

3/2016 Juni

C 14117

# **päid**

*Praktische Pädiatrie*



**omnimed**  
[www.omnimedonline.de](http://www.omnimedonline.de)

# Medikamentenfehler bei Kindernotfällen

J. Kaufmann, M. Laschat, F. Wappler

## Summary

Medication errors represent a threat to patients of all ages, whereas children are particularly threatened due to the need of individual calculations of the dose. In addition, there are age-group-specific different dosage recommendations and also age-group-specific indications and contraindications, which must be considered. Especially in emergency situations where a high density of applications is necessary and the caregiver is faced with additional great demands, the rate of errors increases.

For example as quickly as with the wrong positioning of a comma, a tenfold error occurs. Such an error with epinephrine is likely to be life-threatening. There are a number of measures and interventions known to reduce medication errors in pediatric emergencies, whereas most of those are easily feasible without considerable costs or personnel requisition.

## Keywords

Medication error, dosage, emergency in childre.

## Zusammenfassung

Medikamentenfehler stellen eine Bedrohung für Patienten aller Altersgruppen dar, wobei Kinder aufgrund der Notwendigkeit von individuellen Berechnungen der Dosis besonders gefährdet sind. Zusätzlich bestehen altersgruppenspezifisch unterschiedliche Dosierungsempfehlungen sowie ebensolche Indikationen und Kon-

traindikationen, die beachtet werden müssen. Vor allem in Notfallsituationen, in denen eine hohe Dichte an Medikamentenverordnungen unter auch ansonsten hohen Anforderungen und einer meist entsprechend großen Anspannung stattfinden müssen, kommt es oft zu Fehlern.

Beispielsweise kommt es schon durch das falsche Setzen eines Kommas zu einem Fehler mit einer Abweichung in einer 10er-Potenz. Ein solcher Fehler kann beispielsweise bei der Verabreichung von Adrenalin lebensbedrohlich sein. Eine Vielzahl an bereits evaluierten Maßnahmen ist bekannt, mit denen die Rate an Medikamentenfehlern in Notfallsituationen verringert werden kann und die nahezu ausnahmslos nur geringen Aufwand bei deren Umsetzung erfordern.

## Schlüsselwörter

Medikamentenfehler, Dosierung, Kindernotfälle.

## Einleitung

Kinder sind in allen Versorgungsbereichen häufiger von Medikamentenfehlern bedroht als Erwachsene. Neben den altersgruppenspezifischen Kontraindikationen, ebensolchen Dosierungsempfehlungen und den Besonderheiten der Pharmakokinetik sind individuell zu berechnende Dosierungen erforderlich (1, 2). Selbst bei groben Fehldosierungen (beispielsweise Fehler in einer 10er-Potenz) sind weder die verordnete Dosis noch die Menge eines zu verabreichenden Volumens per se auffällig und können daher meist nicht als Fehler erkannt werden. Es ist bekannt, dass besonders bei der Versorgung von Notfällen schwerwiegen-

de Fehler regelhaft vorkommen, wobei auch spezifizierte Einrichtungen davor nicht gefeit sind (3–5). Es ist davon auszugehen, dass Fehler in einer 10er-Potenz oft schwere Schäden auslösen und besonders bei der Gabe von Adrenalin mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht mit dem Überleben vereinbar sind (3, 6, 7).

Aufgrund der Häufigkeit und der potenziell lebensbedrohlichen Tragweite von Medikamentenfehlern bei Kindernotfällen muss von jedem, der mit dieser Aufgabe betraut ist, eine gründliche Vorbereitung und die Nutzung der bekannten und evaluierten Hilfsmittel gefordert werden. Die vorliegende Übersicht zeigt Fehlerquellen im Rahmen des Ablaufs einer Medikamentenverordnung auf. Es werden Methoden vorgestellt und mit Evidenz untermauert, mit denen die Rate an Fehlern reduziert werden kann (8).

