrankung wird selten bedrohlich und kann äquivalent zum Asthma behandelt werden. Zu den Differentialdiagnosen gehören die **Tracheitis** und **Epiglottitis** (s. u.), die zur Unterscheidung immer mit einem länger progredienten Krankheitsverlauf und starkem Fieber vergesellschaftet sind. Besonders bei fehlenden Impfungen sowie einer schon über Tage sich entwickelnden Progredienz von Heiserkeit, inspiratorischem Stridor und bellendem Husten – der typischerweise mit einem Spateldruck auf die Zunge ausgelöst werden kann – muss an eine **Diphtherie** gedacht werden, die früher auch als „echter Krupp“ bezeichnet wurde.

Epiglottitis, Tracheitis

Die Epiglottitis ist seit der Haemophilus influenza Typ b-Impfung extrem selten geworden, dennoch kommt sie noch vor, weil nicht alle Eltern die empfohlene Impfung durchführen lassen und weil auch andere Erreger als auslösende Ursache in Frage kommen. Das klinische Bild der Epiglottitis ist wie beim Krupp-Syndrom durch **inspiratorischen Stridor** und **Husten** gekennzeichnet. Im Unterschied zum Krupp-Syndrom zeigen die Kinder jedoch Zeichen einer schweren bakteriellen Infektion mit hohem Fieber und erheblich eingeschränktem Allgemeinzustand. Ein **präklinischer Intubationsversuch** ist nur im äußersten Notfall angezeigt und kann bei eitrig verschwollener Epiglottis sehr problematisch sein. Die Zielklinik muss so früh wie möglich über die Verdachtsdiagnose informiert werden, damit bei Ankunft ein erfahrenes Team bereitsteht. Die klinisch von einer Epiglottitis nicht

Tabelle 5

Medikamentöse Therapie beim Asthmaanfall (aus [7]).

Inhalation mit Vernebler	
Epinephrin (z.B. Infektokrupp®)	bis 10 kg KG: 1 ml + 1 ml 0,9% NaCl 0,9 (= 4 mg) ab 10 kg KG: 2 ml unverdünnt (= 8 mg)
Salbutamol-Inhalier-Lsg. (z.B. Sultanol®-Lsg.)	5–10 Tropfen (= 1,25–2,5 mg) (1 Tropfen pro Jahr oder 3 kg KG, minimal 3, maximal 10 Tropfen) jeweils in 2 ml 0,9% NaCl
Ipratropiumbromid-Lsg. (z.B. Atrovent®-Lsg.)	5–10 Hübe (= 0,125–0,25 mg) Dosierung wie Salbutamol, jeweils in 2 ml 0,9% NaCl
Inhalation mit Inhalierhilfe	
Salbutamol (z.B. Sultanol®)	1–2 Hübe (0,1–0,2 mg)
Fenoterol (z.B. Berotec®)	1–2 Hübe (0,1–0,2 mg)
Terbutalin (z.B. Bricanyl®)	1–2 Hübe (0,25–0,5 mg)
Kortikoide	
Methyl-Prednisolon (z.B. Urbason®)	2–4 mg/kg KG i.v.
Prednisolon (z.B. Decortin H®, Solu Decortin®)	2–10 mg/kg KG i.v.
Prednison (z.B. Decortin®, Rectodelt®)	5–10 mg/kg KG (meist 100 mg) rektal
β ₂ -Mimetika i. m.	
z.B. Epinephrin oder Terbutalin	10 µg/kg KG (max. 300 µg)
zusätzliche Optionen	
Magnesium, Ketamin, Theophyllin	

zu unterscheidende Tracheitis ist mittlerweile die häufigste lebensbedrohliche Atemwegsinfektion. Ihre Diagnose ist nur durch eine Bronchoskopie zu stellen. Diese Kinder sind in der Regel einfach zu intubieren, es sollte dennoch fiberoptisch intubiert werden, um gleichzeitige Probenentnahmen und eine exakte Platzierung des Tubus zu gewährleisten.

Fremdkörperaspirationen

Eine Fremdkörperaspiration tritt typischerweise auf, wenn Kinder beim Spielen etwas in den Mund nehmen oder in einer unruhigen Situation etwas essen, was eine glatte Oberfläche hat. Zunächst tritt der Fremdkörper in die Trachea ein und wird dann durch eine beeindruckende Hustenattacke ausgehustet – oder gelangt in das Bronchialsystem, wodurch es den Kindern meist klinisch deutlich besser geht [57]. Im Verlauf kann es dennoch zu einer lebensbedrohlichen Dislokation des Fremdkörpers in die Trachea kommen, sodass in jedem Fall eine Vorstellung in einer kompetenten Klinik erfolgen

muss. Bei jedem Verdachtsfall für eine Fremdkörperaspiration muss dort eine Bronchoskopie durchgeführt werden, eine Röntgenaufnahme des Thorax bietet hingegen keinerlei verwertbare Information [57].

