

Medikamentenfehler bei Kindernotfällen – und wie sie vermieden werden können

J. KAUFMANN, M. LASCHAT, F. WAPPLER

1. Einleitung

Fehler bei der Medikamentenverabreichung gehören zu den häufigsten medizinischen Fehlern im Krankenhaus [1]. Nach Schätzungen des amerikanischen „Institute of Medicine“ aus dem Jahr 2000 versterben in den USA zwischen 44.000 und 98.000 Menschen jährlich an den Folgen von Medikamentenfehlern [2]. Aus verschiedenen Gründen ist zu erwarten, dass Kinder dabei besonders durch Medikamentenfehler bedroht sind [3]. So wurde beispielsweise in einem Kinderkrankenhaus bei Medikamentenverordnungen außerhalb von Notfallindikationen eine Rate an potentiell bedrohlichen Verordnungsfehlern beobachtet, die dreimal höher war [4], als in einer vergleichbaren Untersuchung bei Erwachsenen [5]. In jeder Versorgungssituation, die raschere zeitlichen Abläufe und eine höhere Dichte an Verordnungen erfordert, steigt die Rate der Fehler [6]. Weil in der präklinischen Versorgung von Kindern zusätzlich weder kinderspezifisches Personal noch auf diese Klientel optimierte Behandlungsabläufe vorgehalten werden können, ist hier mit einer besonders hohen Fehlerrate zu rechnen. Diese Problematik wurde in einer prospektiven Untersuchung aufgezeigt, bei der präklinisch verabreichte intravenöse oder intraosäre Gaben von Adrenalin zur Reanimation untersucht wurden. Nur in 34% der Fälle konnte im Rahmen dieser Studie eine korrekte Dosierung festgestellt werden [7]. Verschiedene Autoren gehen deshalb davon aus, dass die hohe Rate an Medikamentenfehlern bei der Reanimation von Kindern eine wesentliche Ursache für den häufig schlechten Behandlungserfolg darstellen [8].

2. Analyse des Ablaufs von Medikamentenverordnung und ihrer Fehlerquellen

2.1. Feststellung der Indikation

Am Anfang jeder Verordnung stehen die Indikationsstellung und der Ausschluss von Kontraindikationen. So ist prinzipiell immer zu prüfen, ob es Alternativen zur medikamentösen Therapie gibt und gegebenenfalls andere Maßnahmen erfolgversprechend sind. Beispielsweise kann eine erhebliche Beruhigung durch einen Transport auf dem Schoß der Mutter ermöglicht werden, sodass es nicht notwendig wird, Sedativa zu verabreichen. Bei der Versorgung von Kindern sind zusätzlich altersgruppenspezifische Kontraindikationen zu beachten. Beispielsweise ist Acetylsalicylsäure unter 6 Jahren aufgrund der Gefahr eines Reye-Syndroms kontraindiziert und sollte auch bei älteren Kindern nur unter strenger Indikationsstellung verabreicht werden.

2.2. Feststellung der Dosisempfehlung

Als Grundlage für die Verordnung dienen gewichtsbezogene Dosisempfehlungen, wobei diese abhängig von der Altersgruppe erheblich variieren können. Beispielsweise wurden bei der Gabe von Propofol zur Narkoseinduktion bei Frühgeborenen mit einem mittleren Gestationsalter von 30 Wochen bei einer Dosis von 1 mg/kg erhebliche Kreislaufdepressionen beschrieben, weswegen auch diese niedrige Dosis sehr vorsichtig titriert werden sollte [9]. Hingegen wurden in einer Untersuchung der Intubationsbedingungen bei 40 Kindern zwischen dem 5. und 10. Lebensjahr nach einer Einleitung mit 3 mg/kg Propofol und 2 oder 3 μ g/kg Remifentanyl keinerlei Hypotensionen beobachtet [10].