## Feststellung der Indikation und Kontraindikation

Insbesondere bei Kindern ist stets zu prüfen, ob es Alternativen zur medikamentösen Therapie gibt und gegebenenfalls andere Maßnahmen erfolgversprechend sind. Beispielsweise kann eine Beruhigung eines Kindes auch durch die Mutter oder geübte Interaktionen erfolgen. Zudem ist beispielsweise die in anderen Altersgruppen weniger verfängliche Gabe von Azetylsalicylsäure unter dem 16. Lebensjahr wegen der Gefahr eines Reye-Syndroms gefährlich (14) und sollte nur unter strenger Indikationsstellung erfolgen. Auch Allergien oder bekannte paradoxe Reaktionen sind bei der Wahl der medikamentösen Maßnahmen zu beachten. Durch den Zugriff auf pädiatrisch-pharmakologische In-

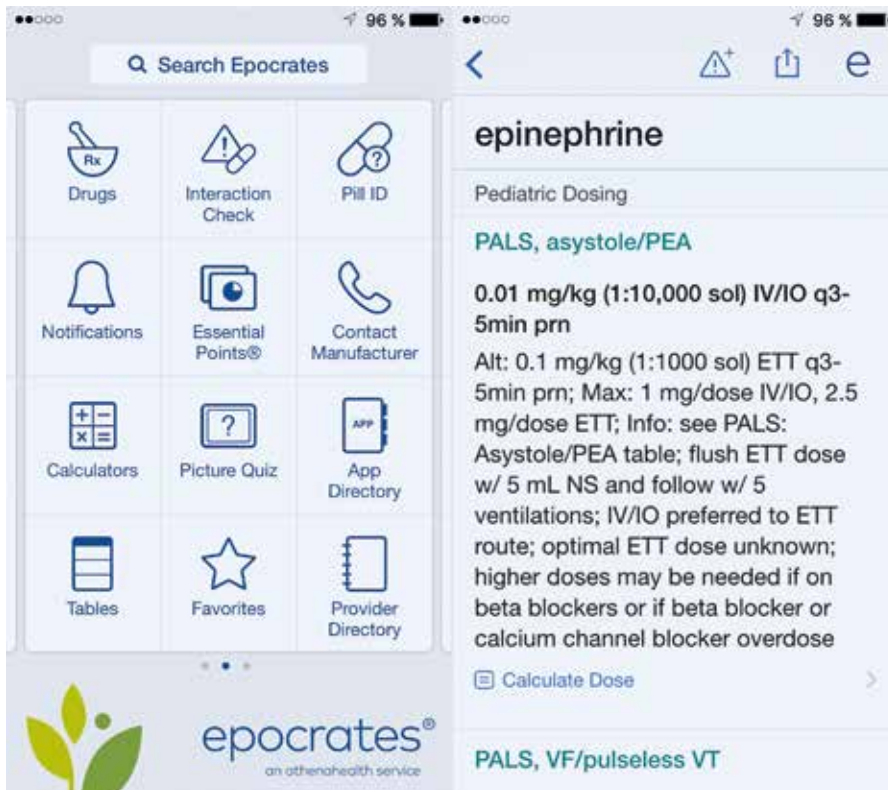


Abb. 1: Pharmakologische Datenbank »Epocrates« als Beispiel für eine mobile Anwendung, die auch pädiatrische Informationen enthält ([www.epocrates.com](http://www.epocrates.com))

Informationsquellen können altersgruppenspezifische Informationen zur pädiatrischen Arzneimitteltherapie in kompakter Form abgerufen werden, was einen wertvollen Beitrag zur Vermeidung von Medikamentenfehlern darstellen kann.

Neben einer Mehrzahl an gut etablierten kompakten Zusammenstellungen in Buchform stehen verschiedene elektronische Unterstützungsprogramme zur Verfügung, die auch in mobilen Geräten verwendbar sind und pädiatrische Besonderheiten berücksichtigen. Solche Zusammenstellungen mit Dosierungsempfehlungen sind teilweise kostenfrei nutzbar (z.B. Epocrates, Abb. 1). Der Anwender muss jedoch mit dem konkreten Werkzeug vertraut sein, um es im Notfall sicher und zügig anwenden zu können.