Bei bewusstlosen Kindern muss unverzüglich die **Inspektion mit Auswischen der Mundhöhle** erfolgen. Unmittelbar danach ist nach den Reanimationsleitlinien zu handeln, in denen ausführlich die Maßnahmen bei Fremdkörperaspiration beschrieben werden (u. a. Heimlich-Manöver, Rückenschläge) [6]. Die Mundhöhle wird so schnell wie möglich mit einem Laryngoskop inspiziert; dabei werden sichtbare Fremdkörper entfernt. Bei fehlender Besserung wird das Kind intubiert. Sofern bei korrekt liegendem Tubus keine ausreichende Beatmung möglich ist, muss versucht werden, den Fremdkörper durch ein gezielt tiefes Vorbringen des Tubus in einen Hauptbronchus zu verlagern und das Kind nach Zurückziehen des Tubus in die Trachea über die freie Lunge zu beatmen. Wenn nach Ausschöpfen der genannten Maß-

nahmen keine Stabilisierung des Kindes gelingt, ist diese auch im weiteren Verlauf nicht zu erwarten und es muss unter Reanimation eine Klinik angefahren werden, die den Fremdkörper aus der Trachea entfernen kann.

Krampfanfälle

Auch wenn es sich bei Kindern meist um einen sogenannten **Fieberkrampf** handelt, müssen immer auch

- eine Hypoglykämie,
 - eine Intoxikation und
 - ein Schädelhirntrauma
- in Betracht gezogen werden.

Bei einem Fieberkrampf ohne klaren Infektfokus muss bei Säuglingen zusätzlich zwingend eine **Meningitis** ausgeschlossen werden. Durch die wiederholte rektale Gabe von Medikamenten mit ihrer schlechten Steuerbarkeit und langsamem Wirkungseintritt kann es zu einer Überdosierung mit Atemdepression kommen. Besser geeignet erscheint somit der rasch wirksame Einsatz der in der Tabelle 6 aufgeführten Medikamente und Verabreichungswege [7].

Abdominelle Lymphnotenschwellungen und intestinale Invagination

Bei Kleinkindern kommt es regelhaft im Zusammenhang von Infektionen an jedem möglichen Fokus zu einer Schwellung der abdominalen Lymphknoten. Die dadurch entstehenden Bauchschmerzen verleiten zu einer abdominalen Verdachtsdiagnose, die manchmal sogar in nicht indizierten Operationen mündet.

Bei Kindern mit Bauchschmerzen ist immer eine Fokussuche außerhalb des Abdomens, beispielsweise das Abhören der Lunge und die Inspektion des Trommelfells, unerlässlich.

Die geschwollenen abdominalen Lymphknoten können jedoch auch einen tatsächlich abdominalen Notfall verursachen, nämlich die intestinale Invagination, die meist am ileozökalen Übergang stattfindet. Hier stülpen sich Darmanteile ineinander und lösen typischerweise schlagartig einsetzende, hef-

Tabelle 6

Medikamentöse Therapie beim Krampfanfall.

sublinguale Schmelztabletten	
Lorazepam (z.B. Tavor-expidet®)	<0,05 mg/kg KG als sublinguale Schmelztablette
intranasale Medikamentengaben	
Midazolam* (z.B. Buccolam®, Dormicum®)	0,2 mg/kg KG (maximal 10 mg)
Lorazepam (z.B. Tavor Pro Injektione®)	0,1 mg/kg KG (maximal 4 mg)
intravenöse Medikamentengaben	
Clonazepam (z.B. Rivotril®)	0,05–0,1 mg/kg KG i. v. (max. 2 mg)
Midazolam (z.B. Dormicum®)	0,1–0,2 mg/kg KG i. v. oder intranasal
Diazepam (z.B. Valium®)	0,05–0,2 mg/kg KG i. v.
Thiopenthal (z.B. Trapanal®)	1 mg/kg KG i. v.

