

Neben diesen Faktoren ist eine weitere Schwierigkeit bei pädiatrischen Notfällen, dass Kinder in keiner Hinsicht wie „kleine Erwachsene“ zu behandeln sind. Ihre Anatomie und Physiologie unterscheidet sich teilweise wesentlich von der Erwachsener. In keinem anderen Lebensabschnitt werden in so kurzen Zeiträumen so viele körperliche Merkmale ausgeprägt und so viele geistige Fähigkeiten erworben. Deshalb unterteilt man das Kindesalter in verschiedene Abschnitte:

- Frühgeborenes: Geburt vor der 37. Schwangerschaftswoche
- Neugeborenes: bis zum 28. Lebenstag
- Säugling: bis zum Ende des 1. Lebensjahres
- Kleinkind: 1. bis 5. Lebensjahr
- Schulkind: 6. bis 14. Lebensjahr

Im Umgang mit kleinen Kindern ist es manchmal hilfreich, das Alter des Kindes in etwa abschätzen zu können. Hierzu einige Merkmale:

- Säuglinge ohne Milchzähne sind jünger als sechs bis acht Monate
- Kinder mit offener Fontanelle sind maximal 24 Monate alt
- Kinder mit Windeln sind jünger als drei oder vier Jahre
- Kinder, die Fahrrad fahren, sind älter als vier oder fünf Jahre

Für die Beurteilung des Allgemeinzustandes und für die exakte Medikamentendosierung muss das Gewicht eines Kindes abgeschätzt werden. Hierfür liegen folgende Erfahrungswerte vor:

- Neugeborenes: 3 bis 4 kg
- einhalbjähriges Kind: etwa 7 kg
- dreijähriges Kind: etwa 10 kg
- sechsjähriges Kind: 20 bis 25 kg
- zwölfjähriges Kind: 35 bis 45 kg

Die Merkregel von Harnack soll im Notfall eine Hilfe sein. Sie besagt sinngemäß, dass Kleinkindern über einem Jahr ein Viertel der Erwachsenenosis und Schulkindern die halbe Dosis verabreicht werden kann. Im Zweifelsfall stellt diese Faustformel eine Notlösung dar. Medikamente wie Opiate sollten von dieser Regel allerdings ausgenommen bleiben.

#### **Merkregel nach Harnack**

- 1/4 Jahr: 1/6 der Erwachsenen-Dosis
- 1/2 Jahr: 1/5 der Erwachsenen-Dosis
- 1 Jahr: 1/4 der Erwachsenen-Dosis
- 3 Jahre: 1/3 der Erwachsenen-Dosis
- 7,5 Jahre: 1/2 der Erwachsenen-Dosis
- 12 Jahre: 3/4 der Erwachsenen-Dosis
- Erwachsene: 1 Erwachsenen-Dosis

#### **Schmerzen machen Angst**

Schmerzen haben bei Kindern eine starke emotionale Komponente und werden als sehr bedrohlich empfunden. Zusätzlich erhöht der Schmerz den Sympathikotonus mit allen daraus resultierenden Konsequenzen.

Bis zu einem gewissen Lebensalter können die kleinen Patienten keine Schmerzangaben machen und auch die vom Therapeuten oft kommentierten Maßnahmen werden nicht verstanden. Die Angst vor der Nadel ist extrem groß und wird meist unterschätzt. Die Beurteilung der Schmerzintensität kann nach einer Schmerzskala erfolgen. Diese in der Klinik häufig angewendete Methode ist im Notfall nicht immer anwendbar. Im Notfall stehen klinische Gesichtspunkte im Vordergrund. Das Verletzungsmuster mit den entsprechenden Begleitsymptomen wie Stöhnen, Jammern, Schreien kann die Schmerzen erahnen lassen. Weitere Hinweise auf die Schmerzintensität können die Haltung oder die motorische Unruhe geben. Führen Ablenkmanöver bei kleinen Kindern nicht zum Ziel, ist ebenfalls von einer hohen Schmerzintensität auszugehen.

Lange Zeit hielten sich die Gerüchte, Kinder, insbesondere Früh- und Neugeborene und Säuglinge, hätten keine Schmerzen und könnten sich an Schmerzen nicht mehr erinnern. Zudem sei die Therapie mit Analgetika wie Opioiden und Lokalanästhetika bei Früh- und Neugeborenen sowie Säuglingen zu gefährlich.