## Errechnung der Dosis

In der Notfallmedizin werden Medikamente gewichtsbezogen dosiert, auch

weil körperoberflächenbezogene Berechnungen zu umständlich für die Notfallmedizin sind. Medikamente mit raschem Wirkeintritt verteilen sich – nach meist intravenöser oder auch intraossärer Zufuhr – zunächst im Extrazellulärvolumen (EZV), welches mit dem Alter abnimmt (9).

Bei adipösen Kindern ist der proportionale Anteil des EZV am Körpergewicht deutlich geringer, sodass es zu einer relativen Überdosierung führen kann (10). Daher sollen Analgetika und Sedativa bei adipösen Kindern eher vorsichtig gegeben werden. Ideal wäre hierbei eine am Normalgewicht orientierte Dosierung (10).

Wenn das Gewicht eines Kindes nicht unmittelbar bekannt ist, werden oft altersbezogene Schätzformeln verwendet, obwohl deren mangelhafte Qualität bekannt ist (11, 12). Aber auch Dosierungen ohne Kenntnis eines Körpergewichts finden regelhaft statt, was grundsätzlich abzulehnen ist. Die Eltern können meist eine zuverlässige

Aussage über das Gewicht ihrer Kinder machen. Bei unbekanntem Gewicht ist die längenbezogene Gewichtsschätzung die zuverlässigste Schätzmethode und vorteilhafteste Quelle. Die längenbezogene Gewichtsschätzung ermittelt das Idealgewicht und stellt damit besonders bei übergewichtigen Kindern aufgrund der beschriebenen Verteilungsvolumina eine wertvolle Dosierungshilfe dar. Die Notwendigkeit zur individuellen Berechnung einer gewichtsbezogenen Dosis geht zwangsläufig mit der Möglichkeit von Berechnungsfehlern einher (13).

Im Gegensatz zu den Verordnungen bei Erwachsenen fallen selbst bedrohliche Fehldosierungen weder durch die Höhe der errechneten Dosis noch die Menge des zu verabreichenden Volumina als »augenscheinlich falsch« auf (4). Die Berechnung der Dosis ist zusätzlich der bedeutsamste Schritt bei der Verordnung des gewählten Medikaments – und hier wird die höchste Fehlerrate beobachtet (14, 15).

Unzweifelhaft ist, dass jede Reduktion der Kalkulationsschritte und damit der kognitiven Anforderungen an den Verordnenden die Fehlerrate reduziert (16). Daher sollte nach Kenntnis der Dosierungsempfehlung und des Gewichtes die Dosis unter Verwendung von Hilfsmitteln berechnet werden. Auch elektronische Hilfsmittel (z.B. Taschenrechner) sind hilfreich (17).

Besonders geeignet scheint aber die Anwendung von tabellarischen Rechenhilfen, weil sie kostengünstig und einfach anzuwenden sind. Auch hier muss vorausgesetzt werden, dass der Anwender die verwendete Tabelle vor dem Einsatz im Notfall gründlich kennengelernt hat. Durch den Einsatz einer simplen Tabelle mit gewichts- und dosierungsbezogenen Angaben wurden 9 von 10 Fehlern in einer 10er-Potenz vermieden (18) (Abb. 2). Derartige Hilfsmittel ersetzen selbstverständlich nicht die individuelle ärztliche Entscheidung, sollten aber aufgrund ihres bemerkenswerten Effekts zu ihrer Unterstützung verwendet werden.