2.3. Feststellung des Gewichtes

Bei der medizinischen Versorgung wird oft dem tatsächlichen Gewicht eines Kindes wenig Bedeutung beigemessen. So wurden beispielsweise in einer pädiatrischen Notaufnahme nur 2% der Kinder vor der Verordnung von Medikamenten gewogen, wobei das Gewicht aller anderen Kinder mit unterschiedlichen Methoden geschätzt wurde [11]. Am häufigsten kamen dabei altersbezogene Schätzformeln zum Einsatz, deren mangelhafte Qualität bekannt ist [12] und die der Streuung des Gewichtes gleich alter Kinder nicht gerecht werden. Beispielsweise wogen die 6-jährigen in der genannten Untersuchung zwischen 19 und 30 kg [11]. Auch bei der präklinischen Notfallversorgung wird dem Gewicht der Kinder nicht immer eine adäquate Bedeutung beigemessen. Dies wird auch daran erkennbar, dass im standardisierten Notarzteinsatzprotokoll gemäß den Empfehlungen der DIVI, in dem 203 Parameter erfasst werden, kein Feld für die Angabe des Gewichtes vorhanden ist [13-14]. Im klinischen Alltag kann man beobachten, dass manchmal sogar Medikamentendosierungen ohne konkrete Schätzung des Gewichtes sondern in Form einer geschätzten Relation zu einer Erwachsenenendosis vorgenommen werden.

2.4. Errechnen der Dosis und der Zubereitung

Alleine die Notwendigkeit zur individuellen Berechnung der erforderlichen Dosis beinhaltet die Möglichkeit von Berechnungsfehlern [15]. Das Ergebnis dieser Berechnung führt zu einer gewichtsbezogenen Dosis, die erheblich variiert. Beispielsweise verdoppeln Säuglinge im ersten halben Lebensjahr in der Regel ihr Körpergewicht. Somit ist im Gegensatz zu den Verordnungen bei Erwachsenen keine Vertrautheit mit einer üblichen Dosis als Kontrollmechanismus zu erwarten. Die Festlegung der richtigen Dosis scheint der bedeutsamste Schritt zu sein, denn hier wird die höchste Rate an Fehlern beobachtet [16-17]. Dennoch kommt als weitere Fehlerquelle die Wahl der Zubereitung hinzu. Aufgrund der erheblichen Dosisunterschiede werden für viele Medikamente Zubereitungen in unterschiedlichen Packungsgrößen und Konzentrationen angeboten. Zusätzlich ist es oft notwendig, Verdünnungen herzustellen, damit die errechnete Dosis in einem praktikablen Volumen verabreicht werden kann.

2.5. Erstellung und Übermittlung der Verordnung

Auch Kommunikationsdefizite sind in erheblichem Umfang an dem Entstehen von Medikamentenfehlern beteiligt [18]. Auch wenn in der Notfallmedizin meist eine intravenöse Verabreichung von Medikamenten erfolgt, kommen andere Verabreichungswege vor (z.B. inhalativ, endotracheal, intramuskulär), sodass zunächst der gewünschte Weg der Medikamentgabe definiert werden sollte. Mindestens bei außergewöhnlichen Kombinationen von Medikamenten und Verabreichungswegen ist eine explizite Bezeichnung zwingend erforderlich. Eine vollständige Verordnung beinhaltet demnach eine Dosierung (z.B. in mg/kg), sowie die sich aus dem Körpergewicht ergebende absolute Dosis (z.B. 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 Anleitung für deren Herstellung erforderlich. Bei acht simulierten Reanimation durch ein wechselndes Team von jeweils 3 Kinderärzten und 3 Kinderkrankenschwestern in einer Notaufnahme eines Kinderkrankenhauses wurde bei 125 Medikamentengaben in 17% der Verordnungen keine in diesem Sinne exakte oder vollständige Verordnung angegeben [8]. Sowohl bei der mündlichen wie auch der schriftlichen Übermittlung einer Verordnung sind Übertragungsfehler denkbar.

2.6. Vorbereitung und Verabreichung der Verordnung

In den meisten klinischen Situationen wird die Verordnung vom Arzt festgelegt und an eine Assistenzperson (z.B. Rettungsassistent oder Pflegepersonal) übermittelt. Die Aufgabe der Assistenzperson ist dann die Umsetzung der genannten Medikamentenvorbereitung mit dem Ziel die gewünschte Konzentration der Lösung zu erreichen, sowie die Verabreichung der geforderten Dosis in Form der bezeichneten Menge. Bei der schon erwähnten Studie mit simulierten Reanimationen in einer Kindernotaufnahme mit insgesamt 125 Medikamentenanordnungen, wurden die verwendeten Spritzen gesammelt. Nach einer zufälligen Auswahl von 58 Spritzen wurde in diesen die Konzentrationen der Medikamente gemessen und mit den angegebenen Konzentrationen verglichen. In 16% der Spritzen wurde eine Konzentration gemessen, die um mehr als 20% von der angegebenen Konzentration abwich. Bei 7% der Spritzen war diese Abweichung sogar größer als 50% [8].

