

## INFORMATION KOMPAKT

### Die perioperative Schmerztherapie – Kinder



Freigabe durch den Vorstand der ÖGARI am 09.10.2019

#### AUTOREN

Dr. Brigitte Messerer  
Univ. Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin  
LKH-Univ Klinik Graz  
Med. Univ.Graz  
Auenbruggerplatz  
A-8036 Graz  
[Brigitte.messerer@medunigraz.at](mailto:Brigitte.messerer@medunigraz.at)

#### INSTITUTION

#### GUTACHTER:

Prof. Stephan Schug, Perth

Dr. med. dipl. SozW. Reinhard Sittl, Erlangen

**GÜLTIGKEIT:** bis 09.10.2023

Das perioperative Schmerzmanagement ist eine anspruchsvolle interdisziplinäre Aufgabe, die nur im Zusammenwirken aller daran beteiligter Berufsgruppen gelingt.

Übergeordnete Rahmenbedingungen zur Durchführung der perioperativen Schmerztherapie müssen in den Kliniken interdisziplinär erarbeitet, klar definiert und schriftlich festgelegt werden (1). (Empfehlungsgrad 1)

Die Grundprinzipien der perioperativen Schmerztherapie bei Kindern unterscheiden sich nicht von denen bei Erwachsenen. (Empfehlungsgrad 1)

Jede Behandlung beginnt mit der altersentsprechenden Aufklärung und richtet sich nach dem Patienten und seinen Eltern bzw. Bezugspersonen. (Evidenzgrad A)

#### Präoperative Informationen und Schulungen:

- ↑ das Wissen der PatientInnen über den zu erwartenden postoperativen Schmerzverlauf/ die Möglichkeiten der Schmerztherapie
- bestehende Ängste lassen sich ↓

- falsche Erwartungshaltungen können abgebaut werden

### **Voraussetzung für eine effektive Schmerztherapie:**

- Erkennung, Quantifizierung, Dokumentation von Schmerz
  - zeitnahe Aufzeichnung therapieassoziierten Nebenwirkungen (z.B. Übelkeit/Erbrechen, Harnverhalten, Obstipation, Juckreiz, Sedierung)
  - zeitnahe Aufzeichnung schmerztherapeutischer Maßnahmen
- Effektivität einer eingeleiteten Schmerztherapie kann so strukturiert überwacht, kontrolliert, optimiert werden

Eine einfache Möglichkeit, **Schmerz** zu **messen** = Einsatz von Schmerzskaleten, deren Auswahl sich nach dem Alter, dem Entwicklungsstand und der Praktikabilität richten. (Evidenzgrad A)

- Innerhalb einer Institution sollten dieselben Instrumente verwendet werden: auf Basis einheitlicher Interventionsgrenzen lassen sich Therapieschemata erstellen
- Fremdbeurteilungsskalen:  
Kinder <3 Jahre können Schmerzen noch nicht mit Worten ausdrücken → Verhaltensmuster werden herangezogen, die Orientierung über das Schmerzausmaß geben. Für die deutsche Sprache validiert ist die *KUSS-Skala* (Kindliche Unbehagen und Schmerzskala) (2).  
Bei kognitiv beeinträchtigten Kindern/ Jugendlichen ist die *revidierte FLACC-Skala* (*r-FLACC-Skala*) geeignet und im Klinikalltag erprobt. Gesichtsausdruck, Beine, Aktivität, Weinen und die Möglichkeit des Tröstens bzw. Beruhigens werden zur Beurteilung herangezogen. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, noch nicht angeführte Verhaltensmuster in den entsprechenden Kategorien einzutragen.
- Selbstbeurteilungsskalen:

Nach Maßgabe Ihrer Möglichkeiten sollten Kinder ihre Schmerzen selbst einschätzen. (Evidenzgrad A)

= ab dem 4. Lj meist möglich. Eine erprobte Skala ist die *Gesichter Skala nach Hicks* (FPS-r) (3). Vor allem jüngere Kinder bevorzugen eine solche Skala, da das Auswählen eines Gesichts viel einfacher ist als Zahlen zu kategorisieren.  
Ab dem 9.Lj: auch die visuelle Analogskala (VAS)/ die Numerische Rating Skala (NRS) kann verlässlich eingesetzt werden

- Erhebung der Schmerzintensität: bei jeder Pflegevisite, bei Schmerzäußerung, 30 bis spätestens 60 Minuten nach einer Intervention zur Therapieüberprüfung
- Eine alleinige Schmerzmessung/ zeitnahe Dokumentation wird zu keiner Verbesserung der Schmerztherapie führen. Ziel muss es sein, dass neben der eindimensionalen ↓ der Schmerzintensität, die verschiedenen Aspekte der postoperativen Rehabilitation interdisziplinär beachtet werden.

Ob unsere kleinen PatientInnen mit unserer analgetischen Versorgung zufrieden sind, lässt sich nur durch eine standardisierte Erhebung und Analyse von Daten zur Therapiequalität erzielen. Ab dem 4.Lj. steht dafür das **QUIPS/Infant-Register** (QUIPS: Qualitätsverbesserung der postoperativen Schmerztherapie) zur Verfügung. (Evidenzgrad B)

Alle erhobenen Daten werden webbasiert eingegeben, anonymisiert analysiert und als Benchmark rückgemeldet → kontinuierliche Verlaufsbeobachtung/ Überprüfung der eigenen Schmerztherapie bzw. Vergleich mit anderen Kliniken ist möglich

**Gewährleistung einer adäquaten Fortführung der Schmerztherapie:** der entlassende Arzt muss eine notwendige Schmerzmittelversorgung zu Hause sicherstellen und darauf hinweisen, dass bei weiterhin bestehenden Schmerzen eine Wiedervorstellung an der Klinik/ beim Hausarzt/Kinderarzt erfolgen muss (Empfehlungsgrad 1).

### **Schmerzentwicklung/ Besonderheiten in der Pharmakodynamik bzw. –kinetik** **(4, 5)**

Mehrheit der Erkenntnisse zu diesem Thema = experimentell und leitet sich von Untersuchungen an Tieren ab.

Ab der 24. SSW kommt es durch Ausbildung der Projektionsbahnen vom Thalamus zum primär sensorischen Kortex zur Verarbeitung nozizeptiver Informationen → Sobald ein Kind lebensfähig geboren wird kann es Schmerz empfinden. (Empfehlungsgrad 1)

26. SSW: Wegziehreflex, Grimassieren, Tachykardie auf schmerzhaft Reize

FG: Die zentralen synaptischen Verbindungen zum dorsalen Hinterhorn = noch unreif. Durch niederschwellige, schnell leitende A-Fasern (primär ziehen Aβ-Fasern

bis in die Laminae I und II des Hinterhorns), kommt es zu einer  $\uparrow$  Reaktion auf Schmerzreize. Dies dauert solange an, bis die C-Fasern ausgereift sind (etwa zum Zeitpunkt der Geburt). Bis dahin ist aber das Unterscheidungsvermögen zw. verletzenden/ nicht-verletzenden Stimuli schlechter entwickelt  $\rightarrow$  periphere Stimuli können über das größere rezeptive Feld des Hinterhorns durch zentrale Sensibilisierung zu einer verstärkten Reizantwort der Hinterhornneurone führen.

In der frühen Entwicklungsphase reagieren Kinder schon auf geringe Reizstärken mit einer eher generalisierten Schmerzantwort. (Empfehlungsgrad 1)

FG und NG: die Mechanismen der Schmerzhemmung durch descendierende inhibitorische Leitungsbahnen und inhibitorische Netzwerke im Hinterhorn = noch nicht ausgereift  $\rightarrow$  Schmerzschwellen = generell  $\downarrow$ , die Schmerzreaktionen  $\uparrow$

Starke Schmerzreize und Gewebeschädigungen können in der Neonatalperiode die normale Entwicklung des nozizeptiven und antinozizeptiven Systems verhindern und bleibende Veränderungen im Schmerzempfinden bewirken. (Empfehlungsgrad 1)

Eine adäquate Schmerztherapie zum Zeitpunkt des initialen Schmerzreizes kann die negativen Langzeitauswirkungen abschwächen, wenn nicht sogar abwenden!

**Pharmakodynamik und Pharmakokinetik** sind v. a. in den ersten 6 LMo von Bedeutung. (Evidenzgrad A)

Die **Verteilungsvolumina** sind bei FG, NG, Sgl. anders als bei Erwachsenen. Die **Unreife von Leber und Niere** beeinflusst Metabolisierung und Ausscheidung. (Evidenzgrad A)

Diese Besonderheiten müssen bei der Dosierung von Arzneimitteln berücksichtigt werden. (Empfehlungsgrad 1)

### **Medikamentöse postoperative Schmerztherapie (6)**

Viele bewährte Analgetika aus der Erwachsenenmedizin sind für Kinder nicht zugelassen  $\rightarrow$  werden in „Off label use“ verwendet = ein Medikament ist zugelassen, wird aber anders, als in der Produktlizenz angegeben, verwendet. Der Einsatz basiert auf jahrelangen Erfahrungen und klinischen Studien.