Normalwerttabelle Notfalltabelle		Früchchen	Neugeborenen	Säugling		Kind				Erwachsene	
Alter		- 1 Mo	0	2-3 Mo	4-5 Mo	1 Jahr	4 Jahre	6 Jahre	12 Jahre	Frauen	Männer
Gewicht [kg]		2	3	5	7	10	16	20	40	50	70
Größe [cm]		35	50	60	65	75	100	117	150	160	179
Absolute Körperoberfläche [m²]		0,14	0,20	0,29	0,36	0,46	0,67	0,81	1,29	1,48	1,82
Hämoglobin [mg/dl]		16 - 20	16 - 20	11 - 16	10 - 12	10 - 12	11 - 13	11 - 13	12 - 14	12 - 16	14 - 18
Relatives Blutvolumen [ml/kg]		95	85	80	80	80	80	80	70	70	70
Absolutes Blutvolumen [ml]		190	255	400	560	800	1.280	1.600	2.800	3.500	4.900
Grenzwertiger Hb [mg/dl]		13	9	8	8	8	8	8	8	8	8
Lebensbedr. Blutverlust [ml]		53	112	100	140	200	320	400	1077	1.346	1.885
Wassergrundbedarf [ml/h]		8	12	20	28	40	52	60	80	90	110
BZ [mg/dl]		30-60	30-60	60-100	60-100	60-100	60-100	60-100	60-100	60-100	60-100
Herzfrequenz [t/min]		130 - 170	115 - 150	100 - 140	100 - 140	100 - 140	80 - 100	80 - 100	55 - 90	70 - 80	70 - 80
RR sys [mmHg]		40 - 55	65 - 75	60 - 90	60 - 120	65 - 120	80 - 120	80 - 120	100 - 130	70 - 120	70 - 120
RR dia [mmHg]		30 - 40	35 - 45	50 - 65	50 - 70	50 - 80	55 - 80	55 - 65	50 - 70	50 - 70	50 - 70
O2 Verbrauch [ml/kg/min]		8 - 9 (-20)	5 - 7	4 - 6	4 - 6	5 - 5,5	5 - 7	2,5 - 4		2,8 - 4	
Atemzugvolumen [ml]		12	18	30	42	60	96	120	240	300	420
Atemfrequenz [t/min]		20	30	50	70	100	160	200	400	500	700
Atemminutenvolumen [ml/min]		40-70	40-80	25-40	25-40	20-30	15-20	15-20	15-20	10-20	10-20
Atemminutenvolumen [ml/min]		500	750	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	3.750	4.000	5.000
Defibrillation [J/W]		5	10	10	15	20	25	40	250	300	300
Maskengröße		0	0	1	1	2	2	3	3	4	4
Tubus ID [mm]		2,5	3,0	3,0	3,5	4,0	5,0	5,5	6,0	7,0	7,0
Flüssigkeitsbois initial [ml]		20	30	100	140	200	320	400	800	1.000	1.000
Glucose 20/25% [ml]		2	2	5	7,5	10	15	20	30	40	40
Atropin [µg]		100	100	100	100	100	160	200	400	500	500
Adrenalin Asystolie [µg]		20	30	50	70	100	160	200	400	1000	1000
= ml wenn 1:100.000 (10 µg/ml)		2	3	5	7	10	16	20			
= ml wenn 1:10.000 (100 µg/ml)		0,2	0,3	0,5	0,7	1	1,6	2	4		10
Adrenalin Reanim - TUBUS [mg]		0,2	0,3	0,5	0,7	1	1,6	2	2,5	2,5	2,5
Adrenalin schwere Hypotonie [µg]		2	3	5	7	10	16	20	40	50-100	50-100
= ml wenn 1:100.000 (10 µg/ml)		0,2	0,3	0,5	0,7	1,0	1,6	2,0	4,0	5,0-10,0	5,0-10,0
Calcium [mg]		60	90	150	210	300	480	600	1200	2000	2000
= ml wenn Calcium 10% [mg]		0,6	0,9	1,5	2,1	3	4,8	6	12	20	20
Adenosin [mg]		0,1	0,15	0,25	0,35	0,5	0,8	1	2	5	5
Amiodaron [mg]		10	15	25	35	50	80	100	200	250	250
Narkose Thiopenthal [mg]		10	15	25	35	50	80	100	200	250/350	250/350
= ml wenn 25 mg/ml		0,4	0,6	1	1,4	2	3,2	4	8	10/14	10/14
Fentanyl (nur bei Narkose) [µg]		10	15	25	35	50	80	100	200	200	200
= ml wenn 50 µg/ml		0,2	0,3	0,5	0,7	1	1,6	2	4	4	4
Dormicum [mg]		0,2	0,3	0,5	0,7	1	1,6	2,0	4,0	5/7	5/7
Succinyl [mg]		5	5	5	10	15	20	25	50	60/80	60/80
= ml wenn 20 mg/ml		0,25	0,25	0,25	0,5	0,75	1	1,25	2,5	3/4	3/4
Diazepam i.v. [mg]		0,4	0,6	1	1,4	2	3,2	4	8	10	10
Diazepam rectal [mg]		2,5	2,5	5	5	5	10	10			
Paracetamol initiales supp. [mg]				125	250	250	500	750	1000	1000	1000

