

Persönliche PDF-Datei für Kaufmann J.

Mit den besten Grüßen von Thieme

www.thieme.de

Umgang mit dem Pädiatrischen Notfalllineal (PädNFL) – Schritt für Schritt

Notaufnahme up2date

2025

127–130

10.1055/a-2358-4173

Dieser elektronische Sonderdruck ist nur für die Nutzung zu nicht-kommerziellen, persönlichen Zwecken bestimmt (z. B. im Rahmen des fachlichen Austauschs mit einzelnen Kolleginnen und Kollegen oder zur Verwendung auf der privaten Homepage der Autorin/des Autors). Diese PDF-Datei ist nicht für die Einstellung in Repositorien vorgesehen, dies gilt auch für soziale und wissenschaftliche Netzwerke und Plattformen.

Copyright & Ownership

© 2025. Thieme. All rights reserved.

Die Zeitschrift *Notaufnahme up2date* ist Eigentum von Thieme.

Georg Thieme Verlag KG,
Oswald-Hesse-Straße 50,
70469 Stuttgart, Germany
ISSN 2628-7595



Umgang mit dem Pädiatrischen Notfalllineal (PädNFL) – Schritt für Schritt

Jost Kaufmann

Jeden Tag und weltweit werden Kinder bei Notfällen durch Medikamentenfehler bedroht und kommen auch tatsächlich zu Schaden. Systematische Übersichtsarbeiten schlussfolgern, dass jede Reduktion der kognitiven Herausforderungen bei der Berechnung der Dosis hilft, Fehler zu vermeiden [1]. Nachgewiesen ist dieser Effekt aber bisher ausschließlich für das Pädiatrische Notfalllineal (PädNFL) [2, 3].

Einleitung

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) hat die Patientensicherheit zum fundamentalen Prinzip der Gesundheitsvorsorge erklärt [4]. Mit dem Projekt „High 5s“ hat die WHO zudem die fünf schwerwiegendsten Risiken identifiziert, die aufgrund ihrer Bedeutung oberste Priorität bei den Bemühungen um Patientensicherheit haben sollen [5]. Ein Punkt dieser „High 5s“ ist die Sicherheit von injizierbaren Medikamenten. Mit geschätzten 7.000 Todesfällen pro Jahr in den USA [6] gehören Medikationsfehler zu den bedeutsamsten Bedrohungen für die Patientensicherheit in allen Altersgruppen.

Merke

Kinder sind in besonderem Ausmaß durch Medikationsfehler gefährdet, denn es müssen altersgruppenspezifische Dosisempfehlungen sowie Kontraindikationen beachtet werden.

Die größte Herausforderung besteht aber in der Notwendigkeit der Verabreichung einer individuell zu berechnenden Dosis, was in vielen Fällen (z. B. 1 Ampulle mit 1 mg Adrenalin zur Reanimation) bei Erwachsenen nicht in gleichem Maße notwendig ist. Weil pädiatrische Patienten einen großen Bereich an Körpergewichten abdecken, ist keine Vertrautheit mit einer „typischen“ Dosis wie im Erwachsenenbereich möglich [7]. Überdosierungen in einer 10er-Potenz können oft aus einer einzigen Ampulle entnommen werden und stellen sich somit nicht notwendigerweise als auffällig dar.

Ein solcher 10er-Potenzfehler entsteht allein schon durch das falsche Setzen eines Kommas bei der Berechnung einer Dosis [8, 9] und ist bei der Gabe von Adrenalin zur Reanimation eines Kindes mit einem Überleben kaum zu vereinbaren [10, 11]. Daher warnen die internationalen Leitlinien zur Reanimation von Kindern explizit davor, größere Mengen Adrenalin als die empfohlene Dosis zu verabreichen [12, 13].