2.7. Einfluss der Versorgungssituation auf die Fehlerrate

Die Summe der genannten Fehlerquellen gewinnt an Bedeutung, je dringlicher der zeitliche Ablauf und je größer die Dichte mehrerer Verordnungen ist. Dieser Effekt ist auf Intensivstationen in Form von höheren Fehlerraten als auf Normalstationen mehrfach nachgewiesen worden. Beispielsweise ist auf einer Intensivstation für Erwachsene eine Rate von 74 Fehlern pro 100 Patiententagen beobachtet worden, wobei 0,9% der Patienten durch Medikamentenfehler einen dauerhaften Schaden erlitten oder starben [19]. Auch bei Neugeborenen ist eine signifikant höhere Rate an Fehlern festgestellt worden, wenn diese auf einer Intensivstation gelegen hatten [4]. In Notfalleinrichtungen konnten ebenso erhöhte Fehlerraten bei Medikamentenverordnungen festgestellt werden. In einer retrospektiven Kohortenstudie in einer Kindernotaufnahme wurden 10% der Verordnungen als fehlerhaft gewertet [17].

Auch in einer Kindernotaufnahme kommen erhebliche Fehler vor, wie in der erwähnten simulierten Reanimation in der Notaufnahme eines Kinderkrankenhauses gezeigt werden konnte. Unter den 125 Medikamentenverordnungen kam es 4-mal zu einem Fehler in einer 10er Potenz, das heißt die Dosis der verordneten Medikation lag 10-fach höher als den Empfehlungen entsprechend. In allen Fällen wurde aufgrund einer Intervention eines der drei ärztlichen Teammitglieder diese Verordnung hinterfragt und die Verabreichung der Fehldosierung konnte dadurch verhindert werden [8]. Somit hat in diesem Szenarium ein Kontrollmechanismus durch mehrere Personen vergleichbarer Kompetenz stattgefunden. Eine Fehldosierung in einer 10er Potenz kann lebensbedrohliche Konsequenzen haben. Die Autoren der Untersuchung gehen davon aus, dass Medikamentenfehler einen Hauptgrund für die Tatsache darstellen, dass man bei Kindern trotz einer geringeren Rate an chronischen Erkrankungen eine schlechtere Überlebensrate bei Reanimationen im Vergleich zu Erwachsenen beobachten muss.

Bei der präklinischen Notfallversorgung muss im Vergleich zu der Situation in einer Kindernotaufnahme mit einer weiteren Steigerung der Rate an Fehldosierungen gerechnet werden. Neben dem emotionalen Druck, der von vielen Notärzten in dieser Situation empfunden wird [20], halten die präklinischen Versorgungsstrukturen im Gegensatz zu einem Kinderkrankenhaus weder kinderspezifisches Personal noch auf diese Klientel optimierte Behandlungsabläufe vor. Kontrollmechanismen durch mehrere Personen mit vergleichbarer Kompetenz, wie sie in der Klinik zu finden sind, fallen ebenso weg. Diese Vermutung wird durch eine Untersuchung aus den USA untermauert, bei der die intravenösen oder intraossären Dosierungen von Adrenalin im Rahmen von präklinischen Reanimationen überprüft wurden [7].

3. Einzelne Ansätze zur Verbesserung der Medikamentenverordnungen

Anhand der bei der Analyse des Ablaufs einer Verordnung und seiner potentiellen Fehler erfassten Unterpunkte sollen im Folgenden Strategien zur Vermeidung dieser Fehler aufgezeigt und nach Möglichkeit durch Literatur in ihrer Wirksamkeit gewertet werden.

