

## NOTFÄLLE BEI KINDERN

# Aufgepasst bei der Medikamentengabe!



*Jost Kaufmann, Michael Laschat, Frank Wappler*

Kinder sind in Notfallsituationen durch **Medikamentenfehler** einer erheblichen Gefährdung ausgesetzt. Zum einen sind Kinder häufiger betroffen, zum anderen sind die Folgen des Fehlers oft gravierender. Beispielsweise kommen durch falsches Setzen eines Kommas Fehler mit einer Abweichung in einer 10er-Potenz regelhaft vor und können lebensbedrohlich sein. Im folgenden Beitrag sollen mögliche Fehlerquellen und Möglichkeiten zu deren Vermeidung aufgezeigt werden.

**B**esonders Kinder sind von Medikamentenfehlern bedroht, denn neben altersgruppenspezifischen Besonderheiten sind individuell zu berechnende Dosierungen erforderlich [1, 12]. Selbst bei groben Fehldosierungen (beispielsweise Fehler in einer 10er-Potenz) ist die verordnete Menge bei Kleinkindern meist nicht per se auffällig und kommt regelmäßig vor [15, 16, 18]. Es ist davon auszugehen, dass Fehler in einer solchen Dimension schwere Schäden nach sich ziehen und besonders bei der Gabe von Adrenalin mit hoher Wahrscheinlichkeit tödlich sein können [15, 25, 26].

**BEACHTEN:** Wegen der zu erwartenden Häufigkeit und potenziell lebensbedrohlichen Tragweite von Medikamentenfehlern bei der Notfallversorgung von Kindern sollten zwingend Hilfsmaßnahmen genutzt werden.

In der vorliegenden Übersicht werden Methoden vorgestellt und mit Evidenz untermauert, mit denen die Rate an Fehlern reduziert werden kann [11].

### Sind Medikamente notwendig?

Insbesondere bei Kindern ist stets zu prüfen, ob es Alternativen zur medikamentösen Therapie gibt und ggf. andere Maßnahmen erfolgversprechend sind. So ist beispielsweise die in

anderen Altersgruppen weniger verfügbare Gabe von Acetylsalicylsäure unter dem 16. Lebensjahr wegen der Gefahr eines Reye-Syndroms gefährlich [14] und soll nur unter strenger Indikationsstellung erfolgen.

Verschiedene elektronische Unterstützungsprogramme, die auch in mobilen Geräten verwendbar sind, berücksichtigen pädiatrische Besonderheiten und Dosierungsempfehlungen und sind teils 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. →

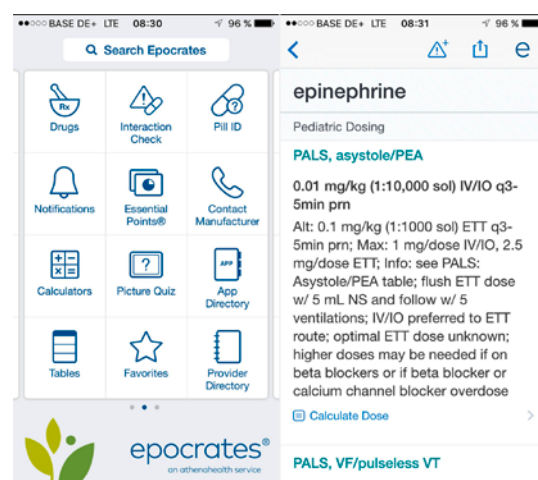


Abb. 1: Pharmakologische Datenbank „Epocrates“ als Beispiel für eine mobile Anwendung, die auch pädiatrische Informationen enthält ([www.epocrates.com](http://www.epocrates.com))

**MERKE:** Jede Verordnung beginnt mit der Feststellung der Behandlungsnotwendigkeit und dem Ausschluss von Kontraindikationen, die bei Kindern altersgruppenspezifisch sein können. Durch den Zugriff auf pädiatrisch-pharmakologische Informationsquellen kann die Rate an Medikamentenfehlern reduziert werden.