* die Midazolam i. v.-Lösung löst intranasal verabreicht Brennen aus.

tige krampfartige Schmerzen aus. Auch blutige Durchfälle sind möglich. Eine spontane Desvagination ist möglich, darf aber keinesfalls abgewartet werden, denn unbehandelt kann es zur Nekrose der betroffenen Darmabschnitte kommen. Die Diagnose wird sonographisch gestellt und kann in jeder Kinderklinik mit einer radiologisch durchgeführten Desvagination durch Insufflation des Darmes mit Luft oder Flüssigkeiten behandelt werden.

Unklare Ausnahmezustände

Es kommt regelhaft vor, dass der Rettungsdienst mit einem Bericht über einen als bedrohlich empfundenen Zustand konfrontiert wird, aus dem anamnestisch nichts Eindeutiges ableitbar ist und das Kind sich wieder völlig uneingeschränkt präsentiert. Die frühere Bezeichnung als lebensbedrohlich erscheinendes Ereignis – **Apparent Life Threatening Event** (ALTE) – wurde aktuell durch den Begriff des rasch beendeten unerklärlichen Ereignisses – **Brief Resolved Unexplained Event** (BRUE) – abgelöst. Diese neue Nomenklatur wurde gewählt, um auch als nicht lebensbedrohlich wahrgenommene Episoden einzuschließen. Davon abgesehen wird hiermit aber weiterhin ein Zustand definiert, der mit einer Veränderung

- des Muskeltonus,
- der Hautfarbe,
- des Wachheitsgrades
- und/oder der Atmung einhergegangen ist.

Nur, wenn sich durch eine gründliche Anamnese und kinderärztliche Untersuchung keine weiteren Auffälligkeiten ergeben, darf die Arbeitsdiagnose BRUE gestellt werden. Umgangssprachlich wird oft auch von einem „Ausnahmestandard“ gesprochen. Grundsätzlich haben solche Zustände eine Vielzahl an möglichen Ursachen; dazu zählen der gastroösophageale Reflux, Krampfanfälle und Infektionen der oberen Atemwege. **Kardiopulmonale Ursachen sind dagegen sehr selten.** Entscheidend bei der leitliniengerechten Behandlung eines solchen BRUE ist die Vorstellung des Kindes durch den Rettungsdienst in einer Kinderklinik bei einem Facharzt für Kinder- und Jugendmedizin [58]. Nach der gründlichen kinderärztlichen Untersuchung kann dann sogar eine unmittelbare Entlassung aus der Klinik gerechtfertigt sein.

Die Rolle der Eltern bei der Notfallversorgung

Anwesenheit der Eltern

Wann immer möglich, sollten die Eltern die Möglichkeit haben, der Behandlung ihrer Kinder beizuwohnen.

Einerseits sind die Eltern meist bestens über die medizinischen Vorerkrankungen der Kinder informiert, können das

Gewicht der Kinder präzise nennen und bieten die einzige Möglichkeit zur Erhebung einer Anamnese. Zum anderen ist wiederholt nachgewiesen worden, dass es signifikant seltener zu bedeutsamen Psychopathologien der Eltern kommt, wenn diese bei der Notfallversorgung mindestens teilweise anwesend waren, selbst wenn das Kind verstorben ist. Daher empfehlen auch die Reanimationsleitlinien, die Anwesenheit der Eltern bei der Behandlung zu ermöglichen, solange dies die Qualität des ärztlichen Handelns nicht einschränkt [6].

Kindesmisshandlung und Vernachlässigung

Nicht übersehen werden darf jedoch, dass die Eltern auch Teil oder Ursache der vorliegenden Erkrankung oder Verletzung sein können. Beispielsweise können in der Wohnung rauchende Eltern die einzige Ursache für ein beim Kind bestehendes Asthma sein. In oft unterschätztem Ausmaß werden Kinder **Opfer von Gewalt oder Vernachlässigung**. Die letzte in Deutschland erhobene Inzidenz lag bei 10–15%, wobei von einer hohen Dunkelziffer ausgegangen werden muss. In einer Untersuchung kindlicher Schädelhirntraumen wurde festgestellt, dass ein Viertel aller Verletzungen bei Kindern unter 2 Jahren durch andere Personen zugefügt waren [59]. Besonders wichtig wird das Erkennen von Misshandlungen dadurch, dass die Gewalt und Misshandlung in der Regel **keine Einzelereignisse** darstellen, sondern regelhaft wiederholt werden und eskalieren. Dies soll nicht bedeuten, dass Eltern unter Generalverdacht gestellt werden müssen oder der Fokus der Versorgung bei forensischen Aspekten liegen soll. Dennoch kann alleine schon durch das **aufmerksame Beobachten und Protokollieren aller Begleitumstände** die Chance entstehen, das Kind in einem an die medizinische Versorgung anschließenden, durch ein Familiengericht geleiteten Prozess aus seiner Gewaltspirale zu befreien (weiterführende Literatur zu den rechtlichen Grundlagen und geeigneter Vorgehensweise siehe [60]).