3.1. Feststellung der Indikation und der Dosierungsempfehlungen

Grundlegende Kenntnisse zu altergruppenspezifischen Besonderheiten von Notfallmedikamenten sollten generell vorhanden sein. Es stehen mehrere kompakte pädiatrische Zusammenstellungen zur Arzneimitteltherapie zur Verfügung, mit Hilfe derer die wichtigsten Fakten rasch abrufbar sind. Auch verschiedene elektronische Quellen, die in mobilen Geräten vorgehalten werden können, berücksichtigen pädiatrische Besonderheiten und Dosierungsempfehlungen und sind teilweise kostenfrei nutzbar (z.B. Epocrates®). Alle derartigen Quellen können eine Orientierung bieten, weswegen es sinnvoll erscheint, bei der präklinischen Versorgung auf eben solche zugreifen zu können. In besonderen Situationen kann auch eine telefonische Konsultation bei der nächstgelegenen pädiatrischen Intensivstation hilfreich sein.

3.2. Feststellung des Gewichtes

Verschiedene Autoren fordern das Wiegen des Kindes als zwingende Maßnahme vor einer Medikamentenverordnung [21]. Diese wünschenswerte Maßnahme ist in der Notfall- und Intensivmedizin nicht immer durchführbar. Ein wertvoller Schritt besteht alleine schon darin, dem Gewicht des Kindes eine adäquate Bedeutung beizumessen. Dazu gehört auch, das Gewicht zu dokumentieren und der weiterbehandelnden Einheit unter Angabe der Quelle zu übergeben. In vielen Fällen stehen die Eltern als Auskunft zur Verfügung, wobei gezeigt werden konnte, dass diese das Gewicht des Kindes in der Regel sehr zuverlässig nennen können. In einem Vergleich von Gewichtsschätzungen an 410 Kindern konnten die Eltern das Gewicht in 78% der Fälle mit einer Abweichung von unter 10% korrekt schätzen [12]. Altersbezogene Gewichtsschätzungen haben in der genannten Untersuchung am schlechtesten abgeschnitten. Beispielsweise führte die von der American Heart Association (AHA) im Kinderreanimations-Training (APLS) genannte Formel ($\text{Gewicht} = (\text{Alter} + 4) \times 2$) in nur 34% der Fälle zu einer korrekten Angabe. Die nächstbeste Quelle, auf die bei fehlender Aussage durch Eltern zugegriffen werden sollte, stellt die längenbezogene Schätzung dar (z.B. durch das „Pädiatrische Notfalllineal“). Hierbei wird anhand von Perzentilen aufgrund der Länge auf ein durchschnittliches Gewicht (somit Idealgewicht) rückgeschlossen. Dadurch konnte in 61% der Fälle ein Gewicht innerhalb von 10% Abweichung vom gewogenen Gewicht ermittelt werden. Bei adipösen Kindern ist die Dosierung am Idealgewicht sogar vorteilhaft, denn diese Kinder haben einen geringeren proportionalen Anteil des Extrazellulärvolumens am Gewicht, welches das maßgebliche Verteilungsvolumen für die Dosierung von Notfallmedikamenten, Analgetika und Sedativa darstellt [22]. Bei adipösen Kindern kann es somit bei Dosierung am gewogenen Körpergewicht zu einer relativen Überdosierung kommen. Daher sollten hier vor allem Sedativa und Analgetika eher vorsichtig dosiert werden.

3.3. Errechnen der Dosis und der Zubereitung

Nach Kenntnis der Dosierungsempfehlung und des Gewichtes kann die erwünschte Dosis berechnet werden. Dabei sind elektronische Hilfsmittel wünschenswert, weil hiermit Rechenfehler nachweislich zu minimieren sind [21]. Im Krankenhaus ist es praktikabel, in einem Tabellenkalkulationsprogramm die im Haus üblichen Dosierungen sowie Medikamentenvorbereitungen zu hinterlegen, sodass unmittelbar mit dem Eintragen des Gewichtes ein Dosierungsschema für alle gewünschten Medikamente erzeugt werden kann. Beispielsweise drucken viele pädiatrische Intensivstationen ein solches individuel-