„off label use“ = nach dem aktuellen Stand der medizinischen Wissenschaft/ der klinisch. Erfahrung zulässig, erfordert jedoch eine explizite Aufklärung/ Einwilligung der Jugendlichen/ Eltern/ Erziehungsberechtigten darüber (7). (Empfehlungsgrad 1)

### **Für eine suffiziente schmerztherapeutische Behandlung entscheidend:**

- Erstellung eines klinikeigenen Analgesiekonzepts
- Bewährt = Beschränkung auf wenige Analgetika, die in kindergerechter Applikationsform/ Dosierung zur Verfügung stehen
- Auswahl der Analgetika: richtet sich nach dem individuellen Risiko der Patienten/ nach der Schmerzstärke/ der Art der Schmerzen
- Dosierung = gewichtsadaptiert (bei Adipositas = Berechnung nach dem Idealgewicht!!)
- Tagesmaximaldosen = zu beachten
- Jeder Therapeut muss die KI/ NW der von ihm verordneten Medikamente kennen und vor jeder Verordnung die Indikation gegen potenzielle Nachteile abwägen!

Basis der systemischen Schmerztherapie sind Nichtopioide, welche perioperativ nach einem vorgegebenen Zeitschema zu verabreichen sind. (Evidenzgrad A)

Für viszerale oder krampfartige Schmerzen wird Metamizol empfohlen. Bei Entzündungsschmerzen/ Weichteilschwellungen gibt es Vorteile für Cyclooxygenase (COX)-Hemmer. Sinnvoll ist es Nichtopioide zu kombinieren: COX-Hemmer kann mit Paracetamol oder Metamizol und Metamizol mit Paracetamol gut kombiniert werden. NICHT sinnvoll = gleichzeitige Einsatz verschiedener COX-Hemmer!

Bei bestehender oder zu erwartender unzureichender Analgesie müssen Opioide zusätzlich verabreicht werden. Sie werden bedarfsorientiert nach Wirkung bzw. Nebenwirkung titriert (Evidenzgrad A).

Bei akuten Schmerzen ist die i.v.- Applikation zu bevorzugen. (Evidenzgrad B). So rasch wie möglich sollte dann auf eine orale oder evtl. rektale Gabe (bei „Windelkindern“) umgestellt werden.

Eine i.m./ s.c.-Verabreichung von Medikamenten ist abzulehnen. (Evidenzgrad A)

Wie in der Erwachsenenmedizin sinnvoll, sollten auch bei Kindern prozedurenspezifische Empfehlungen für häufige Eingriffe von den beteiligten Abteilungen gemeinsam erarbeitet und schriftlich festgelegt werden (Empfehlungsgrad 1).

## 1. Paracetamol

- Antipyretikum
- Analgetikum bei geringen bis mittelstarken Schmerzen
- Vorteil= fehlende Hemmung der Thrombozytenaggregation ohne nennenswerte gastrointestinale und renale NW
- Bioverfügbarkeit = applikationsabhängig  
i.v. Gabe: sicherste Wirkstoffkonzentrationen  
orale Gabe: Bioverfügbarkeit = 63-89%  
rektale Gabe: variabel (24–98%) Resorption → schlechte Steuerbarkeit  
Ausmaß der Schmerzreduktion = nach oraler und i.v. Applikationsformen gleich
- Pharmakokinetik = in den ersten Lebenswochen deutlich verändert; EHWZ: FG= 11h, NG 4-6h; erreicht im Laufe des 1.Lj Erwachsenenwerte von 2-4h
- Dosierung:

Für eine sichere Dosierung müssen Alter, KG, Dauer der Therapie, Tageshöchstdosis und Dosierungsintervalle berücksichtigt werden, um Überdosierungen zu vermeiden (Evidenzgrad A).

Dosierungsempfehlung für Paracetamol lt. ANSCA (5):

Alter	Dosis		Tageshöchstdosis
	oral/ rektal	i.v.	
FG (28-29 SSW)		10 mg/kg; alle 12 h	20 mg/kg/d
FG (30-31 SSW)		10 mg/kg; alle 8-12 h	25-30 mg/kg/d
Gewicht (0,5-2 kg)		12 mg/kg Ladedosis, dann 6-7mg/kg alle 6 h	
FG (32-44 SSW) Gewicht (3-5 kg)	15 mg/kg alle 8h	10 mg/kg alle 6h (Ladedosis 0-20mg/kg)	i.v.: 40 mg/kg/d oral: 45 mg/kg/d
> 45 SSW			60 mg/kg/d
6.LMo -12 Jahre	15-20 mg/kg alle 4-6 h	15 mg/kg alle 6h	i.v.: 60 mg/kg/d oral: 90 mg/kg/d für 2-3 Tage

- Metabolisierung: zu 80–95% hepatisch: Konjugation mit Glukuronsäure (40–67%), Schwefelsäure (20–46%), Cystein (3%). Zu 1–4% (bei NG bis zu 24,9%) unveränderte Ausscheidung. Über das Cytochrom-P450 System entstehen auch geringe Mengen des toxischen Metaboliten N-Acetyl-p-Benzochinonimin (NAPQI), der für die Elimination Gluthation braucht. Steht dieses nicht zur Verfügung (protrahierte Gabe therapeutischer Dosen, v. a. im Zusammenhang mit Fieber, Virusinfekten mit stiller Leberbeteiligung, Sepsis, präexistente Lebererkrankung, Malnutrition, Dehydratation und gleichzeitiger Induktion des

Cytochrom-P450-Systems durch Anwendung anderer Medikamente), so wird NAPQI an Leberproteine gebunden mit der Folge von Leberzellnekrosen.

Bei versehentlicher Überdosierung muss mit hepatotoxischen NW gerechnet werden, die potenziell letal sein können. (Evidenzgrad A)

*Antidot* = N-Acetylcystein (NAC)

*Therapiebeginn*: innerhalb von 8–15 h nach der Intoxikation, um Mortalität ↓

↑ unter Paracetamol-Einnahme das unkonjugierten Bilirubins: Dosis ↓

Ein unkritischer Einsatz von Paracetamol ist zu vermeiden. (Empfehlungsgrad 1)

*Bedenken:*

- i.v.-Applikationsform: werden die Einheiten Milligramm und Milliliter verwechselt so ist eine 10-fache Überdosierung möglich
- möglicher kausaler Zusammenhang zwischen der pränatalen und kindlichen Paracetamol-Exposition und dem ↑ Auftreten von obstruktiver Atmung, Asthma bronchiale, Rhinokonjunktivitis, ekzematösen Hautveränderungen, ↑ IgE-Werten im Kindes-/ Jugendalter (Ergebnisse der Publikationen = widersprüchlich)
- ↑ Auftreten von Kryptorchismus
- ↑ Auftreten von hyperkinetischen Zustandsbildern im Alter von 7 Jahren

Für die perioperative Schmerztherapie stehen für die meisten Patienten wirksamere Substanzen aus der Gruppe der NSAR zur Verfügung: Ibuprofen = effektiver zur Behandlung von Schmerz und Fieber bei gleichem Sicherheitsprofil

## **2. Metamizol**

- höchste analgetische Wirkung unter den Nichtopioiden
- analgetisch, antiphlogistisch, antipyretisch, spasmolytisch (= Mittel der Wahl bei kolikartigen Schmerzen)
- Opioide können eingespart werden
- hohe therapeutische Breite
- nur geringe renale, hepatische und gastrointestinale Toxizität bei Überdosierung

*Zu beachten ist:*

- Überempfindlichkeitsreaktionen → zum anaphylaktischen Schock (v. a. bei Patienten mit Asthma/ bekannten Allergien - diesbezügliche Anamnese!)
- temporäre Thrombozytenfunktionsstörung: klinische Relevanz noch ≠ geklärt
- arterielle Hypotonie → zum manifesten Schock nach rascher i.v.-Gabe (Risiko ↑ bei hoher Dosierung/ bei vorbestehender Hypotonie/ bei hohem Fieber)
- bekannte Histaminintoleranz (Metamizol hemmt die Diaminoxidaseaktivität, die für den Abbau von Histamin von Bedeutung ist)
- Agranulozytose (Im Kindesalter ist lt. Literatur nur ein einziger Fall durch Reexposition belegt) Das Risiko für das Auftreten einer Agranulozytose bzw. Neutropenie ↑ mit der Dauer der Einnahme → Durchführung von Blutbildkontrollen = empfohlen

Eine Ablehnung des kurzfristigen, perioperativen Einsatzes von Metamizol bei Kindern ist basierend auf der aktuellen Literatur nicht begründbar. (Empfehlungsgrad 1)

Dosierungsempfehlungen für Metamizol:

Applikationsform	Dosierung mg/kgKG	Maximale Tagesdosis mg/kgKG	Dosierungsintervall	Anmerkung
oral	10-15	(50)-80	6-8	zugelassen ab dem 4. LMo/ ab 5 kgKG
i.v. als Kurzinfusion				
kontinuierlich	2,5 mg/kgKG/h			

### 3. NSAR – nichtsteroidale Antirheumatika

- wirken über eine Hemmung der Cyclooxygenase (COX 1 und COX 2)  
COX-1: findet sich in Zellen bereits unter physiologischen Umständen; schützt die Magenschleimhaut, reguliert die Nierendurchblutung und induziert eine Plättchenaggregation  
COX-2 wird im Rahmen einer Verletzung/ Entzündung durch einige Zytokine, Mitogen, Endotoxin induziert. COX-2-Inhibition bedeutet Entzündungshemmung/ Analgesie
- analgetisch, antipyretisch, antiphlogistisch

NSAR sind bei entzündungsbedingten Schmerzen/ schmerzhaften Weichteilödemen indiziert. (Evidenzgrad A)



- bei Inflammation bzw. Schwellung = den Opioiden überlegen
- sollten prophylaktisch, d. h. antizipierend, angewendet werden

Konsequente Einsatz → ↑ Analgesie/ Einsparung von Opioiden um 30–50% →  
↓ Inzidenz opioidtypischer Nebenwirkungen (Evidenzgrad A)

### Nebenwirkung und Sicherheit:

Allgemein: >6. LMo = schwere NW selten

Unter Beachtung der KI ist der kurzfristige Einsatz von NSAR in der niedrigsten effektiven Dosis als sicher zu betrachten. (Empfehlungsgrad 1)

### Anaphylaxie/ Allergie

#### Niere

gesunde Kinder: bei kurzer Anwendung keine Auswirkung auf die Nierenfunktion

eingeschränkte Nierenfunktion: Einsatz = KI

Dehydratation (z.B. akute Gastroenteritis mit Erbrechen und Diarrhö, Blutung): primär kein Einsatz wegen der Gefahr einer akuten Niereninsuffizienz

#### GI-Trakt

Gastrointestinale NW = beim kurzfristigen perioperativen Einsatz vernachlässigbar; Ausnahme = Kinder mit gastroduodenalen Ulzera in der Anamnese

Durch den Einsatz kann die PONV Inzidenz ↓ werden (8). (Evidenzgrad A)

### Plättchenfunktion und Blutungsrisiko

Im Gegensatz zu Erwachsenen scheint bei Kindern durch den perioperativen Einsatz von NSAR kein ↑ Blutungsrisiko nach Tonsillektomien zu bestehen (8).

### COX-2 Inhibitoren

deutlich ↓ Blutungsrisiko; ↓gastrointestinale NW als NSAR. Die Datenlage, vor allem zum perioperativen Einsatz, bei Kindern = stark eingeschränkt

### Asthma

Bei vielen Kindern mit mildem Asthma = Einsatz möglich

Bei schwerem akutem Asthma = KI

Acetylsalicylsäure/ Aspirin: Lt. FDA kein Einsatz < 12 Jahren!

### Knochenheilung

Der kurzfristige Einsatz nach Osteotomie, Knochenfrakturen und der WS-Chirurgie = als sicher zu betrachten.

Dosierungsempfehlungen für NSAR (Auswahl: erfolgt im Hinblick auf Dosierungsintervall, Wirkstärke, Wirkdauer, den verfügbaren Applikationsmodus)

	Applikation	Dosierung mg(kgKG)	Intervall h	Maximale Tagesdosis	Anmerkung
<b>Ibuprofen</b>	oral/rektal	5-10	8	30-40 mg/kg maximal 2400mg	ab 3. LMo
<b>Diclofenac</b>	oral/rektal	1	8-12	3 mg/kg	Zulassungsalter =produktabhängig
	Neodolpasse®	3 ml/kgKG	12	maximal 250 ml 2mal täglich	zugelassen > 18.Lj
<b>Mefenaminsäure</b>	oral	6,5	8	20	zugelassen: ab 6. LMo
	rektal	12		30	
<b>Naproxen</b>	oral	5,7,5	12	15	ab 1.Lj
<b>Ketoprofen</b>	i.v.	0,5	6		

Aufgrund der klinischen Erfahrung/ der aktuellen Studienlage ist in der frühen postoperativen Phase der i.v.-Einsatz von NSAR möglich. Der frühzeitige Wechsel auf eine orale/ rektale (bei Windelkindern) Medikation wird empfohlen. (Empfehlungsgrad 1)

#### 4. Opiode

Bei unzureichender Analgesie durch Nichtopioidanalgetika werden Opiode in allen Altersgruppen ergänzend eingesetzt. (Evidenzgrad A)

#### Pharmakokinetik und –dynamik:

##### Zeitpunkt der Geburt:

Opioidrezeptoren= unreif; die Gesamtzahl beträgt nur etwa 40% des Werts bei Erwachsenen; die Anzahl in der Pons-Medulla-Region = ↑ als in rostraler gelegenen Hirnarealen → nach Opioidgabe kann eine Atemdepression schon einsetzen, bevor analgetische Effekte zum Tragen kommen!

unreife Blut-Hirn-Schranke/ eingeschränkte hepatische Metabolisierung/ veränderte Plasmaproteinbindung/ größere Verteilungsvolumina/ insuffiziente renale Ausscheidung

Klinische Konsequenz →

- titrierende Gabe von Opioiden – man orientiert sich an der Wirkung
- Anwendung in einem verlängerten Dosierungsintervall
- lückenloses Atemmonitoring = obligat

5.- bis 6. LMo: die Pharmakokinetik erreicht Erwachseneniveau

ab dem Schulalter: maximale Eliminationsleistung, welche die Erwachsenenwerte übersteigen kann → in der Regel = ↑ Opioid Dosen bzw. ↓ Dosierungsintervall

### **Grundlage jeder Opioid Therapie:**

- Vorhandenseins eines klar definierten Dosisregimes
- standardisiertes Vorgehen bezüglich Überwachung/ Dokumentation (regelmäßige Erfassung/ Dokumentation der Schmerzintensität, von eventuellen NW: Übelkeit, Erbrechen, Schwindel, Pruritus, Harn-, Stuhlverhalten, Sedierung, Atemfrequenz), NW-Management
- Schulung aller Betreuer und Behandler
- Dosisanpassung: entsprechend Alters, KG, einer Komorbidität, Leber- und Nierenfunktion, eventuell auftretender NW

Die Gabe der Opiode hat titrierend zu erfolgen, Dosis und Intervall orientieren sich an Alter, Wirkung und Komorbidität. Voraussetzung dafür sind ein klar definiertes Dosisregime und Nebenwirkungsmanagement standardisierte Überwachung und geschultes Personal. (Evidenzgrad A)

Kleine und adipöse Kinder mit einem Schlafapnoesyndrom in der Anamnese zeigen ein ↑ Risiko für die Entwicklung einer opioid induzierten Atemdepression und eine ↑ Mortalitätsrate.

schwache Opiode: (Tramadol, Nalbuphin)

starke Opiode: (Fentanyl, Morphin, Piritramid, Hydromorphon) unterschieden Auswahl: richtet sich nach der postoperativ zu erwartenden/ nach der evaluierten Schmerzintensität. Die Beschränkung auf wenige Opiode fördert die Sicherheit.

Akut und unmittelbar postoperativ sollten Opiode parenteral (Infrastruktur!), also i.v., als Bolus, Kurzinfusion, Dauerinfusion oder als patientenkontrollierte Analgesie (PCA) angewendet werden.