Literatur

1. Eich C, Roessler M, Nemeth M, Russo SG, Heuer JF, Timmermann A: Characteristics and outcome of prehospital paediatric tracheal intubation attended by anaesthesia-trained emergency physicians. *Resuscitation* 2009;80:1371–1377
2. Zink W, Bernhard M, Keul W, Martin E, Volkl A, Gries A: Invasive techniques in emergency medicine. I. Practice-oriented training concept to ensure adequately qualified emergency physicians. *Anaesthesist* 2004;53:1086–1092
3. Lammers R, Byrwa M, Fales W: Root causes of errors in a simulated prehospital pediatric emergency. *Acad Emerg Med* 2012;19:37–47
4. Heimberg E, Heinzl O, Hoffmann F: Typical problems in pediatric emergencies: Possible solutions. *Med Klin Intensivmed Notfmed* 2015;110:354–359
5. Bankole S, Asuncion A, Ross S, Aghai Z, Nollah L, Echols H, et al: First responder performance in pediatric trauma: a comparison with an adult cohort. *Pediatr Crit Care Med* 2011;12:e166–170
6. Maconochie IK, Bingham R, Eich C, López-Herce J, Rodríguez-Núñez A, Rajka T, et al: European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015. Section 6. Paediatric life support. *Resuscitation* 2015;95:223–248
7. Kaufmann J, Laschat M, Wappler F: Die präklinische Versorgung von Notfällen im Kindesalter. *AnästH Intensivmed* 2012;53:254–267
8. Turner NM: Recent developments in neonatal and paediatric emergencies. *Eur J Anaesthesiol* 2011;28:471–477
9. Atkins DL, Everson-Stewart S, Sears GK, Daya M, Osmond MH, Warden CR, et al: Epidemiology and outcomes from out-of-hospital cardiac arrest in children: the Resuscitation Outcomes Consortium Epistry-Cardiac Arrest. *Circulation* 2009;119:1484–1491
10. Wyllie J, Bruinenberg J, Roehr 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
11. Wyckoff MH, Aziz K, Escobedo MB, Kapadia VS, Kattwinkel J, Perlman JM, et al: Part 13: Neonatal Resuscitation: 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation* 2015;132:S543–560
12. Hupfl M, Selig HF, Nagele P: Chest-compression-only versus standard cardiopulmonary resuscitation: a meta-analysis. *Lancet* 2010;376:1552–1557
13. Kitamura T, Iwami T, Kawamura T, Nagao K, Tanaka H, Nadkarni VM, et al: Conventional and chest-compression-only cardiopulmonary resuscitation by bystanders for children who have out-of-hospital cardiac arrests: a prospective, nationwide, population-based cohort study. *Lancet* 2010;375:1347–1354
14. Goto Y, Maeda T, Goto Y: Impact of dispatcher-assisted bystander cardiopulmonary resuscitation on neurological outcomes in children with out-of-hospital cardiac arrests: a prospective, nationwide, population-based cohort study. *J Am Heart Assoc* 2014;3:e000499
15. Kerrey BT, Rinderknecht AS, Geis GL, Nigrovic LE, 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
16. Gausche M, Lewis RJ, Stratton SJ, Haynes BE, Gunter CS, Goodrich SM, et al: Effect of out-of-hospital pediatric endotracheal intubation on survival and neurological outcome: a controlled clinical trial. *JAMA* 2000;283:783–790