les Dosierungsschema aus und legen dies offen sichtbar an die Behandlungseinheit. Auch in der Anästhesie kann sich eine vergleichbare Vorgehensweise bewähren. Dadurch ist gewährleistet, dass Notfallmedikamente ohne erneute Herleitung der Dosis und Verdünnungsart unmittelbar abgelesen werden können. Durch jede Reduktion der erforderlichen Kalkulations-Schritte, welche die genannten Maßnahmen ermöglichen, kann nachweislich die Rate an Fehlern reduziert werden [23]. Im präklinischen Bereich konnte durch den Einsatz einer Tabelle, in der gewichts- und dosierungsbezogene Dosen und durch definierte Medikamentenkonzentrationen auch ebensolche Volumenangaben ablesbar waren, ebenso ein positiver Effekt nachgewiesen werden [24]. Derartige Hilfsmittel ersetzen jedoch nicht die individuelle ärztliche Entscheidung.

3.4. Übermittlung der Verordnung

Es ist grundsätzlich wünschenswert, eine Verordnung wo immer möglich in schriftlicher Form zu übermitteln. Einerseits ist dadurch gleichzeitig einer Dokumentation genüge getan, andererseits kann der Empfänger der Verordnung bei Zweifeln diese wiederholt abrufen. In hochakuten Notfallsituationen wie im Rahmen einer Reanimation, wäre dies höchstens durch eine Hilfsperson, die ausschließlich für Aufgaben der Dokumentation abgestellt werden kann, zu gewährleisten. Dies wird in den allermeisten Szenarien nicht realisierbar sein. Unabhängig von der Art der Übermittlung sollten alle Informationen, die für die Erstellung der Verordnung verwendet wurden, kommuniziert werden. Somit ist die schrittweise Herleitung der Verordnung dem Notfallteam vorzustellen. Dadurch erhalten alle Teammitglieder die Gelegenheit, Fehler zu erkennen oder Unklarheiten zu hinterfragen. Der Empfänger der Verordnung muss diese zur Bestätigung einer korrekten Übernahme der Informationen ebenso vollständig wiederholen. Die Etablierung einer derartigen Kommunikationsstruktur kann zur Senkung von Medikamentenfehlern beitragen [18].

3.5. Vorbereitung und Verabreichung der Verordnung

Wo immer möglich sollten so wenige Konzentrationen und Verdünnungen benutzt werden, wie es medizinisch vertretbar ist. Unter der Bedingung dass nach der Medikamentengabe eine Nachspülung mit physiologischer Kochsalzlösung erfolgt, kann in vielen Fällen die gleiche unverdünnte Medikamentenlösung, wie sie bei Erwachsenen zum Einsatz kommt, mit Hilfe von 1 ml Spritzen, die eine Skalierung in 0,05 ml Teilstrichen anbieten, erfolgen. In anderen Fällen, wie beispielsweise beim Einsatz von Adrenalin zur Reanimation, kann für alle Altersklassen die gleiche Medikamentenvorbereitung in Form einer Verdünnung auf 1:10.000 (also 100 µg/ml) erfolgen. Bei einer empfohlenen intravenösen Dosierung von 10 µg/kg kann das errechnete Volumen von 0,1 ml/kg dann je nach Gewicht mit einer beschriebenen 1 ml oder einer 10 ml Spritze verabreicht werden. Es sollten bei einer Versorgung nie Spritzen mit verschiedenen Konzentrationen des gleichen Wirkstoffes verwendet werden. Die Mischungsverhältnisse müssen exakt eingehalten werden, um die gewünschten Konzentrationen zu erreichen. Dies kann durch zentral in einer Apotheke oder von einem Hersteller vorbereiteten und etikettierten Spritzen mit größerer Sicherheit erreicht werden, denn hierbei sind Qualitätskontrollen des Herstellungsprozesses integriert [21]. Nachteil solcher vorbereiteten Spritzen bestehen in der Haltbarkeit und in den Kosten. Jede vorbereitete Spritze sollte eine eindeutige Beschriftung unter klarer Angabe des Wirkstoffes und der Konzentration erhalten. Alleine dieser Vorgang der Kennzeichnung stellt eine wirksame Überprüfung des aufgezogenen Medikamentes dar [26]. In jedem Fall vorteilhaft erscheint die Verwendung von farblich einheitlich gestalteten Aufklebern, wie sie durch die Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin e.V. (DIVI) empfohlen werden und in Form der ISO 26825 international festgelegt wurden [25]. Bisher konnte belegt werden, dass durch eine solche Kennzeichnungsnorm zumindest die Verwechslungen zwischen den Medikamentengruppen reduziert werden können [21].