Fehlerraten in der Kindernotfallmedizin

Selbst in einer Kindernotaufnahme, also in einem spezialisierten Bereich mit hoher pädiatrischer Expertise, wurde während simulierten Reanimationsszenarien 17% der Anordnung ohne eine exakt benannte Dosis benannt und bei 1/32 Verordnungen ein 10er-Potenzfehler angeordnet [14]. Die prähospitalen Versorgung wird meist nicht von spezialisierten Kindermediziner durchgeführt und hat nie optimierte Umgebungsbedingungen, daher sind hier viel höhere Raten an schwerwiegenden Medikationsfehlern zu erwarten. Tatsächlich haben die einzigen beiden Studien, die dies untersuchten, Erschreckendes gezeigt. In den USA wurden fehlerhafte Medikamentendosierungen bei 60% aller Gaben von Adrenalin dokumentiert [15] und die durchschnittliche Überdosierung lag bei 808% der empfohlenen Dosis. Somit lag der durchschnittliche Fehler nah an 1.000%, was einem 10er-Potenzfehler entspricht und mit dem Überleben kaum vereinbar ist [10]. Die zweite Arbeit mit echten prähospitalen Daten aus Deutschland zeigte bei Adrenalin zur Reanimation eine durchschnittliche Überdosierung von 882% der empfohlenen Dosis [2].

Merke

Kinder sind regelhaft weltweit und auch in Deutschland bei Notfällen durch Medikationsfehler bedroht und versterben daran.

Das Pädiatrische Notfalllineal (PädNFL)

Das Pädiatrische Notfalllineal (<https://www.notfalllineal.de>) wurde 2005 mit Prof. Dr. rer. medic. Martin Hellmich vom Institut für Medizinische Statistik und Bioinformatik der Universität Köln gemeinsam entwickelt und verwendet das Prinzip der längenbasierten Gewichtsschätzung, welches als anerkannt beste Schätzmethode [16] das Normalgewicht ermittelt. Dieses ist perfekt für Dosierung von Notfallmedikamenten geeignet und vermeidet „automatisch“ Überdosierungen bei

Medikamentenvorbereitung ■ Wichtige Hinweise zu Medikamentenapplikationen/Anwendung des Lineals

| Medikament | Inhalt einer Ampulle | Wie aufziehen? | Dadurch Konzentration pro ml |
|---------------------------------|----------------------|---|------------------------------|
| Adrenalin/Epinephrin/Suprarenin | (1 mg/1 ml) | in ein 100 ml Fläschchen NaCl 0,9% injizieren | 10 µg (= 1:100 Verdünnung) |
| Adrenalin/Epinephrin/Suprarenin | (1 mg/1 ml) | plus 9 ml NaCl 0,9% auf 10 ml | 100 µg (= 1:10 Verdünnung) |
| Midazolam/Dormicum | (15 mg/3 ml) | plus 12 ml NaCl 0,9% auf 15 ml | 1 mg (= 3:15 Verdünnung) |
| Midazolam/Dormicum | (5 mg/1 ml) | plus 4 ml NaCl 0,9% auf 5 ml | 1 mg (= 1:5 Verdünnung) |
| Morphin | (10 mg/1 ml) | plus 9 ml NaCl 0,9% auf 10 ml | 1 mg (= 1:10 Verdünnung) |
| Piritramid/Dipidolor | (15 mg/2 ml) | plus 13 ml auf 15 ml NaCl 0,9% | 1 mg (= 2:15 Verdünnung) |
| Thiopental/Trapanal | (500 mg Pulver) | in 20 ml NaCl 0,9% auflösen | 25 mg (= „pur“) |
| Vecuronium/Norcuron | (10 mg Pulver) | in 10 ml NaCl 0,9% auflösen | 1 mg (= „pur“) |

Alle Dosierungen beziehen sich auf das Körpergewicht des Patienten

Zur Versorgung von Säuglingen und Kleinkindern sind 1 ml Spritzen mit einer ml-Skalierung (nicht Insulinspritzen mit I.E.-Skalierung) vorzuhalten.

► **Abb. 1** Tabelle zur Medikamentenvorbereitung.

adipösen Kindern [17]. Die wichtigste Eigenschaft ist, dass die Dosierungen direkt abgelesen werden können und keinerlei Rechenschritte mehr notwendig sind. Rechenfehler können somit ausgeschlossen werden. Zudem können auch altersgerecht normale Vitalparameter und passende Größen von Atemwegshilfsmitteln sowie Größe und geeignete Tiefe von Endotrachealtuben direkt abgelesen werden.