Diese Mythen sind heute allesamt widerlegt. Studien bewiesen, dass Kinder ab der 22. SSW Schmerzen empfinden und dass deshalb ab diesem Lebensalter analgetische Maßnahmen bei entsprechender Indikation erforderlich sind. Empfehlenswert ist es, sich auf ein Opioid zu beschränken und dieses titrierend dosieren. Unerwünschten Nebenwirkungen kann so vorgebeugt werden. Der Begriff „titrierend“ bedeutet, dass man von einer niedrigen Dosis ausgeht und die Dosis dann so weit steigert, bis Schmerzfreiheit eingetreten ist. Wichtig ist eine lückenlose Überwachung der gefährdeten Patienten (Frühgeborene, Neugeborene, Säuglinge). Zur Überwachung von Kindern nach Opioidgabe sollte zur Überwachung mindestens ein Pulsoximeter angelegt werden.

In diesem Artikel werden die pharmakologischen Besonderheiten im Kindesalter sowie die Medikamente im Einzelnen dargestellt.

Die Informationsweiterleitung beim Menschen verläuft über ein komplexes Netz an Nerven. An der Synapse, der Verbindungs- beziehungsweise Übergangsstelle zwischen zwei Nerven beziehungsweise zwischen Nerv und Muskel, werden auf den elektrischen Impuls hin Neurotransmitter freigesetzt. Die Transmitter diffundieren auf die postsynaptische Seite und lösen dort erneut einen Impuls aus. Diese Informationsweitergabe kann durch unterschiedliche Mechanismen beeinflusst werden.

#### **Vorsicht mit Opioiden**

Zu beachten ist bei der Verabreichung bei Opioiden, dass die Zahl der Rezeptoren bei kleineren Kindern pro Milligramm Gehirngewicht relativ erhöht ist. Das bedeutet, dass Kleinkinder und Säuglinge weniger Opiode als Erwachsene benötigen, um den gleichen analgetischen Effekt zu erreichen. Ferner ergibt sich daraus, dass eine am Erwachsenen orientierte Medikamentendosierung beim Früh- und Neugeborenen sowie Säugling auf Grund der hohen Konzentration von Opioidrezeptoren rascher zu der unerwünschten Wirkung, aber auch zu der lebensbedrohlichen Komplikation Atemdepression führt.

Der Transport der Medikamente erfolgt vor allem an Eiweißstoffen (Proteine). Im Neugeborenenalter ist die Proteinkonzentration im Blut geringer als beim Erwachsenen. Vermindert ist vor allem das Humanalbumin, das von vielen Medikamenten als Transportsystem genutzt wird. Aber auch andere, spezifische Transportproteine sind reduziert. Durch diese erniedrigte Transportkapazität ist bei Neugeborenen das nicht gebundene Medikament im Blut erhöht.

Die Leber ist im Neugeborenen- und Säuglingsalter noch erheblich unreif. In der Leber werden einige Medikamente umgewandelt. Deshalb ist bei Medikamenten, die in der Leber verstoffwechselt werden, mit einer verlängerten Wirkdauer zu rechnen.

Auch die Niere ist bei Früh- und Neugeborenen sowie Säuglingen noch nicht endgültig entwickelt; ihre komplette, mit dem Erwachsenen vergleichbare Funktion erreicht sie erst nach einem Jahr. Die Konzentrationsleistung ist noch bis zur 12. Woche erheblich vermindert. Insbesondere Natrium wird noch nicht ausreichend rückresorbiert. Man spricht deshalb auch von einer Natrium-Verlustniere. Medikamente, die einer hohen renalen Clearance unterliegen, haben eine verlängerte Wirkdauer. Ein Beispiel dafür ist das Muskelrelaxans Pancuronium, das bei Früh- und Neugeborenen statt 45-60 min. 120-240 min. wirkt. Allerdings können auch die Abbauprodukte von Medikamenten kumulieren und zu erheblichen unerwünschten Wirkungen führen. Hierzu gehört beispielsweise das Pethidin (Dolantin®). Es kann kumulieren und in der dann viel zu hohen Blutkonzentration zu Krämpfen führen.