4. Übergreifende Ansätze zur Verbesserung der Medikamentenverordnungen

Im Folgenden werden Verbesserungsmöglichkeiten bei der Medikamentenverordnung dargestellt, die keinem der zuvor genannten Punkte zuordenbar sind oder mehrere Unterpunkte umfassen.

4.1. Ausbildungskonzepte der Mitarbeiter und Reporting-Systeme

Es konnte mehrfach gezeigt werden, dass Erfahrung und Ausbildung die Fehlerraten reduzieren kann. Beispielsweise wurde nach der Einführung eines Unterrichts über die pädiatrische Verordnung von Medikamenten die Rate an Verschreibungsfehlern halbiert [27]. Ein System, mit dem Medikamentenfehler angezeigt werden können, ohne dass eine Bestrafung für den Anzeigenden zu erwarten ist, ermöglicht es, die Rate an berichteten und in einer Klinik konstruktiv diskutierten Fehlern zu steigern [16]. Es liegt nahe, dass mit einer solchen Kultur des Berichtens von Ereignissen eine Reduktion zumindest von systematischen Fehlern erreicht werden kann, ein Nachweis dessen wurde jedoch bisher nicht erbracht.

4.2. Elektronische Verordnungssysteme

Durch das Einführen von elektronischen Verordnungssystemen kann eine Fehlerreduktion erreicht werden. Je komplexer die Verordnungen sind (z.B. bei Kindern mit nephrologischen oder onkologischen Erkrankungen), desto größer ist dabei der zu erwartende Effekt [15].

4.3. Das Pädiatrische Notfalllineal

Das Pädiatrische Notfalllineal gewährleistet Unterstützung in allen aufgezeigten Unterpunkten der Medikamentenverordnung. Besonders im präklinischen Bereich, in dem einige der genannten die Verordnungssicherheit erhöhenden Maßnahmen aufgrund der strukturellen Gegebenheiten nicht zum Einsatz kommen können (z.B. Computergestützte Systeme, mehrere Personen mit vergleichbarer oder übergeordneter ärztlicher Kompetenz), kann der Einsatz eines Pädiatrischen Notfalllineals sinnvoll sein. Es ermöglicht präzise Gewichtsschätzung unter Vermeidung von durch Adipositas bedingter Überdosierung. Des Weiteren stellt es altersgruppenabhängige Dosisempfehlungen zur Verfügung. In Folge einer standardisierten, auf dem Lineal beschriebenen Medikamentenvorbereitung sind dann direkt die Konzentrationen ablesbar. Zusätzlich werden die daraus abgeleiteten zu verabreichenden Medikamentenvolumina angegeben, wobei auch Mindest- und Höchstdosierungen leitlinienkonform berücksichtigt werden. Somit ist ein Großteil der kognitiven Leistungen der Medikamentenverordnungen in dem Lineal hinterlegt und die Anforderungen an den Hilfe Leistenden reduziert. Es ist somit nicht überraschend dass anhand eines ähnlichen Prinzips (dem Broselow-Tape) der Nutzen bereits vielfach erwiesen wurde. So konnte im Rahmen der präklinischen Untersuchung die Rate an korrekten Adrenalingaben durch die Einführung dieses Hilfsmittels nahezu verdoppelt werden [7]. Zusätzlich bietet das Lineal Hilfe bei der Auswahl von Ausrüstungsgegenständen, wobei die längenbezogene Wahl des passenden endotrachealen Tubus den altersbezogenen Formeln überlegen ist [28]. Des Weiteren sind physiologische Normwerte auf einen Blick abrufbar, wobei ein Einhalten dieser Werte entscheidend für ein optimales neurologisches Ergebnis sind [29]. Der bewiesene Nutzen des Lineals hat zu einer Empfehlung seines Einsatzes in den Reanimations-Leitlinien der American Heart Association (AHA) geführt [30], wobei nur die Möglichkeit zur Tubuswahl bisher in die auch in den Leitlinien des European Resuscitation Council (ERC) übernommen wurde [31].