© Dr. Jost Kaufmann 2015. [info@notfalllineal.de] "Lebensbedrohlicher Blutverlust" errechnet sich aus dem normalen Blutvolumen, normalen Hb und dem Mindest-Hb und gibt eine im Einzelfall nicht verbindliche Orientierung, ab welcher Menge ein Blutverlust bei normalen Ausgangsbedingungen lebensbedrohlich werden kann und Transfusionsbedarf besteht. **Alle Dosierungen und genannten Werte/Größen sind vor deren Anwendung vom behandelnden Arzt in eigener Verantwortung zu überprüfen.** Die Dosierungen richten sich wo möglich nach den aktuellsten Empfehlungen des ERC ([www.erc.edu](http://www.erc.edu)). Die Mindestmenge für Atropin wird hier mit 100 µg angegeben, Höchstmenge 500 µg. Die intravenöse Adrenalinosis kann verdoppelt oder verdreifacht werden, eine höhere Dosis wird nicht empfohlen! Die intratracheale Dosis von Adrenalin für Neugeborene ist mit 100 µg/kg angegeben, Maximaldosis 2,5 mg. Gepuffert wird nur in Ausnahmefällen blind, dann 1-2 mmol/kg.

Abb. 2: Notfalltabelle mit Normwerten und passenden Ausrüstungsgegenständen, kostenlos als PDF herunterzuladen ([www.notfalllineal.de/tabelle](http://www.notfalllineal.de/tabelle))

## Kommunikation der Verordnung

Kommunikationsdefizite sind in erheblichem Umfang am Entstehen von Medikationsfehlern beteiligt. Die schrittweise Herleitung der Verordnung sollte dem gesamten Notfallteam zur Kenntnis gebracht werden – nur so erhalten alle die Gelegenheit, Fehler zu erkennen oder Unklarheiten zu hinterfragen. Der Empfänger einer Verordnung soll diese zur Bestätigung einer korrekten Übernahme vollständig und deutlich wiederholen – eine derartige Kommunikationsstruktur gehört in

vielen Arbeitsfeldern zum Standard und kann auch zur Reduzierung von Medikationsfehlern beitragen (19). Obwohl die Medikamente in der Notfallmedizin meist intravenös verabreicht werden, sind auch andere Applikationswege relevant (z.B. inhalativ, endotracheal, intramuskulär), sodass zunächst der gewünschte Applikationsweg zu definieren ist.

– Mindestens bei außergewöhnlichen Kombinationen von Medikamenten und/oder Applikationswegen ist eine explizite Bezeichnung zwingend geboten.

– Eine vollständige Verordnung beinhaltet eine Dosierung (z.B. in mg/kg Körpergewicht [KG]) sowie die sich aus dem Körpergewicht ergebende absolute Dosis (z.B. in mg).

– Des Weiteren ist die Benennung der verwendeten Konzentration (z.B. mg/ml) und die sich daraus ergebende absolute Menge der zu verabreichenden Lösung (z.B. in ml) notwendig.

– Wenn eine Verdünnung benutzt werden soll, ist eine exakte Bezeichnung und am besten auch eine Anleitung für deren Herstellung erforderlich.

## Vorbereitung der Verabreichung der Medikation

In den meisten klinischen Situationen wird die Verordnung vom Arzt festgelegt und an eine Assistenzperson übermittelt. Die Aufgabe der Assistenzperson ist dann die Umsetzung der genannten Medikamentenvorbereitung mit dem Ziel, die gewünschte Konzentration der Lösung herzustellen und die geforderte Dosis gegebenenfalls auch zu verabreichen. Zur Vermeidung von Verwechslungen und um die Fehler bei der Vorbereitung zu minimieren, sollten so wenige Konzentrationen und Verdünnungen benutzt werden, wie dies medizinisch vertretbar ist.