#### **Wirkung der Medikamente**

##### **Nachfolgend einige gebräuchliche Medikamente und deren Wirkung sowie Anwendung.**

#### **Paracetamol**

Paracetamol wird in der Leber abgebaut. Dort entstehen neben den gewünschten Abbauprodukten auch toxische Produkte (Benzochinonimine). Normalerweise werden diese Giftstoffe durch das körpereigene Glutathion entgiftet. Wird bei einer Medikamenten-Überdosierung das Glutathion aufgebraucht, kann es innerhalb von ein bis zwei Tagen zu einer schweren Leberschädigung bis zum Leberzellerfall kommen. Eine Prophylaxe ist durch die Gabe von N-Acetylcystein (140 mg/kg) möglich.

#### **Acetylsalicylsäure (ASS)**

Die Indikation für Acetylsalicylsäure sollte sehr streng gestellt werden, denn es wurde schon gelegentlich das so genannte Reye-Syndrom nach ASS-Einnahme bei

Kindern beschrieben. Das Reye-Syndrom ist ein Leberzellzerfall mit begleitendem schwerem Hirnödem. Zusätzlich ist die Thrombozytenaggregationshemmung durch ASS zu berücksichtigen.

#### **Metamizol**

Der analgetische Wirkungsmechanismus unterscheidet sich nicht von dem anderer peripher wirksamer Analgetika. Auch bei Kindern besteht das Agranulozytoserisiko. Allerdings liegen hierzu keine gesicherten Daten vor. Die intravenöse Applikation sollte vorsichtig erfolgen, um einen Blutdruckabfall durch Gefäßerweiterung zu vermeiden.

#### **Morphin**

Morphin wird in der Notfallmedizin intravenös appliziert. Die Wirkung hält drei bis sechs Stunden an. Unerwünschte Wirkungen sind Atemdepression, Übelkeit und Erbrechen. Hemmungen der Magen-Darmmotorik werden nur bei Langzeitapplikation beobachtet. Wegen der Leberunreife von Früh- und Neugeborenen sowie Säuglingen ist mit einer deutlich längeren Wirkdauer zu rechnen als beim größeren Kind und Erwachsenen.

#### **Dipidolor, Fentanyl**

Dipidolor wie Fentanyl haben sich als Schmerzmittel bei Kindern unterschiedlich bewährt. Bei Kinder unter einem Jahr ist die Gefahr, einen Atemstillstand zu provozieren, selbst bei korrekter Dosierung groß. Besondere Vorsicht ist beim Schädel-Hirn-Trauma geboten. Auch die gewichtsbezogene Dosierung ist fehleranfällig, da das Gewicht des Kindes meist nicht bekannt ist. Bei noch nicht schulpflichtigen Kindern liegt man generell mit 1/4 Ampulle Fentanyl oder Dipidolor (1:10 verdünnt) meist richtig.

**Unerwünschte Wirkungen wie Übelkeit und Erbrechen kommen bei Kindern häufig vor. In Kombination mit Dormicum können Opiode einen Atemstillstand provozieren!** Allgemein gilt: Opiate sollten nach Wirkung dosiert werden und an die Schmerzintensität angepasst werden. Zudem ist die Medikamenten-Wirkung auch abzuwarten. Das heißt, keine Dosiswiederholung innerhalb weniger Minuten.

Nicht indiziert sind Opiate bei spastischen bzw. kolikartigen Schmerzen im Bauchraum und bei geringgradigen Verletzungen.

#### **Welche Benzodiazepine?**

##### **Andere Opiode**

Andere Opiode haben eine zu ungünstige Nutzen-Risiko-Relation bzw. zu viele Nebenwirkungen, so dass sie für einen Einsatz bei Kindern ausscheiden. Pethidin (Dolantin®) wirkt mit ein bis zwei Stunden relativ kurz. Allerdings kann den Patienten sehr leicht übel werden. Tramadol (Tramal®) wirkt relativ schwach und hat ebenso eine hohe emetische Potenz.

Zu den in der Notfallmedizin gebräuchlichen Benzodiazepine zählen im pädiatrischen Bereich Diazepam und Midazolam.