17. Weiss M, Schmidt J, Eich C, Stelzner J, Trieschmann U, Müller-Lobeck L et al: Handlungsempfehlung zur Prävention und Behandlung des unerwartet schwierigen Atemwegs in der Kinderanästhesie. *AnästH Intensivmed* 2011;52:S54–S63
18. Cote CJ, Hartnick CJ: Pediatric transtracheal and cricothyrotomy airway devices for emergency use: which are appropriate for infants and children? *Paediatr AnästH* 2009;19 Suppl 1:66–76
19. Navsa N, Tossel G, Boon JM: Dimensions of the neonatal cricothyroid membrane – how feasible is a surgical cricothyroidotomy? *Paediatr AnaestH* 2005;15:402–406
20. Johansen K, Holm-Knudsen RJ, Charabi B, Kristensen MS, Rasmussen LS: Cannot ventilate-cannot intubate an infant: surgical tracheotomy or transtracheal cannula? *Paediatr AnaestH* 2010;20:987–993
21. Holm-Knudsen RJ, Rasmussen LS, Charabi B, Böttger M, Kristensen MS: Emergency airway access in children – transtracheal cannulas and tracheotomy assessed in a porcine model. *Pediatric Anesthesia* 2012;22:1159–1165
22. Hoffmann F, Keil J, Urban B, Jung P, Eich C, Schiele A, et al: Interdisziplinär konsentrierte Stellungnahme: Atemwegsmanagement mit supraglottischen Atemwegs hilfen in der Kindernotfallmedizin. *Larynxmaske ist State-of-the-art. AnästH Intensivmed* 2016;57:377–386
23. Chambers IR, Jones PA, Lo TY, Forsyth RJ, Fulton B, Andrews PJ, et al: Critical thresholds of intracranial pressure and cerebral perfusion pressure related to age in paediatric head injury. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2006;77:234–240
24. Catala-Temprano A, Claret Teruel G, Cambra Lasosa FJ, Pons Odena M, Noguera Julian A, Palomeque Rico A: Intracranial pressure and cerebral perfusion pressure as risk factors in children with traumatic brain injuries. *J Neurosurg* 2007;106:463–466
25. Coté CJ, Lermann J, Todres ID: A practice of anesthesia for infants and children. 4th Edition. Philadelphia: Saunders 2009
26. Sümpelmann R, Becke K, Brenner S, Breschan C, Eich C, Höhne C et al: S1-Leitlinie: Perioperative Infusionstherapie bei Kindern. *AnästH Intensivmed* 2016;57:368–376
27. Osthaus W, Ankermann T, Sümpelmann R: Präklinische Flüssigkeitstherapie im Kindesalter. *Pädiatrie up2date* 2013;08:67–84
28. Duke T: New WHO guidelines on emergency triage assessment and treatment. *Lancet* 2016;387:721–724
29. Banner W, Jr., Vernon DD, Minton SD, Dean JM: Nonlinear dobutamine pharmacokinetics in a pediatric population. *Crit Care Med* 1991;19:871–873
30. Artman M, Kithas PA, Wike JS, Strada SJ: Inotropic responses change during postnatal maturation in rabbit. *Am J Physiol* 1988;255:H335–342
31. Papp JG: Autonomic responses and neurohumoral control in the human early antenatal heart. *Basic Res Cardiol* 1988;83:2–9
32. Shukla A, Steven JM, McGowan Jr. FX: Cardiac Physiology and Pharmacology. In: CJ Coté, J Lerman and ID Todres. A practice of anesthesia for infants and children. 4th. Saunders 2009
33. Hunt R, Osborn D: Dopamine for prevention of morbidity and mortality in term newborn infants with suspected perinatal asphyxia. *Cochrane Database Syst Rev* 2002;CD003484
34. Brissaud O, Botte A, Cambonie G, Dauge S, de Saint Blanquat L, Durand P, et al: Experts' recommendations for