– Sofern nach der Medikamentengabe mit 0,9% Natriumchlorid (NaCl) oder ähnlichem nachgespült wird, kann vielfach dieselbe (unverdünnte) Standardlösung wie bei Erwachsenen – jedoch in 1-ml-Spritzen mit Teilstrichen zu 0,01 ml – benutzt werden.

– In anderen Fällen, so beim Einsatz von Adrenalin zur Reanimation, kann für alle Altersklassen dieselbe Medikamentenvorbereitung als Verdünnung auf 1:10.000 (= 100 µg/ml) benutzt werden. Bei einer empfohlenen intravenösen Dosis von 10 µg/kg KG wird das errechnete Volumen von 0,1 ml/kg KG dann je nach Gewicht mit einer 1-ml- oder 10-ml-Spritze verabreicht.



Abb. 3: Das Pädiatrische Notfalllineal, angelegt an der Ferse bei mit gestreckten Beinen liegendem Kind. In dem am Kopfende erreichten Segment können das Gewicht, altersentsprechende Normalwerte, Größen von benötigten Ausrüstungsgegenständen sowie die gewichtsbezogenen Dosierungen von Notfallmedikamenten abgelesen werden

– Das Mischungsverhältnis muss exakt eingehalten werden.

– Bei der Versorgung eines Patienten sollen niemals Spritzen mit verschiedenen Konzentrationen desselben Wirkstoffs verwendet werden. Jede vorbereitete Spritze ist eindeutig mit Wirkstoff und Konzentration zu beschriften.

Mit der Kennzeichnung – und der damit verbundenen Aufmerksamkeit – erfolgt gleichzeitig eine wirksame Überprüfung des aufgezogenen Medikaments (20). Vorteilhaft ist die Verwendung farblich einheitlich gestalteter Aufkleber, wie sie durch die Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv und Notfallmedizin (DIVI) empfohlen und in Form der ISO 26825 international festgelegt worden sind (21).

## Übergreifende Ansätze zur Verbesserung der Medikamentenverordnung

Im Folgenden werden Verbesserungsmöglichkeiten bei der Medikamentenverordnung dargestellt, die keinem der vorgenannten Punkte zuzuordnen sind oder mehrere Unterpunkte berühren. Erfahrung und Ausbildung können die Fehlerraten reduzieren. Beispielsweise wurde nach Einführung von Unterricht über die Verordnung von Medikamenten in der Pädiatrie die Rate an Verschreibungsfehlern halbiert (22). Auch durch die Einführung einer externen Kontrolle der pädiatrischen Verordnungen wird die Rate an Fehldosierungen

nachweislich reduziert (23). Als ursächlich für diese Verbesserung ist vor allem die erhöhte Vigilanz der Mitarbeiter anzunehmen. Die Teilnahme an Fortbildungsveranstaltungen mit entsprechendem Inhalt oder auch die Organisation interner Fortbildungen kann hierzu einen wesentlichen Beitrag leisten. Alleine das Bewusstsein um die Bedeutung von Medikationsfehlern erhöht sicher die Vigilanz bei der Verordnung und bietet dadurch einen erheblichen Beitrag zur Vermeidung von Fehlern und damit zur Patientensicherheit. Besonders im präklinischen Bereich, in dem keine große Routine für die Versorgung von Kindernotfällen entwickelt werden kann, ist der Einsatz des »Pädiatrischen Notfalllineals« ([www.notfalllineal.de](http://www.notfalllineal.de)) sinnvoll, denn es unterstützt den Anwender in allen aufgezeigten Unterpunkten der Medikamentenverordnung. Das »Pädiatrische Notfalllineal« (PädNFL) ermöglicht eine präzise Gewichtsschätzung unter Vermeidung von durch Adipositas bedingter Überdosierung und enthält altersgruppenabhängige Dosierungsempfehlungen. Dank einer standardisierten, auf dem Lineal beschriebenen Medikamentenvorbereitung sind die Konzentrationen direkt ablesbar. Zusätzlich werden die daraus abgeleiteten Medikamentenvolumina angegeben sowie Mindest- und Höchstdosierungen leitlinienkonform berücksichtigt. Damit ist ein Großteil der kognitiven Leistungen der Medikamentenverordnungen im Lineal hinterlegt und die Anforderungen an den Hilfeleistenden werden reduziert. Zusätzlich bietet das Lineal Hilfe bei der Auswahl von Ausrüstungs-

gegenständen, wobei beispielsweise die längenbezogene Wahl des Endotrachealtubus einer altersbezogenen Formel überlegen ist (24), und wird in den aktuellen Reanimationsleitlinien des »European Resuscitation Council« (ERC) und der »American Heart Association« (AHA) empfohlen (25, 26). Auch physiologische Normalwerte sind abrufbar, deren Einhaltung wesentlich zu einem optimalen Ergebnis beitragen kann (27) (Abb. 3).