### **Risiken für das Auftreten einer Atemdepression:**

- junges Alter
- neurologische Entwicklungsstörung
- kardiorespiratorische Komorbidität
- Verordnungs- und Programmierungsfehler

- gleichzeitige Einsatz von sedierenden Medikamenten/ zusätzliche Opioidgabe

Dosierungshinweise für Opiode:

Medikament	Applikation	Dosis	Anmerkung
<b>Tramadol</b>	oral rektal Kurzinfusion	0,5-1-2mg/kgKG	Maximale Tagesdosis: 6 mg/kgKG bzw. 400 mg
	kontinuierlich	0,25 mg/kgKG/h	
<b>Nalbuphin</b>	Kurzinfusion	FG: 0,025mg/kgKG NG bis Ende des 3 LMo: 0,025- 0,05mg/kgKG ab 4.LMo: 0,05-0,1-(0,2)mg/kgKG	Ceiling Effekt: ab 0,3-0,4 mg/kgKG
	kontinuierlich	0,1-0,2 mg/kgKG/h	
<b>Morphin</b>	titrierend i.v.	bis Ende des 6.LMo: 20-30-(50) µg/kgKG ab 7.LMo: 30-50-(100) µg/kgKG	unter intensivmedizinischer Überwachung keine Maximaldosis
	kontinuierlich	bis Ende des 6.LMo: 5-10µg/kgKG/h ab 7.LMo: 10-20µg/kgKG/h	
<b>Piritramid</b>	titrierend i.v.	bis Ende des 6.LMo: 0,025- 0,05mg/kgKG ab 7.LMo: 0,05-0,1mg/kgKG	unter intensivmedizinischer Überwachung keine Maximaldosis

### Tramadol

- atemdepressive und obstipierende Wirkung = sehr gering
- keine klinisch relevante Auswirkung auf Herzfrequenz, Blutdruck, Miktionsverhaltens
- Inzidenz für Übelkeit = 9%; für Erbrechen = 10-40%
- Häufigkeit von Müdigkeit und Sedierung = mit anderen Opioiden vergleichbar
- KI= bekannte Krampfanfälle und Schädel-Hirn-Trauma/ ↑ Hirndruck
- kann mit einer Tagesdosis von 8 mg/kgKG keine ausreichende Analgesie erzielt  
→ auf einen potenteren µ-Rezeptor-Agonisten wechseln
- ein genetischer Polymorphismus im Cytochromoxidasesystem (CYP2D6) kann eine sehr ↑ oder aber auch ↓ bzw. fehlende Metabolisierung verursachen → variable Effektivität

### Nalbuphin

- κ-Rezeptor-Agonist (analgetische Effekt und sedierende Komponente)
- µ-Rezeptor-Antagonist
- im Klinik-Alltag erprobte Substanz; wissenschaftliche Evidenz aber extrem schmal

- weist unter allen starken Opioiden das beste Sicherheitsprofil auf; im Vergleich zu anderen Opioiden treten Übelkeit und Erbrechen seltener auf

### **Morphin**

- kann in allen Altersklassen eingesetzt werden
- Metabolisierung: hepatisch. Der enzymatische Reifegrad der Glukuronidierung bestimmt bei FG/ NG das Verhältnis von M-3-G und M-6-G am Wirkort
- Elimination: renal ( $\downarrow$  Nierenfunktion = Akkumulation  $\rightarrow$   $\uparrow$  Gefahr für Atemdepression, Sedierung, Krampfanfälle, Myoklonien, Unruhe)
- Histaminliberation aus Mastzellen möglich; (lässt sich nicht mit Naloxon und nur unvollständig mit H1- und H2-Rezeptor-Blockern antagonisieren)

### **Piritramid**

- im deutschsprachigen Raum das am häufigsten postoperativ eingesetzte Opioid
- Metabolisierung: hepatisch
- Ausscheidung nur zu etwa 4% renal

### **Fentanyl**

- raschen Wirkungseintritt (Standardsubstanz für die intraoperative Analgesie)
- kurze Wirkdauer (15–30 min)  $\rightarrow$  gute Steuerbarkeit
- bevorzugtes Opioid beim kritisch kranken Kind, bei Vorliegen einer Niereninsuffizienz, bei hämodynamischer Instabilität, als Alternative zu Morphin, wenn unter der Gabe NW auftreten
- Plasmahalbwertszeit: bei kleinen FG:  $17,7 \pm 9,3$  h (Erwachsenen 2 h)
- kann auch bukkal, sublingual, transdermal und intranasal verabreicht werden

### **Hydromorphon**

- kein Vorteil gegenüber anderen Opioiden hinsichtlich Effektivität oder NW-Profil
- keine aktiven Metaboliten (bei Leber- und Niereninsuffizienz wichtig)
- kann intravenös, oral, caudal oder epidural verabreicht werden

## **5. Patientenkontrollierte Analgesie (PCA)**

Sind starke Schmerzen > 24 Stunden zu erwarten, kann auch bei Kindern jeden

Alters, bei entsprechenden strukturellen Voraussetzungen, die patientenkontrollierte Analgesie eingesetzt werden. (Evidenzgrad B)

Zur Verbesserung der Analgesie wird bei Kindern zu Beginn des Verfahrens gerne eine kontinuierliche Hintergrundinfusion programmiert. Diese wird dann so rasch wie möglich (innerhalb von 12-48 h) auf eine alleinige Bolusgabe reduziert (9).

Kinder und Eltern sind über das Verfahren und die korrekte Anwendung bereits präoperativ genau aufzuklären.

„nurse-controlled analgesia“: die Bedienung der Pumpe erfolgt durch die Pflege

„parent-controlled analgesia“: nach genauer Instruktion erfolgt die Bolusanforderung durch die Eltern

Sobald ein Gameboy bedient werden kann, besitzen Kinder die kognitive Fähigkeit, das Verfahren selbstständig anzuwenden.

#### **Voraussetzungen für die Durchführung sind:**

- standardisierte Dosierungstab./ Programmierungen (evtl. kont. Rate, Bolusmenge, Sperrintervall, 4-h Maximum)
- standardisierte Reservoir-Zusammensetzungen
- Überwachungs- und Dokumentationsprotokolle
- geeignetes Equipment (Pumpen, Rückschlagventil, farbcodierte Zuleitungen)
- Akutschmerzdienst/ Verantwortlicher mit Erreichbarkeit rund um die Uhr
- geschultes und kooperatives Stationspersonal
- regelmäßige Visite zur exakten Anpassung an die jeweiligen Bedürfnisse
- Richtlinien zur Behandlung einer evtl. Atemdepression: müssen an allen Orten der Anwendung bereitliegen

#### **6. Adjuvantien**

##### S-(+)-Ketamin

- rascher Wirkungseintritt
- kurze Wirkdauer
- gute Stabilität der Schutzreflexe, des Kreislaufs, der Spontanatmung →

für den Einsatz bei pädiatrischen Sedierungen bzw. Analgosedierungen empfohlen (Knochenbrüche, Verbrennungen, Stürzen, Unfällen) (Empfehlungsgrad 1)

Eine intraoperative Gabe führt in der frühen postoperativen Phase (ersten 2 Stunden) zu einer ↓ Schmerzintensität, ↓ Analgetikaverbrauch; hat jedoch in der späten postoperativen Phase (6-24 Stunden) keinen Effekt (keine Opioidesparung, aber auch keine ↑ PONV-Inzidenz, Sedierung, Agitation oder zentralnervöse Sensationen) (10).

Kann auch alternativ rektal oder intranasal appliziert werden.

Aufgrund des antihyperalgetischen Effekts könnten NMDA-Rezeptor-Antagonisten bei Prozessen, denen eine neuronale Sensibilisierung zugrunde liegt, wie eine opioidinduzierte Hyperalgesie, Toleranzentwicklung oder chronischer postoperativer Schmerz, eine Rolle spielen. (Evidenzgrad B) In der Kinderchirurgie ist der Benefit bisher noch unzureichend bewertet.

### Alpha 2 Agonisten (Clonidin, Dexmedetomidine)

#### *Clonidin:*

- zur Prämedikation: 2-4 µg/kgKG: positiven Effekt hinsichtlich Schmerzintensität, Schmerzmittelbedarf, PONV-Inzidenz (11)
- intraoperativ: Blutdruckmodulation, Opioid-Einsparung, ↓ PONV, ↓ Inzidenz eines Aufwachraum Delirs
- zur Therapie von Shivering und postoperativer Agitation
- als Adjuvans zu einem LA (1-2µg/kgKG)
- im Rahmen von Analgosedierungen (in der Ambulanz/ Notfall)
- Intensivstationen: bei beatmeten Patienten zur Sedierung und Schmerztherapie, zur Modulation von hypertensiven Antworten auf Distress, zur Einsparung von Opioiden, zum Weaning

#### *Wirkung:*

- Analgesie
- Sympathikolyse (Anxiolyse, hämodynamische Modulation)
- antiemetisch
- Verhaltensmodifikation/ beim postoperativen Delir/ Opioidentzug
- Sedierung

*Dexmedetomidin:* ist starker alpha-2 selektiv als Clonidin

- intraoperative Gabe (0,15-2µg/kgKG): ↓ Schmerz, ↓ Rescue Opioid-Bedarf (12); ↓ Inzidenz eines postoperativen Aufwachraum Delirs

### **Kortikosterioide**

Eine einmalige intraoperative Gabe (0,15-1 mg/kgKG; max.8-25 mg) bei einer Tonsillektomie: ↓ Schmerz, ↓ POV-Rate, frühere Nahrungsaufnahme (13)

Das postoperative Blutungsrisiko (4,4%) wird durch die Gabe generell nicht ↑, der Einsatz geht aber bei Kindern mit einer ↑ Re-Operationenrate wegen eines Blutungsereignisses einher.

Wird bei einer Orchidopexie zusätzlich zu einer Kaudalanästhesie Dexamethason i.v. (0,5 mg/kg; max.10 mg) appliziert, so wird der postoperative Analgetikabedarf ↓ und die Zeit bis zur ersten Analgetikagabe verlängert.