##### **Diazepam**

Indikationsbereiche für Diazepam sind die Sedierung von Früh- und Neugeborenen und Säuglingen, sowie die Behandlung bei Kindern mit Fieberkrämpfen. Allerdings ist es schlecht steuerbar. Normalerweise beträgt die Wirkdauer 24 Stunden, bei Frühgeborenen 48 Stunden. Die hypnotisch wirksamen Metabolite können bis zu 96 Stunden wirken. Mit Diazepam gibt es jedoch bei den Früh- und Neugeborenen die meisten Erfahrungen.

##### **Midazolam**

Midazolam kann auch bei Kindern als Sedativum gut eingesetzt werden. Durch die Nase verabreicht in einer Dosierung von 0,2-0,4 mg/kg ist ein rascher Wirkungseintritt innerhalb von fünf bis zehn Minuten zu erwarten. Zu beachten ist, dass die Medikamentenverabreichung durch die Nase schmerzhaft sein kann.

Für Kinder wurde auch ein süßlicher Midazolamsaft entwickeln, welcher in einer Dosierung von 0,4- 0,6 mg/kg p.o. gegeben wird. Die Wirkung tritt spätestens nach 20 Minuten ein.

##### **Ketamin**

Ketamin ist stark schmerzlindernd und besitzt eine schwach hypnotische Komponente. Die analgetische Komponente dauert zehn bis 15 Minuten, die hypnotische ein bis zwei Stunden. Der Grund für diese lange Wirkdauer sind die beim Abbau entstandenen, wirksamen Abbauprodukte. Der Hirndruck steigt beim Kind mit krankhafter Hirndruckerhöhung an, weswegen Ketamin hierfür kontraindiziert ist. Ebenso steigt auch der Augeninnendruck an. Auch bei dieser Erkrankung darf Ketamin nicht angewendet werden. Es kann bei Kindern mit therapierefraktärem Asthma bronchiale eingesetzt werden.

Eine schwer wiegende Nebenwirkung sind Alpträume, Horrortrips und Halluzinationen. Mit der Zugabe von Midazolam können diese unerwünschten Wirkungen reduziert oder sogar vermieden werden.

Die Applikation erfolgt intravenös (Dosierung: 1- 2 mg/kg). Alternativ kann Ketamin auch intramuskulär (5 mg/kg) oder rektal (8-10 mg/kg) appliziert werden.

##### **Barbiturate**

Dazu zählen Methohexital, Thiopental und Phenobarbital. Methohexital und Thiopental werden vorwiegend in der Anästhesie eingesetzt, Phenobarbital ist ausschließlich ein Medikament für die Sedierung von Neugeborenen und Säuglingen bzw. dient zur Therapie von Krampfanfällen in diesem Altersbereich. Es hat eine lang andauernde Wirkung von vier bis acht Stunden, Thiopental und Methohexital wirken mit fünf bis 15 Minuten deutlich kürzer. Eine typische unerwünschte Wirkung ist die Kreislaufdepression.

##### **Muskelrelaxanzien**

Bei den Notfallintubationen ist Succinylcholin das Muskelrelaxans der Wahl. Eine Präcurarisierung ist am Notfallort nicht erforderlich. Die Wirkung setzt nach spätestens 60 Sekunden ein und hält auch beim Kind drei bis fünf Minuten an.

##### **Fazit:**

Kinder sind keine kleinen Erwachsenen. Ihre körperliche Entwicklung ist mit der Geburt noch nicht abgeschlossen. Wird die Dosierung von Medikamenten bei Kindern über den Daumen gepeilt, kann es zu Nebenwirkungen kommen. Die Folge sind kurzfristige aber teilweise sogar lebenslange Schäden, die beim Erwachsenen entweder gar nicht oder nur in geringem Ausmaß beobachtet werden. Das Immunsystem, die inneren Organe, die Knochen und die Nerven entwickeln sich schrittweise und durchlaufen verschiedene Entwicklungsstadien. Zur richtigen Medikamentendosierung sollten wenigstens fünf Altersgruppen getrennt voneinander betrachtet werden. Dennoch ist ein Notfall mit Kindern für den Nicht-Pädiater immer mit Herzklopfen verbunden ...

**Autor: Dr. Ingo Blank, [www.ingoblank.de](http://www.ingoblank.de). Erstveröffentlichung im RETTUNGSMAGAZIN 5 (2004), S. 56-59.**