Der Nutzen des zugrunde liegenden Prinzips wurde bereits mit der amerikanischen Version (dem »Broselow-Tape«) mehrfach eindeutig erwiesen. Beispielsweise wurde es zur Unterstützung bei der Dosierung von Medikamenten in verschiedenen Studien mit simulierten Reanimations-Szenarien verwendet und zeigte eine signifikante Reduktion der Medikationsfehler (28). In einer präklinischen Untersuchung konnte ebenso die Rate an korrekten Adrenalingaben nahezu verdoppelt werden (29). Der nachgewiesene Nutzen des Lineals hat zu einer Empfehlung seines Einsatzes in den Reanimations-Leitlinien der AHA geführt (26), wobei bisher nur die Möglichkeit zur Tubuswahl in die Leitlinie des ERC übernommen wurde (25).

### Anmerkung

Teile des Inhalts hat der korrespondierende Autor im Rahmen eines Vortrags auf der 111. Jahrestagung der DGKJ am 03.09.2015 in München vorgestellt.

### Interessenkonflikt

Dr. Kaufmann erhält Lizenzgebühren für die Vermarktung des Pädiatrischen Notfalllineals. Bei keinem der Ko-Autoren liegt ein Interessenkonflikt vor.

### Literatur

1. Kaushal R, Bates DW, Landrigan C, McKenna KJ, Clapp MD, Federico F, Goldmann DA (2001): Medication errors and adverse drug events in pediatric inpatients. *Jama* 285, 2114–2120
2. Bates DW, Leape LL, Petrycki S (1993): Incidence and preventability of adverse drug events in hospitalized adults. *J Gen Intern Med* 8, 289–294