### **Regionalanästhesie (14)**

RA = wesentliches Element eines multimodalen Schmerzkonzepts; sollte, wann immer sinnvoll/ möglich, auch bei Kindern durchgeführt werden. (Evidenzgrad A)

Das regionalanästhesiologische Verfahren (periphere und zentrale Blockaden als single shot oder Kathetertechnik) in allen Altersgruppen sicher angewendet werden können zeigen im großen Umfang durchgeführte Multicenterstudien (French, UK and the USA Pediatric Regional Anesthesia Network [PRAN]) (15, 16, 17).

Im Kindesalter erfolgt die Anlage in Allgemeinnarkose oder Sedierung (16, 18) (Evidenzgrad A).

#### **Voraussetzung für eine Risikominimierung:**

- Monitorisierung bei der Anlage (EKG, Pulsoxymetrie, Blutdruckmessung)
- Verwendung eines altersgerechten Equipments
- absolut steriles Vorgehen bei der Anlage
- ausreichende Erfahrung des Anwenders
- Ausschluss von KI: Gerinnungsstörungen, Allergien gegen LA, lokale/ schwerwiegende systemische Infektionen, lokale KI (z. B. lumbosakrale Myelomeningozele/ ventrikuloperitonealer Shunt), Ablehnung durch die Eltern/ PatientIn. Bei zentralen Blockadetechniken: zusätzlich ↑ intrakranieller Druck, nicht korrigierbare Hypovolämie



- neurologische Störung = relative KI für rückenmarksnahe und periphere Verfahren → genaue Erhebung eines neurologischen Status präoperativ
- Immer genaue Nutzen-Risiko-Analyse und Beachtung des Leitsatzes: „So zentral wie nötig, so peripher wie möglich. Nie darf ein RA Verfahren erzwungen werden!
- präoperative anamnestische Evaluation der Gerinnung (mittels standardisierten/ evaluierten Gerinnungsfragebögen). Für alle rückenmarksnahen RA mit Katheter-Einlage sollte ein Gerinnungslabor unauffällig sein! Bei Kindern mit einer bekannten Störung der Hämostase, einer auffälligen oder nicht zu erhebenden Blutungsanamnese sowie mit klinischen Blutungszeichen muss eine differenzierte Gerinnungsdiagnostik durchgeführt und auch ein von-Willebrand-Jürgens-Syndrom ausgeschlossen werden!

Empfohlen wird periphere Blockaden ultraschallgezielt durchzuführen.  
(Empfehlungsgrad 1)

### **Besonderheiten bei Kindern**

- Nervenfasern = dünner als bei Erwachsenen
  - Nervenfasern = noch unvollständig myelinisiert
  - Ranvier-Schnürringe liegen enger zusammen
- bereits relativ niedrige LA-Konzentrationen sind ausreichend wirksam
- Bei NG endet das Rückenmark (genauso wie bei Erwachsenen) meist bei L2
  - Der kindliche Epiduralraum ist mit lockerem Fett- und Bindegewebe gefüllt → LA können sich gut ausbreiten und Periduralkatheter lassen sich leicht vorschieben
  - Die Ossifikation der Wirbelsäule ist erst mit dem 6. Lj abgeschlossen → die sehr weichen Knochenstrukturen können durch spitz geschliffene Nadeln penetriert und das LA somit intraossär injiziert werden.

Werden LA (v.a. repetitiv/ kontinuierlich) bei NG/ kleinen Sgl. eingesetzt so ist zu beachten:

- ↑ Verteilungsvolumen
- ↓ Plasmaproteinbindung
- noch eingeschränkte Clearance
- schnelle Resorption durch die hohe Gewebepfusion → ↓ Wirkdauer

- die durch LA bedingte Sympathikolyse beeinflusst die linksventrikuläre Funktion nicht relevant; NG/ Sgl./ KK zeigen praktisch keine messbaren Veränderungen der Hämodynamik. Auch bei älteren Kindern findet man kaum klinisch relevante Blutdruckabfälle.

### **Lokalanästhetika**

Die am häufigsten verwendeten LA sind Bupivacain/ Levobupivacain/ Ropivacain (= auch bei NG epidural sicher und effektiv anwendbar).

Dosierung = abhängig von:

- Applikationsort
- Alter des Kindes
- Art der Anwendung
- körperlichen Zustand der Patienten
- Einsatz des Ultraschalls

*Intoxikation:*

Zur Vermeidung müssen Maximaldosen unbedingt beachtet werden. Schwere Komplikationen sind sehr selten (1-5:10 000) und eher Folge einer versehentlichen systemischen Injektion/ einer akzidentellen Überdosierung durch Verwechslung der Konzentration.

Betroffen = in erster Linie das ZNS, das kardiovaskuläre System mit Bradykardie, Hypotonie und Herzrhythmusstörungen (Blockbilder, bis zur Asystolie, maligne Arrhythmien, hohe T-Wellen) bis hin zum Kreislaufstillstand

Therapie:

- sofortige Beendigung der LA-Zufuhr
- symptomatische Therapie: Oxygenierung, Korrektur des Säure-Basen-Haushalts/ der Elektrolyte, antikonvulsive Therapie, kardiopulmonale Reanimation bei Kreislaufstillstand
- rasche Gabe einer 20%igen Lipidlösung. nimmt das im Plasma ungebundene LA auf → ↓ die hier vorhandene LA-Konzentration → Rückdiffusion des LA vom Gewebe ins Blut, wo es dann an die Fettkomponente gebunden wird.
- Dosierung: 1,5ml/kg über 1 Minute, dann 0,25-0,5ml/kg/min bis 10 Minuten nach Erreichung einer kardiovaskulären Stabilisierung/ max. 10ml/kg über 30 Minuten.

*Adjuvantien:* Anwendung um die Wirkung der LA zu potenzieren/ zu verlängern

Adrenalin/Epinephrin: wird nur noch zusammen mit Lidocain als Testdosis, um eine versehentliche intravasale/ intraossäre Injektion frühzeitig zu erkennen, eingesetzt; mit einer Latenzzeit von 60-90 sec: ↑ der T-Welle im EKG um  $\geq 25\%$  des Ausgangswerts, ↑ Herzfrequenzanstieg um  $\geq 10$  Schläge/min, ↑ des systolischen Blutdrucks um  $\geq 15$  mmHg

Clonidin: 1-2 $\mu$ g/kgKG; ↑ Wirkdauer bis zu 4h, ↓ LA-Konzentration (Evidenzgrad A)  
Die neuroaxiale Anwendung = in Bezug auf Neurotoxizität unbedenklich.

Dexmedetomidine: 1-2 $\mu$ g/kg; ↑ der LA-Wirkung auf durchschnittlich 16h (19)

Morphin hat eine lange Wirkdauer, kann sich, nach kaudaler/ lumbaler Applikation, aufgrund seiner Lipophilie bis in thorakale Segmente ausbreiten. Einsatz ↑ die Analgesie um bis zu 24 h. Opioidtypische NW können auch nach epiduraler Gabe auftreten → der Einsatz erfordert entsprechendes postoperatives Monitoring

S-(+)-Ketamin: wird nicht empfohlen (aufgrund der im Tierexperiment aufgetretenen hohen Apoptoserate von noch im Wachstum stehenden Nervenzellen)

Prinzipiell können bei Kindern alle RA-Verfahren, die im Erwachsenenalter üblich und erprobt sind, angewendet werden.

- Sie sollten bereits vor Operationsbeginn durchgeführt werden.
- Die Wahl des Verfahrens wird beeinflusst von:
  - Alter
  - Allgemeinzustand des Patienten
  - eventuellen Begleiterkrankungen (respiratorisch, kardial)
  - vorhandenen KI
  - Ort/ Stärke von Schmerzen
  - der Erfahrung des Durchführenden
  - dem zur Verfügung stehenden Equipment
  - den vorhandenen Strukturen

Eine große Zahl an Daten zeigt eine Verschiebung von neuroaxialen Blockaden hin zu peripheren Nervenblockaden, die als sicher und effektiv anzusehen sind (17). Komplikationen treten sehr selten auf und liegen zwischen 0,12% (15), 0,2% (PRAN n= 14917 Blockaden) (20) und 1,2% (PRAN cumulative n=53364) (16). So ist bei

peripheren Blockaden die Komplikationsrate 6-mal ↓ als bei neuroaxialen Blockaden und bei Kindern <6 LM (0,4%) 4-fach ↑ als bei Kindern >6 LM (0,1%) (16).