## Normalwerttabelle Notfalltabelle

| Alter                                       | Frühen      | Neugeborenen | Säugling  |           | Kind      |           |            |            | Erwachsen  |            |
|---|-------------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|
|   | - 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        | 170        |
| Absolute Körperoberfläche [m <sup>2</sup> ] | 0,14        | 0,20         | 0,29      | 0,36      | 0,46      | 0,67      | 0,81       | 1,29       | 1,49       | 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         |            |
| 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          |            |
| 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     |            |
| Herzfrequenz [/min]                         | 130 - 170   | 115 - 150    | 100 - 140 | 100 - 140 | 100 - 140 | 80 - 100  | 80 - 100   | 55 - 90    | 70 - 80    |            |
| RR sys [mmHg]                               | 40 - 55     | 65 - 75      | 60 - 90   | 60 - 120  | 65 - 120  | 80 - 120  | 80 - 120   | 100 - 130  | 70 - 120   |            |
| RR dia [mmHg]                               | 30 - 40     | 35 - 45      | 50 - 65   | 50 - 70   | 50 - 80   | 55 - 80   | 55 - 65    | 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<br>20    | 18<br>30     | 30<br>50  | 42<br>70  | 60<br>100 | 96<br>160 | 120<br>200 | 240<br>400 | 300<br>500 | 420<br>700 |
| Atemfrequenz [/min]                         | 40-70       | 40-60        | 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=Ws]                       | 5           | 10           | 10        | 15        | 20        | 25        | 40         | 250        | 300        |            |
| Maskengröße                                 | 0           | 0            | 1         | 1         | 2         | 2         | 3          | 3          | 4          |            |
| Tubus ID [mm]                               | 2,5         | 3,0          | 3,0       | 3,5       | 4,0       | 5,0       | 5,5        | 6,0        | 7,0        |            |
| Flüssigkeitsbolus initial [ml]              | 20          | 30           | 100       | 140       | 200       | 320       | 400        | 800        | 1.000      |            |
| Glucose 20/25% [ml]                         | 2           | 2            | 5         | 7,5       | 10        | 15        | 20         | 30         | 40         |            |
| Atropin [µg]                                | 100         | 100          | 100       | 100       | 100       | 160       | 200        | 400        | 500        |            |
| Adrenalin Asystolie [µg]                    | 20          | 30           | 50        | 70        | 100       | 160       | 200        | 400        | 1000       |            |
| = ml wenn 1:100.000 (10 µg/ml)              | 2           | 3            | 5         | 7         | 10        | 16        |            |            |            |            |
| = 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        |            |
| Adrenalin schwere Hypotonie [µg]            | 2           | 3            | 5         | 7         | 10        | 16        | 20         | 40         | 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   |            |
| Calcium [mg]                                | 60          | 90           | 150       | 210       | 300       | 480       | 600        | 1200       | 2000       |            |
| = ml wenn Calcium 10%                       | 0,6         | 0,9          | 1,5       | 2,1       | 3         | 4,8       | 6          | 12         | 20         |            |
| Adenosin [mg]                               | 0,1         | 0,15         | 0,25      | 0,35      | 0,5       | 0,8       | 1          | 2          | 5          |            |
| Amiodaron [mg]                              | 10          | 15           | 25        | 35        | 50        | 80        | 100        | 200        | 250        |            |
| <b>Narkose Thiopenthal [mg]</b>             | 10          | 15           | 25        | 35        | 50        | 80        | 100        | 200        | 250/350    |            |
| = ml wenn 25 mg/ml                          | 0,4         | 0,6          | 1         | 1,4       | 2         | 3,2       | 4          | 8          | 10/14      |            |
| <b>Fentanyl (nur bei Narkose) [µg]</b>      | 10          | 15           | 25        | 35        | 50        | 80        | 100        | 200        | 200        |            |
| = ml wenn 50 µg/ml                          | 0,2         | 0,3          | 0,5       | 0,7       | 1         | 1,6       | 2          | 4          | 4          |            |
| <b>Dormicum [mg]</b>                        | 0,2         | 0,3          | 0,5       | 0,7       | 1         | 1,6       | 2,0        | 4,0        | 5/7        |            |
| <b>Succinyl [mg]</b>                        | 5           | 5            | 5         | 10        | 15        | 20        | 25         | 50         | 60/80      |            |
| = ml wenn 20 mg/ml                          | 0,25        | 0,25         | 0,25      | 0,5       | 0,75      | 1         | 1,25       | 2,5        | 3/4        |            |
| Diazepam i.v. [mg]                          | 0,4         | 0,6          | 1         | 1,4       | 2         | 3,2       | 4          | 8          | 10         |            |
| Diazepam rectal [mg]                        | 2,5         | 2,5          | 5         | 5         | 5         | 10        | 10         |            |            |            |
| Paracetamol initales supp. [mg]             |             |              | 125       | 250       | 250       | 500       | 750        | 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 aktuellen 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 Adenalinosis 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 ([www.notfalllineal.de/tabelle](http://www.notfalllineal.de/tabelle))