Merke

Das PädNFL ist weltweit das erste und einzige Hilfsmittel, welches durch zwei Studien erwiesenermaßen hilft, lebensbedrohliche Dosierungsfehler bei Kindererkrankungen zu vermeiden.

So konnten beispielsweise in einer deutschlandweiten, prospektiven Studie 9 von 10 bedrohliche Dosierungsfehler vermieden, und die durchschnittliche Überdosierung von Adrenalin von lebensgefährlichen 882% auf bedeutungslose 104% gesenkt werden [2].

Anwendung des Pädiatrischen Notfall-lineals (PädNFL) – Schritt für Schritt

Schritt 1

Jedes Hilfsmittel muss man kennenlernen, bevor es das erste Mal am Kind wirklich eingesetzt werden soll, daher müssen Anwender sich die auf dem ersten Segment abgedruckte Gebrauchsanleitung gründlich durchlesen und die Elemente des Lineals kennenlernen. Leiliniengerecht [17] sollen die meisten Medikamente unter Verwendung von 1 ml Spritzen unverdünnt gegeben werden. Falls Verdünnungen nötig sind, befindet sich eine Anleitung, wie dies zu erfolgen hat, auf dem ersten Segment des Lineals (► **Abb. 1**).

Schritt 2

Das gerade und vollständig auseinandergezogene PädNFL wird an der Ferse des mit gestrecktem Bein liegenden Kinds angelegt und am Kopfende die Länge abgelesen (► **Abb. 2**).

Schritt 3

In dem am Kopfende zum Liegen kommenden Segment können entsprechende Normwerte, Größen von benötigten Ausrüstungsgegenständen sowie die gewichtsbezogenen Dosierungen von Notfall-Medikamenten abgelesen werden (► **Abb. 3**). Zudem enthält das PädNFL die pädiatrische Version der Glasgow Coma Skala (pGCS) und den APGAR-Score als Merkhilfe abgedruckt.

Schritt 4

Die Hintergrundfarben der Skalierung können für eine Zuordnung zu farbcodierten Taschen oder Schubladen genutzt werden, in denen die Ausrüstungsgegenstände der entsprechenden Größen zusammengestellt werden. Die Zuordnung von Länge zum Gewicht folgt der Normalverteilung. „Lebensbedrohlicher Blutverlust“ errechnet sich aus dem normalen Blutvolumen, normalem Hämoglobinwert (Hb-Wert) und dem Mindest-Hb und gibt eine im Einzelfall nicht verbindliche Orientierung, ab welcher Menge ein Blutverlust bei normalen Ausgangsbedingungen trotz adäquater Volumensubstitution lebensbedrohlich werden kann, und somit zwingender Transfusionsbedarf besteht.



► **Abb. 2** Das pädiatrische Notfalllineal angelegt an ein Kind. Entsprechend den Empfehlungen des ERC („Copyright European Resuscitation Council – <https://www.erc.edu> – 2022_NGL_007“).

Neugeborenes, kleiner Säugling
Größe 44 - [56] - 60 cm / Gewicht 2,4 - [3,4] - 5,0 kg