### **Hauptkomplikationen:**

- Probleme bei der Anlage: non pos., insuffiziente Blockade; vaskuläre Punktion
- mechanische Probleme durch akzidentelle Entfernung
- Katheterdislokation
- Medikamentenverwechslung
- Okklusion/ Katheterleck.
- Katheterinfektion: (meist *Staphylococcus aureus*), ↑ mit zunehmender Liegedauer bis 3 Tagen keine Infektion (im Mittel 4,5 Tage; ≤ 0,5-0,9%, bei einer Epiduralanästhesie 3,3 von 10 000) (17)
- Das britische Audit berichtet über 3 schwere Infektionen (n=10633 pädiatrische Epiduralanästhesien), 2 Epiduralabszesse, 1 Meningismus (21)

Ernst zu nehmen sind immer *neurologische Defizite* (v. a. radikuläre Ausfälle), akut einsetzende Rückenschmerzen, Druckschmerz im Bereich der Punktion und in weiterer Folge Fieber und Leukozytose. Die Wiederherstellung der neurologischen Funktion hängt entscheidend von der Zeit vom ersten Auftreten von Symptomen bis zur Diagnosestellung bzw. bis zur neurochirurgischen Intervention ab (weniger als 6 bis maximal 12 h)

### Vorgehen:

- LA Zufuhr sofort beenden
- umgehende orientierende neurologische Untersuchung
- Besteht nach Abklingen der LA-Wirkung (nach etwa 2 h) der Verdacht auf eine neurologische Schädigung weiter: Untersuchung durch Neurologen
- Bei Annahme einer Komplikation umgehende MRT!

Die Inzidenz für ein postoperatives neurologisches Syndrom liegt bei 1,3 von 1000, wobei nur bei einem Patienten das sensorische Defizit länger als 6 Monate andauerte (Inzidenz 1: 50000) (16).

**Single-shot-Technik** = in Wirkung limitiert durch die Wirkdauer des verwendeten LA  
**Kathetertechnik:** eine suffiziente Analgesie kann dadurch auch postoperativ sichergestellt werden → Anwendung immer dann, wenn ein ↑ postoperativer Analgetikabedarf über den Operationstag hinaus zu erwarten ist.

- Schmerzmittelreservoir: Verwendung der handelsfertigen Darreichungsformen der langwirksamen LA
- lt. Literatur: bisher kein Fall einer LA-Intoxikation im Rahmen einer Kathetertechnik bei Kindern bekannt
- meist Basis-Bolus-Prinzip; Sicherheit = durch ein programmiertes 4-h-Maximum und ein Sperrintervall gewährleistet
- postoperative Monitorisierung :kontinuierliche Pulsoxymetrie, regelmäßige Blutdruckmessung, Schmerzwerte in Ruhe/ unter Belastung, Sedierungsgrad, Nebenwirkungen, Überprüfung der Sensibilität und der Motorik
- geschulte Mitarbeiter um Komplikationen rasch zu erkennen
- regelmäßige postoperative Schmerzvisite: Lokalbefund, Katheterfixierung, LA-Verbrauch, angeforderte/ verabreichte Boli, neurologische Ko → Effektivitätskontrolle, rasche Erfassung eventueller NW, individuelle Dosisanpassung

**1 Neuroaxiale Verfahren (rückenmarksnahe Verfahren oder zentrale Verfahren)** führen durch eine pharmakologisch bedingte Unterbrechung der Reizleitung zu einer Nervenblockade:

### **Spinalanästhesie**

- Single-shot-Technik
- intrathekale Applikation: kurze Anschlagzeit des LA, kurze Wirkzeit des LA → inadäquate postoperative Analgesie→ bei Kindern/ Jugendlichen nicht empfohlen

### **Periduralanästhesie**

#### **Kaudalanästhesie**

Trotz des Trends hin zu peripheren Blockaden ist die Single-shot Kaudalanästhesie, vor allem bei kleinen Kindern, die in der Kinderanästhesie am häufigsten durchgeführte Regionalanästhesie (20).

Sie kann bei allen abdominalen/ urogenitalen Eingriffen unterhalb des Rippenbogens (Th7)/ Leisteneingriffen/ Operationen der unteren Extremität angewendet werden.

Bei fraglichen Fehlbildungen im Bereich des Hiatus sacralis (z. B. Sinus pilonidalis) ohne Neurologie hat eine radiologische Abklärung zu erfolgen. Bei eindeutigen Fehlbildungen (z. B. St.p.MMC, „tethered cord“) und/oder neurologischen Defiziten sollte auf das Verfahren verzichtet werden.

- leicht zu erlernen, einfach durchzuführen
- sehr effektiv, hat eine hohe Erfolgsrate (vor allem bei Kindern <7 Jahren)
- ist bei sorgfältiger Handhabung mit einem äußerst geringen Risiko behaftet, da die Punktion in großem Abstand zu vulnerablen Nervenstrukturen durchgeführt wird. Lt Literatur kein einziger Fall eines epiduralen Abszesses/ epiduralen Hämatoms/ einer Paraplegie nach einer Single-shot-Kaudalanästhesie bekannt.

Komplikationen: Auftreten einer Spinalanästhesie, Schmerzen an der Injektionsstelle, Hautschwellung durch Injektion ins subkutane Gewebe, selbstlimitierende Rückenschmerzen, eine vorübergehende Harnretention

LA: hauptsächlich Bupivacain/ Ropivacain

Dosierung = abhängig von der gewünschten Ausbreitung → von der Art des Eingriffs  
1 ml/kgKG Ropivacain 0,2% als „single shot“ adäquat; maximal 1,5 ml/kgKG unter Berücksichtigung der Maximaldosis (für abdominale und bei sehr kleinen Kindern für thorakale Eingriffe)

Clonidin: Einsatz = möglich. Die evtl. atemdepressive Wirkung dieses Adjuvans muss bei Kindern bis zum 3.LMo bedacht werden.

Morphin: Um eine adäquate Analgesie mittels einer Kaudalanästhesie bei thorakalen Eingriffen zu erzielen, kann die zentripetale Wirkung ausgenutzt werden.

### **Lumbale/thorakale Periduralanästhesie**

- bei großen/ schmerzhaften abdominalen, orthopädischen, urogenitalen oder thorakalen Operationen
- fast ausschließlich als Kathetertechnik durchgeführt
- Höhe der Punktion richtet sich nach der chirurgischen Intervention
- Bei der anästhesiologischen Aufklärung muss über Nervenschädigungen durch Punktion einer Nervenwurzel oder durch ein spinales Hämatom aufgeklärt werden (21).

Ein spinales Hämatom ist sehr selten bei Kindern und tritt häufiger spontan (40-50%), in Verbindung mit einer Antikoagulantientherapie und vereinzelt nach einem Trauma (meist Stürze) auf.

### **Paravertebralblock**

= Alternative zur Epiduralanästhesie bei thorakalen/ renalen/ abdominalen Eingriffen

Anwendung: Niereneingriffe, Korrektur einer Aortenisthmusstenose, NUSS-Korrektur, Thorakotomie

Ultraschallunterstützte Durchführung

## **2 Blockaden der oberen Extremität**

Blockade des Plexus brachialis: für alle Operationen der oberen Extremität z. B. in der Tumorchirurgie und Gefäßchirurgie, bei Operationen von Malformationen, Weichteilverletzungen und Frakturen.

## **3 Blockaden der unteren Extremität**

Femoralisblockade: für Eingriffe am Knie/ Oberschenkel/ Muskelbiopsie am M. vastus lateralis

distale Ischiadikusblockade (lateraler oder poplitealer Zugang): für Eingriffe am Unterschenkel (ausgenommen die mediale Seite) und am Fuß empfohlen: Klumpfußkorrekturen, Unterschenkelosteotomie, Polydaktyliekorrektur, Weichteilläsionen

## **4 Bauchwandblockaden**

Wie bereits angeführt, hat sich für Eingriffe unterhalb des Nabels im Vorschulalter die Kaudalanästhesie etabliert. Für ältere Kinder = Bauchwandblockaden vorzuziehen: Zu bedenken = viszerale Schmerzen, hervorgerufen durch Zug am Peritoneum oder Manipulation am Samenstrang, können nicht adäquat unterdrückt werden

### **Ilioinguinalis-Iliohypogastrikus-Blockade**

Anwendung: Leistenhernienoperation, Orchidopexie, Hydrozelenoperation, Varikozelenkorrektur

Ultraschallunterstützte Durchführung: Versagerquote ↓, LA-Dosis ↓; Vermeidung einer intestinalen Punktion mit dem Risiko einer Peritonitis oder Verletzung intraperitonealer Organe/ Femoralisblockade

Der Zusatz von Clonidin zum LA führt zu keiner Verbesserung der Qualität oder Wirkungsverlängerung (22).

### **Rektusscheidenblock**

Anwendung: Operationen in der Umbilikal- und Supraumbilikalregion

Ultraschallunterstützte Durchführung: ↑ Erfolgsrate, ↓ LA-Mengen, Vermeidung von Komplikationen wie Darmpunktion und Bauchwandhämatome

## **Transversus-abdominis-plane(TAP)-Block**

= Alternative zur Kaudalanästhesie bei Kindern mit Anomalien des lumbosakralen Spinalkanals oder KI für die Durchführung einer neuroaxialen Technik.