kaufmann

Abb. 3: Das Pädiatrische Notfalllineal (PädNFL), 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.

### Notfallmedikamente sicher dosieren

In der Notfallmedizin werden Medikamente gewichtsbezogen dosiert. Medikamente mit raschem Wirkeintritt verteilen sich – nach meist intravenöser oder auch intraossärer Zufuhr – zunächst im Extrazellulärvolumen (EZV), das mit dem Alter abnimmt [13]. Bei adipösen Kindern ist der proportionale Anteil des EZV am Körpergewicht geringer, so dass es zu ei-

Zur Berechnung der Dosis können auch elektronische Hilfsmittel (z. B. Taschenrechner) hilfreich sein [22]. Durch den Einsatz einer simplen Tabelle mit gewichts- und dosierungsbezogenen

**MERKE:** Bei adipösen Kindern sollen Analgetika und Sedativa eher vorsichtig dosiert werden. Ideal wäre eine am Normalgewicht orientierte Dosierung [21]. Geeignete Dosierungsempfehlungen müssen altersgruppenspezifische, pädiatrische Aspekte beachten, um potenziell erhebliche Gefährdungen zu vermeiden.

**BEACHT:** Dosierungen ohne Verwendung eines konkreten Gewichtes dürfen nicht stattfinden. Bei unbekanntem Gewicht ist die längenbezogene Gewichtsschätzung die zuverlässigste Schätzmethode und vorteilhafteste Quelle.

ner relativen Überdosierung führen kann [21]. Wenn das Gewicht eines Kindes nicht unmittelbar bekannt ist, werden oft altersbezogene Schätzformeln verwendet, deren mangelhafte Qualität jedoch bekannt ist [8, 19].

Angaben (Abb. 2) wurden neun von zehn Fehlern in einer 10er-Potenz vermieden [2]. Derartige Hilfsmittel ersetzen selbstverständlich nicht die individuelle ärztliche Entscheidung, sollten aber aufgrund ihres bemerkenswerten Effektes zu Ihrer Unterstützung verwendet werden.

Bei der Berechnung einer gewichtsbezogenen Dosis kann es zu Fehlern kommen [7]. Im Gegensatz zu den Verordnungen bei Erwachsenen fallen selbst bedrohliche Fehldosierungen weder durch die Höhe der errechneten Dosis noch durch die Menge des zu verabreichenden Volumens als „augenscheinlich falsch“ auf [16].

### Absprache mit dem Notfallteam

Kommunikationsdefizite sind in erheblichem Umfang am Entstehen von Medikationsfeh- →

**BEACHT:** Die Festlegung der Dosis ist der bedeutsamste Schritt bei der Verordnung des gewählten Medikaments – hier wird die höchste Fehlerrate beobachtet [17, 24]. Jede Reduktion der Kalkulationsschritte reduziert die Fehlerrate [20].

lern 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 Medikamentenfehlern beitragen [27].