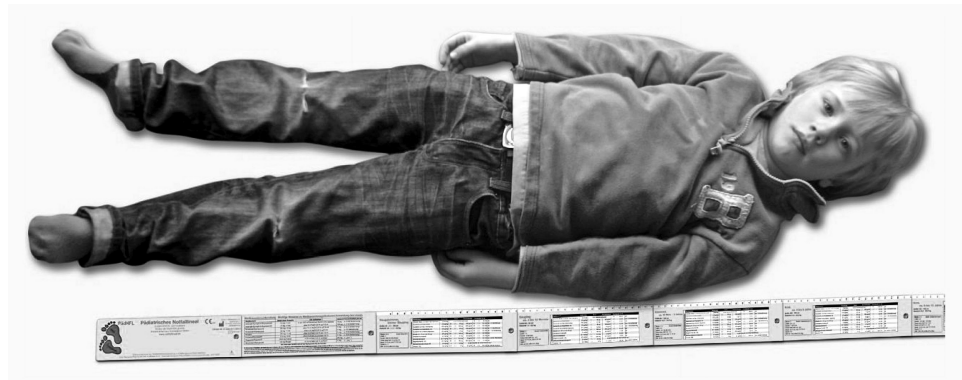


Abbildung 1: Das Pädiatrische Notfalllineal, angelegt an der Ferse bei mit gestreckten Beinen liegendem Kind. In dem am Kopfende zum Liegen kommenden Segment können das Gewicht, altersentsprechende Normwerte, Größen von benötigten Ausrüstungsgegenständen sowie die gewichtsbezogenen Dosierungen von Notfallmedikamenten abgelesen werden.

5. Zusammenfassung

Medikamentenfehler stellen eine bedeutsame Bedrohung für alle Patienten dar, wobei besonders Kinder in Notfallsituationen einer erheblichen Gefährdung ausgesetzt sind. Es können Quellen für potentielle Fehler beschrieben werden, die durch eine Erhöhung der Vigilanz und das Etablieren von Kontrollmechanismen vermieden werden können. Zusätzlich sind auch übergreifende Maßnahmen bekannt und untersucht, die zu einer nachweislichen Fehlerreduktion führen können. Erwiesenermaßen führen eine Sensibilisierung der Mitarbeiter für diese Problematik sowie diesbezügliche Weiterbildungen zu einer Reduktion von Fehldosierungen. Gleiches gilt für Maßnahmen, die zu einer Reduktion der kognitiven Anforderungen an die Verordnenden führen.

Literatur

1. Pham JC, Aswani MS, Rosen M, Lee H, Huddle M, Weeks K, et al. Reducing Medical Errors and Adverse Events. *Annu Rev Med* 2011;
2. Sharek PJ, Classen D. The incidence of adverse events and medical error in pediatrics. *Pediatr Clin North Am* 2006;53(6):1067-1077.
3. Gonzales K. Medication administration errors and the pediatric population: a systematic search of the literature. *J Pediatr Nurs* 2010;25(6):555-565.
4. Kaushal R, Bates DW, Landrigan C, McKenna KJ, Clapp MD, Federico F, et al. Medication errors and adverse drug events in pediatric inpatients. *Jama* 2001;285(16):2114-2120.
5. Bates DW, Leape LL, Petrycki S. Incidence and preventability of adverse drug events in hospitalized adults. *J Gen Intern Med* 1993;8(6):289-294.
6. Foresman-Capuzzi J. Delivering resuscitation medications to pediatric patients. *J Emerg Nurs* 2011;37(2):194-199.
7. Kaji AH, Gausche-Hill M, Conrad H, Young KD, Koenig WJ, Dorsey E, et al. Emergency medical services system changes reduce pediatric epinephrine dosing errors in the prehospital setting. *Pediatrics* 2006;118(4):1493-1500.
8. Kozer E, Seto W, Verjee Z, Parshuram C, Khattak S, Koren G, et al. Prospective observational study on the incidence of medication errors during simulated resuscitation in a paediatric emergency department. *Bmj* 2004;329(7478):1321.
9. Welzing L, Kribs A, Eifinger F, Huenseler C, Oberthuer A, Roth B. Propofol as an induction agent for endotracheal intubation can cause significant arterial hypotension in preterm neonates. *Paediatr Anaesth* 2010;20(7):605-611.
10. Batra YK, Al Qattan AR, Ali SS, Qureshi MI, Kuriakose D, Migahed A. Assessment of tracheal intubating conditions in children using remifentanyl and propofol without muscle relaxant. *Paediatr Anaesth* 2004;14(6):452-456.