3. Kozler E, Scolnik D, Jarvis AD, Koren G (2006): The effect of detection approaches on the reported incidence of tenfold errors. *Drug Saf* 29, 169–174
4. Kozler E, Scolnik D, Keays T, Shi K, Luk T, Koren G (2002): Large errors in the dosing of medications for children. *N Engl J Med* 346, 1175–1176
5. Kozler E, Seto W, Verjee Z, Parshuram C, Khattak S, Koren G, Jarvis DA (2004): Prospective observational study on the incidence of medication errors during simulated resuscitation in a paediatric emergency department. *BMJ* 329, 1321
6. Otero P, Leyton A, Mariani G, Ceriani Cernadas JM, Patient Safety C (2008): Medication errors in pediatric inpatients: prevalence and results of a prevention program. *Pediatrics* 122, e737–743
7. Perondi MB, Reis AG, Paiva EF, Nadkarni VM, Berg RA (2004): A comparison of high-dose and standard-dose epinephrine in children with cardiac arrest. *N Engl J Med* 350, 1722–1730
8. Kaufmann J, Laschat M, Wappler F (2012): Medikamentenfehler bei Kindernotfällen – eine systematische Analyse. *Dtsch Arztebl Int* 109, 609–616
9. Kearns GL, Abdel-Rahman SM, Alander SW, Blowey DL, Leeder JS, Kauffman RE (2003): Developmental pharmacology – drug disposition, action, and therapy in infants and children. *N Engl J Med* 349, 1157–1167
10. Luten RC, Zaritsky A, Wears R, Broselow J (2007): The use of the Broselow tape in pediatric resuscitation. *Acad Emerg Med* 14, 500–501; author reply 501–502
11. Krieser D, Nguyen K, Kerr D, Jolley D, Clooney M, Kelly AM (2007): Parental weight estimation of their child's weight is more accurate than other weight estimation methods for determining children's weight in an emergency department? *Emerg Med J* 24, 756–759
12. Greig A, Ryan J, Glucksman E (1997): How good are doctors at estimating children's weight? *J Accid Emerg Med* 14, 101–103
13. Davis T (2011): Paediatric prescribing errors. *Arch Dis Child* 96, 489–491
14. Neuspiel DR, Stubbs EH, Liggin L (2011): Improving reporting of outpatient pediatric medical errors. *Pediatrics* 128, e1608–1613
15. Kozler E, Scolnik D, Macpherson A, Keays T, Shi K, Luk T, Koren G (2002): Variables associated with medication errors in pediatric emergency medicine. *Pediatrics* 110, 737–742
16. Luten R, Wears RL, Broselow J, Croskerry P, Joseph MM, Frush K (2002): Managing the unique size-related issues of pediatric resuscitation: reducing cognitive load with resuscitation aids. *Acad Emerg Med* 9, 840–847
17. Merry AF, Anderson BJ (2011): Medication errors – new approaches to prevention. *Paediatr Anaesth* 21, 743–753
18. Bernius M, Thibodeau B, Jones A, Clothier B, Witting M (2008): Prevention of pediatric drug calculation errors by prehospital care providers. *Prehosp Emerg Care* 12, 486–494
19. Pruitt CM, Liebelt EL (2010): Enhancing patient safety in the pediatric emergency department: teams, communication, and lessons from crew resource management. *Paediatr Emerg Care* 26, 942–948; quiz 949–951
20. Merry AF, Shipp DH, Lowinger JS (2011): The contribution of labelling to safe medication administration in anaesthetic practice. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 25, 145–159
21. Sybrecht GW, Prien T (2010): Arzneimittelsicherheit: Standard-Spritzenaufkleber in der Akutmedizin. *Dtsch Arztebl* 107, A-1031–1032
22. Davey AL, Britland A, Naylor RJ (2008): Decreasing paediatric prescribing errors in a district general hospital. *Qual Saf Health Care* 17, 146–149
23. Campino A, Lopez-Herrera MC, Lopez-de-Heredia I, Valls ISA (2008): Medication errors in a neonatal intensive care unit. Influence of observation on the error rate. *Acta Paediatr* 97, 1591–1594
24. Hofer CK, Ganter M, Tucci M, Klaghofer R, Zollinger A (2002): How reliable is length-based determination of body weight and tracheal tube size in the paediatric age group? The Broselow tape reconsidered. *Br J Anaesth* 88, 283–285
25. Maconochie IK, Bingham R, Eich C, López-Herce J, Rodríguez-Núñez A, Rajka T, Van de Voorde P, Zideman D, Biarent D (2015): European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015. Section 6. Paediatric life support. *Resuscitation* 95, 223–248
26. de Caen AR, Berg MD, Chameides L, Gooden CK, Hickey RW, Scott HF, Sutton R M, Tijssen JA, Topjian A, van der Jagt EW, Scheinayder SM, Samson, RA (2015): Part 12: Pediatric Advanced Life Support: 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation* 132, S526–542
27. Chambers IR, Jones PA, Lo TY, Forsyth RJ, Fulton B, Andrews PJ, Mendelow AD, Minns RA (2006): Critical thresholds of intracranial pressure and cerebral perfusion pressure related to age in paediatric head injury. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 77, 234–240
28. Shah AN, Frush K, Luo X, Wears RL (2003): Effect of an intervention standardization system on pediatric dosing and equipment size determination: a crossover trial involving simulated resuscitation events. *Arch Pediatr Adolesc Med* 157, 229–236
29. Kaji AH, Gausche-Hill M, Conrad H, Young KD, Koenig WJ, Dorsey E, Lewis RJ (2006): Emergency medical services system changes reduce pediatric epinephrine dosing errors in the prehospital setting. *Pediatrics* 118, 1493–1500

*Anschrift für die Verfasser:*

*Dr. med. Jost Kaufmann  
Abteilung für Kinderanästhesie  
Kinderkrankenhaus  
der Kliniken der Stadt Köln gGmbH  
Amsterdamer Straße 59  
50735 Köln  
E-Mail jost.kaufmann@  
uni-wh.de*