Obwohl die Medikamente in der Notfallmedizin meist intravenös verabreicht werden, sind auch andere Applikationswege relevant (z. B. inhalativ, endotracheal, intramuskulär), so dass zunächst der gewünschte Applikationsweg zu definieren ist.

- Zumindest bei außergewöhnlichen Kombinationen von Medikamenten und Applikationswegen ist eine explizite Bezeichnung zwingend geboten.
- Eine vollständige Verordnung beinhaltet eine Dosierung (z. B. in mg/kg KG) sowie die sich aus dem Körpergewicht ergebende absolute Dosis (z. B. in mg).
- Die Benennung der verwendeten Konzentration (z. B. mg/ml) und die sich daraus ergebende absolute Menge der zu verabreichenden Lösung (z. B. in ml) ist notwendig.
- Wenn eine Verdünnung benutzt werden soll, ist eine exakte Bezeichnung und eine Anleitung für deren Herstellung erforderlich.

## Verdünnungen vermeiden!

Es sollen so wenige Konzentrationen und Verdünnungen benutzt werden, wie dies medizinisch vertretbar ist. Sofern nach der Medikamentengabe mit 0,9 % NaCl o. Ä. 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 i. v.-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.

Das Mischungsverhältnis muss exakt eingehalten werden.

**CAVE: 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.**



**ONLINE**

Diesen Beitrag sowie die vollständige Literaturliste finden Sie auch unter

[www.allgemeinarzt-online.de](http://www.allgemeinarzt-online.de)



**Dr. med.  
Jost Kaufmann**

Facharzt für Kinder- und Jugendmedizin,  
Facharzt für Anästhesiologie, Notfallmedizin,  
Neugeborenen-Notarzt (GNPI)  
Abteilung für Kinderanästhesie  
Kinderkrankenhaus der Kliniken der Stadt Köln gGmbH  
50735 Köln

### INTERESSENKONFLIKTE:

Der korrespondierende Autor erhält Lizenzgebühren für die Vermarktung des Pädiatrischen Notfalllineals. Bei den Koautoren liegt kein Interessenkonflikt vor.

Mit der Kennzeichnung erfolgt gleichzeitig eine wirksame Überprüfung des aufgezeigten Medikaments [23]. Vorteilhaft ist die Verwendung farblich einheitlich gestalteter Aufkleber, wie sie durch die DIVI empfohlen und in Form der ISO 26825 international festgelegt worden sind [28].

## Weitere Verbesserungsmöglichkeiten

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 [6]. Auch durch die Einführung einer externen Kontrolle der pädiatrischen Verordnungen wird die Rate an Fehldosierungen nachweislich reduziert [4]. Alleine das Bewusstsein um die Bedeutung von Medikationsfehlern erhöht sicher die Vigilanz bei der Verordnung und leistet dadurch einen erheblichen Beitrag zur Vermeidung von Fehlern und damit zur Patientensicherheit.

Besonders im präklinischen Bereich ist der Einsatz des Pädiatrischen Notfalllineals ([www.notfalllineal.de](http://www.notfalllineal.de), Abb. 3) sinnvoll. Es 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 und Mindest- und Höchstdosierungen leitlinienkonform berücksichtigt. Zusätzlich bietet das Lineal Hilfe bei der Auswahl von Ausrüstungsgegenständen, wobei beispielsweise die längenbezogene Wahl des Endotrachealtubus einer altersbezogenen Formel überlegen ist [9]. Auch physiologische Normalwerte sind abrufbar, deren Einhaltung wesentlich zu einem optimalen Ergebnis beitragen kann [5].

Der Nutzen eines ähnlichen Prinzips, des Broselow-Tape, ist eindeutig erwiesen – hier konnte in einer präklinischen Untersuchung die Rate an korrekten Adrenalingaben nahezu verdoppelt werden [10]. Der nachgewiesene Nutzen des Lineals hat zu einer Empfehlung seines Einsatzes in den Reanimationsleitlinien der American Heart Association (AHA) geführt [14], wobei bisher nur die Möglichkeit zur Tubuswahl in die Leitlinie des European Resuscitation Council (ERC) übernommen wurde [3].