11. Greig A, Ryan J, Glucksman E. How good are doctors at estimating children's weight? *J Accid Emerg Med* 1997;14(2):101-103.
12. Krieser D, Nguyen K, Kerr D, Jolley D, Clooney M, Kelly AM. 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(11):756-759.
13. Schlechtriemen T, Bradschettl G, Stolpe E, Altemeyer KH. Entwicklung eines erweiterten Mindestdatensatz Notfallmedizin für die Luftrettung. *Notfall & Rettungsmedizin* 2001;4(2):76-89.
14. Messelken M, Schlechtriemen T, Arntz HR, Bohn A, Bradschettl G, Brammen D, et al. Der minimale Notfalldatensatz MIND3. *Anaesth Intensivmed* 2011;52(Suppl. 11):S738-S743.
15. Davis T. Paediatric prescribing errors. *Arch Dis Child* 2011;96(5):489-491.
16. Neuspiel DR, Stubbs EH, Liggins L. Improving reporting of outpatient pediatric medical errors. *Pediatrics* 2011;128(6):e1608-1613.
17. Kozer E, Scolnik D, Macpherson A, Keays T, Shi K, Luk T, et al. Variables associated with medication errors in pediatric emergency medicine. *Pediatrics* 2002;110(4):737-742.
18. Pruitt CM, Liebelt EL. Enhancing patient safety in the pediatric emergency department: teams, communication, and lessons from crew resource management. *Pediatr Emerg Care* 2010;26(12):942-948; quiz 949-951.
19. Valentin A, Capuzzo M, Guidet B, Moreno R, Metnitz B, Bauer P, et al. Errors in administration of parenteral drugs in intensive care units: multinational prospective study. *Bmj* 2009;338(b814).
20. Zink W, Bernhard M, Keul W, Martin E, Volk A, Gries A. Invasive Techniken in der Notfallmedizin. I. Praxisorientierte Ausbildungskonzepte für die Sicherung der notärztlichen Qualifikation. *Anaesthesist* 2004;53(11):1086-1092.
21. Merry AF, Anderson BJ. Medication errors--new approaches to prevention. *Paediatr Anaesth* 2011;21(7):743-753.
22. Luten RC, Zaritsky A, Wears R, Broselow J. The use of the Broselow tape in pediatric resuscitation. *Acad Emerg Med* 2007;14(5):500-501; author reply 501-502.
23. Luten R, Wears RL, Broselow J, Croskerry P, Joseph MM, Frush K. Managing the unique size-related issues of pediatric resuscitation: reducing cognitive load with resuscitation aids. *Acad Emerg Med* 2002;9(8):840-847.
24. 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(4):486-494.
25. Sybrecht GW, Prien T. Arzneimittelsicherheit: Standard-Spritzenaufkleber in der Akutmedizin. *Dtsch Arztebl* 2010;107(20):A-1031.
26. Merry AF, Shipp DH, Lowinger JS. The contribution of labelling to safe medication administration in anaesthetic practice. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2011;25(2):145-159.
27. Davey AL, Britland A, Naylor RJ. Decreasing paediatric prescribing errors in a district general hospital. *Qual Saf Health Care* 2008;17(2):146-149.
28. Hofer CK, Ganter M, Tucci M, Klaghofer R, Zollinger A. 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* 2002;88(2):283-285.
29. 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(2):234-240.
30. Kleinman ME, Chameides L, Schexnayder SM, Samson RA, Hazinski MF, Atkins DL, et al. Special Report--Pediatric Advanced Life Support: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Pediatrics* 2010;126(5):e1361-e1399.
31. Biarent D, Bingham R, Eich C, Lopez-Herce J, Maconochie I, Rodriguez-Nunez A, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010: Section 6. Paediatric life support. *Resuscitation* 2010;81(1364-1388).