Medical Education

Review Articles

- the management of cardiogenic shock in children. *Ann Intensive Care* 2016;6:14
35. Berner M, Rouge JC, Friedli B: The hemodynamic effect of phentolamine and dobutamine after open-heart operations in children: influence of the underlying heart defect. *Ann Thorac Surg* 1983;35:643–650
 36. Dellinger RP, Levy MM, Rhodes A, Annane D, Gerlach H, Opal SM, et al: Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of severe sepsis and septic shock: 2012. *Crit Care Med* 2013;41:580–637
 37. Harada K, Tamura M, Ito T, Suzuki T, Takada G: Effects of low-dose dobutamine on left ventricular diastolic filling in children. *Pediatr Cardiol* 1996;17:220–225
 38. Havel C, Arrich J, Losert H, Gamper G, Mullner M, Herkner H: Vasopressors for hypotensive shock. *Cochrane Database Syst Rev* 2011;CD003709
 39. Lampard JG, Lang E: Vasopressors for hypotensive shock. *Ann Emerg Med* 2013;61:351–352
 40. Sakr Y, Reinhart K, Vincent JL, Sprung CL, Moreno R, Ranieri VM, et al: Does dopamine administration in shock influence outcome? Results of the Sepsis Occurrence in Acutely Ill Patients (SOAP) Study. *Crit Care Med* 2006;34:589–597
 41. Stopfkuchen H, Racke K, Schworer H, Queisser-Luft A, Vogel K: Effects of dopamine infusion on plasma catecholamines in preterm and term newborn infants. *Eur J Pediatr* 1991;150:503–506
 42. Emmel M, Roesner D, Roth B: Hypovolämischer Schock – Besonderheiten des Kindesalters. *Refresher Course der DAAF* 2008;34:193–204
 43. Fachinformation Akrinor, Firma AWD Pharma, Dresden. Stand Juli 2001
 44. Oesterlie GE, Petersen KK, Knudsen L, Henriksen TB: Crural amputation of a newborn as a consequence of intraosseous needle insertion and calcium infusion. *Pediatr Emerg Care* 2014;30:413–414
 45. Lake W, Emmerson AJ: Use of a butterfly as an intraosseous needle in an oedematous preterm infant. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2003;88:F409
 46. 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
 47. Perondi MB, Reis AG, Paiva EF, Nadkarni VM, Berg RA: A comparison of high-dose and standard-dose epinephrine in children with cardiac arrest. *N Engl J Med* 2004;350:1722–1730
 48. Kaufmann J, Schieren M, Wappler F: Medication errors in paediatric anaesthesia—a cultural change is urgently needed! *Br J Anaesth* 2018;120:601–603
 49. Kaufmann J, Wolf AR, Becke K, Laschat M, Wappler F, Engelhardt T: Drug safety in paediatric anaesthesia. *Br J Anaesth* 2017;118:670–679
 50. Kaufmann J, Laschat M, Wappler F: Medikamentenfehler bei Kindernotfällen – eine systematische Analyse. *Dtsch Arztebl Int* 2012;109:609–616
 51. Bernius M, Thibodeau B, Jones A, Clothier B, Witting M: Prevention of pediatric drug calculation errors by prehospital care providers. *Prehosp Emerg Care* 2008;12:486–494
 52. Kaufmann J, Roth B, Engelhardt T, Lechleuthner A, Laschat M, Hadamitzky C, et al: Development and Prospective Federal State-Wide Evaluation of a Device for Height-Based Dose Recommendations in Prehospital Pediatric Emergencies: A Simple Tool to Prevent Most Severe Drug Errors. *Prehosp Emerg Care* 2018;22:252–259
 53. Kaufmann J, Becke K, Höhne C, Eich C, Goeters C, Güß T et al: S2e-Leitlinie – Medikamentensicherheit in der Kinderanästhesie. *Anästh Intensivmed* 2017;58:105–118
 54. 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
 55. Kaufmann J, Laschat M, Wappler F: Analgesie und Narkose im Kindesalter. *Notfallmedizin up2date* 2012;7:17–27
 56. Kaufmann J: Versorgung des kindlichen Polytraumas. *Anästh Intensivmed* 2010;51:612–614
 57. Kaufmann J, Laschat M, Frick U, Engelhardt T, Wappler F: Determining the probability of a foreign body aspiration from history, symptoms and clinical findings in children. *BJA: British Journal of Anaesthesia* 2017;118:626–627
 58. Tieder JS, Bonkowsky JL, Etzel RA, Franklin WH, Gremse DA, Herman B, et al: Brief Resolved Unexplained Events (Formerly Apparent Life-Threatening Events) and Evaluation of Lower-Risk Infants. *Pediatrics* 2016;137:e1–e32
 59. Duhaime AC, Christian CW, Rorke LB, Zimmerman RA: Nonaccidental head injury in infants – the „shaken-baby syndrome“. *N Engl J Med* 1998;338:1822–1829
 60. Jacobi G, Dettmeyer R, Banaschak S, Brosig B, Herrmann B: Misshandlung und Vernachlässigung von Kindern – Diagnose und Vorgehen. *Dtsch Arztebl Int* 2010;107:231–239.

Korrespondenz- adresse



Priv.-Doz. Dr. med. Jost Kaufmann

Kinderkrankenhaus der Kliniken der
Stadt Köln gGmbH
Amsterdamer Straße 59
50735 Köln, Deutschland

Tel.: 0221 8907 15199

Fax: 0221 8907 5264

E-Mail: jost.kaufmann@uni-wh.de

ORCID-ID: 0000-0002-5289-6465