Ziel = Segmente von T9, T10, T11, T12 und L1 durch eine einmalige Injektion zu blockieren. Lt. PRAN-Arbeitsgruppe Komplikationsrate von 0,1% an (23).

Anwendung: Laparotomien, offene Appendektomien, laparoskopische Cholezystektomien

## **5 Wundrandinfiltration/Wundlavage**

sollte immer zum Einsatz kommen, wenn sich keine andere RA-Technik anbietet. (Empfehlungsgrad 1)

Die Technik ist einfach/ sicher/ effektiv. Die Durchführung erfolgt durch den Chirurgen vor dem Wundverschluss. Mangelhafte Kenntnisse und Angst vor septischen Problemen sind aber leider noch immer eine häufige Barriere für die Anwendung dieses Verfahrens.

LA: Bupivacain (0,25–0,5%; 0,2 ml/kg)

Ropivacain (0,2%; 0,2–0,5 ml/kg)

## **Peniswurzelsblock**

Ist für Operationen am Penis geeignet, z. B. für die Zirkumzision. Er ist als Alternative zur Single-shot-Kaudalanästhesie anzusehen (24). (Evidenzgrad A)

Blockiert werden die beiden Nn. dorsales penis; sie verlaufen im subpubischen Raum, der aufgrund seiner Enge ein schnelles Abfluten des LA verhindert → lang andauernde, auf das Operationsgebiet beschränkte Analgesie

- einfach durchzuführen
- niedrige Komplikationsrate: Bei 3909 Blockaden fand sich kein einziger bleibender Schaden (25).
- Wegen der Ischämiegefahr im Endstromgebiet darf dem LA keinesfalls Adrenalin zugesetzt werden.
- Empfohlen: Bupivacain 0,5% 2-mal 0,1 ml/kg (maximal 10 ml)
- Eine generelle Empfehlung für Ropivacain beim Peniswurzelsblock kann aufgrund der in der Literatur beschriebenen vasokonstringierenden Eigenschaft derzeit nicht gegeben werden.



## **Nichtmedikamentöse Verfahren (26)**

= als unterstützende Maßnahmen anzusehen. Sofern für die Anwendung keine KI vorliegt, ist die subjektiv positive Wirkung eine ausreichende Begründung für die Anwendung. Empfohlen wird der gleichzeitige Einsatz mehrere Maßnahmen.

### **Allgemeine Maßnahmen**

Kinder spüren Schmerzen genauso intensiv wie Erwachsene. Krankenhausaufenthalte sind Ausnahmesituationen, die Kinder in großen Stress versetzen und die ihnen Angst machen. Angst und Schmerzen sind aber oft nicht zu trennen und Ängste können Schmerzen verstärken.

Zuwendung, ein kindgerechtes Heranführen an schmerzhaft Interventionen, Vermittlung von Geborgenheit, verschiedene altersspezifische Formen der Ablenkung, das Schaffen einer kindgerechten Umgebung und positive Suggestion helfen negative Emotionen zu reduzieren (27) (Empfehlungsgrad B)

Ablenkungsstrategien werden durchgeführt, um die Aufmerksamkeit des Kindes umzuleiten. Angstausslösende bedrohliche Reize werden durch positive Gedanken ersetzt. Für den Erfolg ist die individuelle Auswahl essentiell:

- kognitiven Ablenkung z. B. zählen, Rechenaufgaben
- verhaltensbezogener Ablenkung z. B. Videofilme, Spiele spielen, Einsetzen von Apps, PC-Spiele, „Ablenkungsbox“ (enthält Spielzeug für verschiedene Alter);

Musik ↓ Schmerz und Angst im Rahmen schmerzhaften Maßnahmen (Evidenzgrad A)

- Um Kindern den „Trennungsschmerz“ zu ersparen, sollten Eltern/Begleitpersonen während des stationären Aufenthalts bei ihrem Kind bleiben. Ihre Anwesenheit bei diagnostischen/ therapeutischen Interventionen, in der „Umbettzone“ bei operativen Eingriffen und im Aufwachraum bedeutet für das Kind eine Stressreduktion, falls die Eltern vorher entsprechend geschult wurden. Eltern sind nach minimalem Training sehr gut in der Lage, ihre Kinder zu coachen.

### **Anwendung topischer Analgetika**

Am häufigsten wird EMLA®-Creme, eine eutektische Mischung aus Lidocain 2,5% und Prilocain 2,5%, eingesetzt.

Durch die rechtzeitige Anwendung können notwendige Punktionen/ Kannelierungen

wesentlich schmerzärmer durchgeführt werden (Evidenzgrad A).

Zur sicheren Anwendung ist zu beachten:

- Lebensalter
- Dauer der Applikation
- verwendete Menge:  
FG: maximale Menge 0,5 g, Einwirkzeit ↓, keine Parallelapplikationen  
reifen NG/ Sgl. bis zum 3.LMo: Menge von 1 g, Einwirkzeit von bis zu 1 h
- insuffizient zur Schmerzreduktion bei einem Lanzettenstich: der Wirkstoff wird im gut durchbluteten Kapillarnetz rasch abtransportiert → gelangt nicht in ausreichender Menge an den Wirkort, die subkutanen Nerven

### **Orale Zuckerstoffe**

Im Rahmen kleinerer schmerzhafter Prozeduren, z. B. bei venösen/ kapillaren/ s.c.-Punktionen/ für Absaugmanöver, führt oral verabreichte Glukose (Saccharose/ Glukose in einer Konzentration von 20–30%) zu einer effektiven, sicheren, raschen ↓ von Zeichen des Schmerzes bei FG, NG, jungen Sgl. (Evidenzgrad A)

Der positive Effekt oraler Zuckerstoffe ist v. a. für die Anwendung bei einem einmaligen Schmerzreiz mit hohem Evidenzgrad gesichert (29).

Bei repetitiven Schmerzereignissen können orale Zuckerstoffe das Auftreten von Hyperalgesie im weiteren Verlauf nicht verhindern (Evidenzgrad B).

Der Wirkungsmechanismus ist noch nicht genau erforscht. Der Mechanismus über eine endogene Opioidfreisetzung wird widersprüchlich gesehen.

Eine optimale Dosis kann aufgrund der heterogenen Datenlage derzeit nicht angegeben werden (29). Empfohlen werden kleine Mengen, z. B. 0,1–1 ml oder 0,2–0,5 ml/kg. Mehr als 10 Gaben (klinisch gängig sind 4–6 Gaben) in 24 h sollten insbesondere in den ersten Lebenswochen vermieden werden.

Die Effektivität nimmt mit zunehmendem Alter ab:

Bei Kindern, die älter als ein Jahr sind, haben orale Zuckerlösungen keinen analgetischen Effekt mehr (Evidenzgrad A).

### **Nichtmedikamentöse Maßnahmen in der Neonatologie**

In der Neonatologie wurde die Wirksamkeit verschiedener nichtmedikamentöser Maßnahmen in systemischen Literatur- und Metaanalysen nach der wissenschaftlichen Methodik der Cochrane Collaboration beurteilt (27).

Nichtnutritives Saugen, „swaddling“ (Einwickeln), „facilitated tucking“ (Halten in Froschstellung), Kängurupflege (Haut zu Haut Kontakt), Stillen, Muttermilch, Musiktherapie und multisensorische Stimulation können bei FG/ NG bei nur gering schmerzhaften Maßnahmen zur ↓ der Schmerzäußerung/ der physiologischen Schmerzantwort unterstützend eingesetzt werden (Evidenzgrad A).

### **Physikalisch-medizinische Therapieverfahren**

Die zurzeit vorliegenden Studien erlauben bei Kindern keine Aussage zur Evidenz der einzelnen Verfahren. Der Effekt kann jedoch im täglichen Einsatz beobachtet werden. Bei Kindern zum Einsatz kommen:

#### Physiotherapie

- Aktive und passive Bewegungstherapie
- Lagerung
- Mobilisation
- Sensomotorische Muskelaktivierung

#### Manuelle Therapie

#### Massage

#### Physikalische Maßnahmen – Thermotheapie

- Wärmeentziehende Anwendungen (Kryotherapie)
- Wärmezuführende Anwendungen

#### Elektrotherapie

- Transkutane elektrische Nervenstimulation (ab 3 Jahre möglich)

#### Ergotherapie/Physiotherapie

- Spiegeltherapie

#### Kinaesthetics Infant Handling

### **Psychologischer Ansatzpunkt**

Psychologische Methoden können Schmerzen nicht nehmen, aber den Umgang mit Schmerzen erleichtern. Das postoperative Schmerzmanagement kann durch psychosoziale Faktoren (ein erhöhtes Angstniveau, eine vorliegende Depression,

fehlende soziale Unterstützung, eine problematische Familiensituation und besondere Lebensereignisse mitbestimmt werden.