| Medikament | Dosierung | Dosis | Konzentration | Einzelgabe in ml |
|----------------------------|-----------|------------------------------|-------------------|--|
| Volumen-Bolus | 10ml/kg | immer Vollelektrolytlösungen | 24 - [34] - 50 ml | pur |
| Suprarenin zur Reanimation | 10 µg/kg | 24 - [34] - 50 µg | 100 µg/ml | 0,2 - [0,3] - 0,5 ml der 1:10 Verdünnung |
| Adrenalin zur Reanimation | 10 µg/kg | 24 - [34] - 50 µg | 100 µg/ml | 0,2 - [0,3] - 0,5 ml der 1:10 Verdünnung |
| Atropin zur Reanimation | 10 µg/kg | 24 - [34] - 50 µg | 100 µg/ml | 0,2 - [0,3] - 0,5 ml der 1:10 Verdünnung |
| Amiodaron/Cordans* | 5 mg/kg | 12 - [17] - 25 mg | 50 mg/ml | 0,2 - [0,3] - 0,5 ml pur |
| Selenin 2% Antiepileptikum | 10 mg/kg | 24 - [34] - 50 mg | 20 mg/ml | 0,2 - [0,3] - 0,5 ml pur |
| Adrenalin/Atropin | 0,1 mg/kg | 0,4 - [0,5] - 0,8 mg | 3 mg/ml | 0,1 - [0,2] - 0,2 ml 200 µg/ml, Nachspülen |
| Magnesiumsulfat 10% | 100 mg/kg | 100 - [140] - 250 mg | 100 mg/ml | 1,2 - [1,7] - 2,5 ml pur |
| Calcium-Gluconat 10% | 100 mg/kg | 100 - [140] - 250 mg | 100 mg/ml | 1,2 - [1,7] - 2,5 ml pur |
| Glucose 10% | 100 mg/kg | 100 - [140] - 250 mg | 100 mg/ml | 1,2 - [1,7] - 2,5 ml pur |

Masken: 00-0 Beutel: Baby/klein
LAMA: 1
Guedel: 000-00 (30/40 mm)
Tubus ohne Cuff: 2,5 - [3,0] - 3,5
nasal: 8-12 cm, oral: 7-10,5 cm
Spatel: 0-1
Defi: 10-20 J = Ws (4 J/kg)

Normwerte
Herzfrequenz: 100-160/min
RR: sys 55-75 mmHg, mean 35-50 mmHg
Hb norm: Neugeborenes 16-20 g/dl,
5.-12. Lebenswoche: 10,5-12,6 g/dl
Hb cave: Frühgeb. 13 g/dl, Sgl. 10 g/dl
Lebensbedrohlicher Blutverlust: 63-120 ml
BZ: 50-100 mg/dl
Flüssigkeitsgrundbedarf: 10-[14]-20 ml/h
Atemzugvolumen: 13-30 ml
Atemfrequenz: 40-60/min
Atemminutenvolumen: ca. 375-1.000 ml/min

► **Abb. 3** Beispielsegment „Neugeborenes, kleiner Säugling“ des Pädiatrischen Notfalllineals, 6. Auflage (<https://www.notfallineal.de>). Herausvergrößerte Beispielszeile „Volumen-Bolus“ und Adrenalin zur Reanimation sowie die passende Ausrüstung und altersgerechte Normalwerte der Vitalparameter, Hämoglobin und Blutzucker.

Fazit

Merke
Das Prinzip des PädNFL wird in allen bedeutsamen Leitlinien empfohlen.

Sowohl die Leitlinien der American Heart Association (AHA) [12] und des European Resuscitation Council (ERC) [13] als auch die deutsche S2k-Leitlinie zur „Medikamentensicherheit bei Kindernotfällen“ [17] empfehlen explizit das Prinzip des PädNFL bei der Versorgung von Kindernotfällen zu verwenden.

Interessenkonflikt

Prof. Dr. Jost Kaufmann hält ein europaweites Patent für die Entwicklung des Pädiatrischen Notfallineals (PädNFL; www.notfallineal.de) und erhält eine Vergütung für dessen Vermarktung durch die Firma Smart In Venture GmbH, Gleueler Straße 249 in 50935 Köln.

Autorinnen/Autoren



Prof. Dr. med. Jost Kaufmann

Leitender Oberarzt der Abteilung für Kinderanästhesie und Endoskopie am Kinderkrankenhaus Amsterdamer Straße der Kliniken der Stadt Köln. Facharzt für Anästhesie und für Kinder- und Jugendmedizin, Neugeborenen-Notarzt (GNPI). Schwerpunkte: pädiatrische Notfallmedizin, Anästhesie, Endoskopie und Medikamentsicherheit. Mitglied der Kommissionen „Arzneimittelsicherheit im Kindesalter“ der DGKJ und „Arzneimittel für Kinder und Jugendliche“ des BfArM.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. med. Jost Kaufmann

Abteilung für Kinderanästhesie,
Kinderkrankenhaus der Kliniken
der Stadt Köln gGmbH
Amsterdamer Straße 59
50735 Köln
Deutschland
jost.kaufmann@uni-wh.de

Literatur

- [1] Kaufmann J, Laschat M, Wappler F. Medication errors in pediatric emergencies: a systematic analysis. *Dtsch Arztebl Int* 2012; 109: 609–616 doi:10.3238/arztebl.2012.0609
- [2] Kaufmann J, Roth B, Engelhardt T 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 doi:10.1080/10903127.2016.1248257
- [3] Kaufmann J, Uhl S, Singer E et al. Improving Pediatric Drug Safety in Prehospital Emergency Care-10 Years on. *J Patient Saf* 2021; 17: e1241–e1246 doi:10.1097/pts.0000000000000915
- [4] WHO. Patient safety: Making health care safer. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Geneva: World Health Organization; 2017
- [5] WHO. The High 5s Project: interim report. Geneva: World Health Organization; 2013
- [6] Phillips DP, Christenfeld N, Glynn LM. Increase in US medication-error deaths between 1983 and 1993. *Lancet* 1998; 351: 643–644 doi:10.1016/s0140-6736(98)24009-8

- [7] Kozer E, Scolnik D, Keays T et al. Large errors in the dosing of medications for children. *N Engl J Med* 2002; 346: 1175–1176 doi:10.1056/NEJM200204113461518
- [8] Kozer E, Berkovitch M, Koren G. Medication errors in children. *Pediatr Clin North Am* 2006; 53: 1155–1168 doi:10.1016/j.pcl.2006.09.005
- [9] Otero P, Leyton A, Mariani G et al. Medication errors in pediatric inpatients: prevalence and results of a prevention program. *Pediatrics* 2008; 122: e737–743 doi:10.1542/peds.2008-0014
- [10] Perondi MB, Reis AG, Paiva EF et al. A comparison of high-dose and standard-dose epinephrine in children with cardiac arrest. *N Engl J Med* 2004; 350: 1722–1730 doi:10.1056/NEJMoa032440
- [11] Sharman M, Meert KL. What is the right dose of epinephrine? *Pediatr Crit Care Med* 2005; 6: 592–594 doi:10.1097/01.pcc.0000170608.04086.49
- [12] Topjian AA, Raymond TT, Atkins D et al. Part 4: Pediatric Basic and Advanced Life Support: 2020 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation* 2020; 142: S469–S523 doi:10.1161/CIR.0000000000000901
- [13] Van de Voorde P, Turner NM, Djakow J et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Paediatric Life Support. *Resuscitation* 2021; 161: 327–387 doi:10.1016/j.resuscitation.2021.02.015
- [14] Kozer E, Seto W, Verjee Z et al. Prospective observational study on the incidence of medication errors during simulated resuscitation in a paediatric emergency department. *Bmj* 2004; 329: 1321 doi:10.1136/bmj.38244.607083.55
- [15] Hoyle JD, Davis AT, Putman KK et al. Medication dosing errors in pediatric patients treated by emergency medical services. *Prehosp Emerg Care* 2012; 16: 59–66 doi:10.3109/10903127.2011.614043
- [16] Krieser D, Nguyen K, Kerr D et al. Parental weight estimation of their child's weight is more accurate than other weight estimation methods for determining children's weight in an emergency department? *Emerg Med J* 2007; 24: 756–759 doi:10.1136/emj.2007.047993
- [17] Kaufmann J, Rascher W, Neubert A et al. S2k-Leitlinie Medikamentensicherheit bei Kindernotfällen. AWMF-Registernummer: 027/071. Stand: 23.03.2021. <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/027-071.html>

Bibliografie

Notaufnahme up2date 2025; 7: 127–130

DOI 10.1055/a-2358-4173

ISSN 2628-7595

© 2025, Thieme. All rights reserved.

Georg Thieme Verlag KG Oswald-Hesse-Straße 50,
70469 Stuttgart, Germany