Bei PatientInnen mit einer vorbestehenden psychischen/psychiatrischen Komorbidität (Depression, Panikstörung/ posttraumatischen Belastungsstörung) die unter dem Einfluss der Schmerzerkrankung eine Reaktivierung/Verstärkung ihrer psychischen Symptome erleben, sollte ein Psychologe frühzeitig miteinbezogen werden.

Bei Kindern kommen folgende Behandlungsverfahren zum Einsatz:

### Gesprächstherapie

#### Defokussierung der Aufmerksamkeit

#### Entspannungsverfahren

- Progressive Muskelrelaxation nach Jacobson
- Autogenes Training nach Schultz
- Biofeedbacktherapie
- Imaginationsverfahren
- Hypnose= effektive Schmerz- und Angst ↓ besonders bei Interventionen (28)

### Ressourcenaktivierung

#### Optimierung der körperlichen und sozialen Aktivität

## **Akupunktur**

= eine sinnvolle Ergänzung im Rahmen einer multimodalen Schmerztherapie.

Indikationen bei Kindern: z. B. muskuloskeletale Schmerzen (Lumbago, Tortikollis), Phantom- oder Stumpfschmerzen, postoperative Schmerzen, posttraumatische Schmerzen, Tumorschmerz, Migräne, Spannungskopfschmerz und Fibromyalgie.

Wirkungsmechanismus: Durch die akupunkturbedingte Reizung von A $\beta$ -Fasern wird die Weiterleitung von Schmerzimpulsen auf Rückenmarksebene unterbunden. Im Mittelhirn und der Hypothalamus-Hypophysen-Achse werden die inhibierenden Peptide Serotonin und Noradrenalin sowie  $\beta$ -Endorphine und Kortikotropin ausgeschüttet.

KI: Thrombopenie (<20.000/ $\mu$ l), schwere plasmatische Gerinnungsstörungen (Hämophilie) und eine schwere Neutropenie wegen der daraus resultierenden Infektionsgefahr.

## LITERATUR:

- 1 Messerer B, Sandner-Kiesling A. Organisation des Schmerzmanagements bei Kindern - Österreichische interdisziplinäre Handlungsempfehlungen zum perioperativen Schmerzmanagement bei Kindern. *Schmerz* 2014;28:14-24
- 2 Büttner W, Finke W, Hilleke M et al. Entwicklung eines Fremdbeobachtungsbogens zur Beurteilung des postoperativen Schmerzes bei Säuglingen. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 1998;33:353–361
- 3 Hicks CL, Baeyer CL von, Spafford PA et al. The faces pain scale-revised: toward a common metric in pediatric pain measurement. *Pain* 2001;93:173–183
- 4 Jaksch W, Messerer B, Keck B, Lischka A, Urlsberger B. Pharmakodynamische und pharmakokinetische Besonderheiten der Schmerztherapie bei Neugeborenen - Österreichische interdisziplinäre Handlungsempfehlungen zum perioperativen Schmerzmanagement bei Kindern. *Schmerz* 2014;28:14-24
- 5 Schug SA, Palmer GM, Scott DA et al. ACUTE PAIN MANAGEMENT: SCIENTIFIC EVIDENCE- AUSTRALIAN AND NEW ZEALAND COLLEGE OF ANAESTHETISTS AND FACULTY OF PAIN MEDICINE. Fourth Edition 2015
- 6 Messerer B, Grögl G, Stromer W, Jaksch W. Perioperative Systemische Schmerztherapie bei Kindern - Österreichische interdisziplinäre Handlungsempfehlungen zum perioperativen Schmerzmanagement bei Kindern. *Schmerz* 2014;28:43-64
- 7 M. Mayrhofer. „Off label use“ von Analgetika in der perioperativen Kinderschmerztherapie aus rechtlicher Sicht Österreichische interdisziplinäre Handlungsempfehlungen zum perioperativen Schmerzmanagement bei Kindern. *Schmerz* 2014;28:65-66
- 8 Lewis SR, Nicholson A, Cardwell ME et al. Nonsteroidal anti-inflammatory drugs and perioperative bleeding in paediatric tonsillectomy. *Cochrane Database Syst Rev* 2013(7):CD003591
- 9 George JA, Lin EE, Hanna MN et al. The effect of intravenous opioid patient-controlled analgesia with and without background infusion on respiratory depression: a meta-analysis. *J Opioid Manag* 2010 6(1): 47–54.
- 10 Dahmani S, Michelet D, Abback PS et al. Ketamine for perioperative pain management in children: a meta-analysis of published studies. *Paediatr Anaesth* 2011;21(6): 636–52

- 11 Lambert P, Cyna AM, Knight N et al (2014) Clonidine premedication for postoperative analgesia in children. *Cochrane Database Syst Rev* 2014(1): CD009633
- 12 Schnabel A, Reichl SU, Poepping DM et al. Efficacy and safety of intraoperative dexmedetomidine for acute postoperative pain in children: a metaanalysis of randomized controlled trials. *Paediatr Anaesth* 2013;23(2): 170–79
- 13 Steward DL, Grisel J, Meinzen-Derr J. Steroids for improving recovery following tonsillectomy in children. *Cochrane Database Syst Rev* 2011(8): CD003997
- 14 Messerer B, Platzer M, Justin C et al. Regional anesthesia procedures in childhood: Austrian interdisciplinary recommendations on pediatric perioperative pain management. *Schmerz* 2014;28(1):67-81
- 15 Ecoffey C, Lacroix F, Giaufre E et al. (2010) Epidemiology and morbidity of regional anesthesia in children: a follow-up one-year prospective survey of the French-Language Society of Paediatric Anaesthesiologists (ADARPEF). *Paediatr Anaesth* 2010;20(12): 1061–69
- 16 Taenzer AH, Walker BJ, Bosenberg AT et al. Asleep versus awake: does it matter?: pediatric regional block complications by patient state: a report from the pediatric regional anesthesia network. *Reg Anesth Pain Med* 2014;39(4): 279–83
- 17 Walker BJ, Long JB, De Oliveira GS et al. Peripheral nerve catheters in children: an analysis of safety and practice patterns from the pediatric regional anesthesia network (PRAN). *Br J Anaesth*. 2015;115(3):457-62
- 18 Wong GK, Arab AA, Chew SC et al. Major complications related to epidural analgesia in children: a 15-year audit of 3,152 epidurals. *Can J Anaesth* 2013;60(4): 355–63.
- 19 El-Hennawy AM, Abd-Elwahab AM, Abd-Elmaksoud AM et al. Addition of clonidine or dexmedetomidine to bupivacaine prolongs caudal analgesia in children. *Br J Anaesth* 2009;103(2): 268–74
- 20 Polaner DM, Taenzer AH, Walker BJ et al. Pediatric Regional Anesthesia Network (PRAN): a multi-institutional study of the use and incidence of complications of pediatric regional anesthesia. *Anesth Analg* 2012;115(6): 1353–64
- 21 Llewellyn N & Moriarty A (2007) The national pediatric epidural audit. *Paediatr Anaesth* 2007;17(6): 520–33

- 22 Kaabachi O, Zerelli Z, Methamem M et al. Clonidine administered as adjuvant for bupivacaine in ilioinguinal-iliohypogastric nerve block does not prolong postoperative analgesia. *Paediatr Anaesth* 2005;15(7): 586–90
- 23 Long JB, Birmingham PK, De Oliveira GS, Jr. et al. Transversus abdominis plane block in children: A multicenter safety analysis of 1994 cases from the PRAN (Pediatric Regional Anesthesia Network) database. *Anesth Analg* 2014;119(2): 395–99
- 24 Cyna AM, Middleton P. Caudal epidural block versus other methods of postoperative pain relief for circumcision in boys. *Cochrane Database Syst Rev* 2008(4):CD003005
- 25 Soh CR, Ng SB, Lim SL. Dorsal penile nerve block. *Paediatr Anaesth* 2003;13:329–333
- 26 Messerer B., Krauss-Stoisser B, Urlesberger B. Nichtmedikamentöse Maßnahmen sowie topische Analgetika und orale Zuckerstoffe im Schmerzmanagement - Österreichische interdisziplinäre Handlungsempfehlungen zum perioperativen Schmerzmanagement bei Kindern. *Schmerz* 2014 28:31–42
- 27 Uman LS, Birnie KA, Noel M et al. Psychological interventions for needle-related procedural pain and distress in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev* 2013(10): CD005179
- 28 Stevens B, Yamada J, Lee GY et al. Sucrose for analgesia in newborn infants undergoing painful procedures. *Cochrane Database Syst Rev* 2013(1): CD001069
- 29 Harrison D, Yamada J, Adams-Webber T et al. Sweet tasting solutions for reduction of needle-related procedural pain in children aged one to 16 years. *Cochrane Database Syst Rev* 2011(10):CD008408
- 30 Uman LS, Chambers CT, McGrath PJ et al. A systematic review of randomized controlled trials examining psychological interventions for needle-related procedural pain and distress in children and adolescents: an abbreviated Cochrane review. *J Pediatr Psychol* 2008;33:842–854