

Schmerz 2014 · 28:67–81  
 DOI 10.1007/s00482-013-1386-y  
 Online publiziert: 19. Februar 2014  
 © Deutsche Schmerzgesellschaft e.V.  
 Published by Springer-Verlag Berlin Heidelberg -  
 all rights reserved 2014

B. Messerer<sup>1</sup> · M. Platzer<sup>2</sup> · C. Justin<sup>1</sup> · M. Vittinghoff<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universitätsklinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin, LKH-Universitätsklinikum Graz,  
 Medizinische Universität Graz

<sup>2</sup> Abteilung für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Klinikum Klagenfurt am Wörthersee

# Regionalanästhesiologische Verfahren im Kindesalter

## Österreichische interdisziplinäre Handlungsempfehlungen zum perioperativen Schmerzmanagement bei Kindern

### Vorteile der Regionalanästhesie

Bei Kindern können regionalanästhesiologische Verfahren zum Erreichen einer intra- und postoperativen Analgesie in allen Altersgruppen sicher angewendet werden [1 – 3]. Die Regionalanästhesie ist ein wesentliches Element eines multimodalen Schmerzkonzepts und sollte, wann immer sinnvoll und möglich, auch bei Kindern durchgeführt werden [4 – 6].

Eine effektive Schmerztherapie verbessert das operative Outcome, denn ein unbehandelter chirurgischer Stimulus führt zu einer Bandbreite an hämodynamischen, hormonellen, metabolischen, immunologisch-inflammatorischen Reaktionen und zu Verhaltensauffälligkeiten [4, 7]. Durch Einsatz der Regionalanästhesie kommt es zu einer größeren hämodynamischen Stabilität; der intraoperative Opioidverbrauch wird reduziert und damit ein rasches und schmerzfreies Erwachen der Kinder aus der Narkose ermöglicht. Die ausgezeichnete auf das Operationsgebiet begrenzte Schmerzreduktion bzw. Schmerzfreiheit erhöht das subjektive Wohlbefinden der Kinder und verbessert dadurch ihre Kooperationsbereitschaft hinsichtlich der frühzeitigen Mobilisation und Bewegungstherapie [4]. Verbandswechsel können unter Zuhilfenahme einer Regionalanästhesie schmerzfrei durchgeführt werden. Auch die Notwendigkeit einer postoperativen Nachbeatmung und die Dauer einer Intensivthe-

rapie können nachweislich reduziert werden [4, 8, 9].

Die frühe Wiederherstellung bzw. Erhaltung der gastrointestinalen Funktion ist ein weiterer Vorteil der Regionalanästhesie [4, 9]. So führt der gefäßerweiternde Effekt rückenmarksnaher Blockaden zu einer verbesserten Durchblutung des Splanchnikusgebiets bei einer nekrotisierenden Enterokolitis oder Gastroschisis [10].

### Was muss beachtet werden?

Vor Durchführung eines Verfahrens müssen Kontraindikationen wie Gerinnungsstörungen, Allergien gegen Lokalanästhetika (LA), lokale und schwerwiegende systemische Infektionen, lokale Kontraindikationen, z. B. lumbosakrale Myelomeningozele oder ventrikuloperitonealer Shunt, wie auch eine Ablehnung durch die Eltern oder den Patienten beachtet werden [11, 12]. Bei zentralen Blockadetechniken sind zusätzlich ein erhöhter intrakranieller Druck und eine nicht korrigierbare Hypovolämie als absolute Kontraindikation anzusehen [13].

Für rückenmarksnaher und periphere Nervenblockaden stellt eine neurologische Störung eine relative Kontraindikation dar, sodass präoperativ ein genauer neurologischer Status zu erheben ist [11]. Eine genaue Nutzen-Risiko-Analyse muss erfolgen.

Eine präoperative anamnestiche Evaluation der Gerinnung in Form von standardisierten und evaluierten Gerinnungsfragebögen sollte routinemäßig erfolgen [14 – 17]. Anästhesiologische Fachgesellschaften betonen auch bei Kindern die Bedeutung der strukturierten Gerinnungsanamnese. Es eignet sich dafür der von der Österreichischen Gesellschaft für Anästhesiologie, Reanimation und Intensivmedizin (ÖGARI) empfohlene Fragebogen nach Pfanner et al. (■ **Abb. 1**, [17]). Ergibt sich kein Hinweis auf eine Gerinnungsstörung, kann in der Regel auf die Erhebung von präoperativen Gerinnungsbefunden verzichtet werden [18].

Für alle rückenmarksnahen Regionalanästhesien mit Einlage eines Katheters sollte ein Gerinnungslabor unauffällig sein [18]. 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 [19].

### Gerinnungslabor bei Kindern [18]

Generell kann davon ausgegangen werden, dass die Aktivität der Gerinnungsfaktoren bei reifen Neugeborenen etwa ein Drittel bis höchstens die Hälfte der Normalwerte bei Erwachsenen beträgt. Ausgenommen davon sind Faktor I (Fi-

Bitte Zutreffendes ankreuzen, unterstreichen bzw. ergänzen:		<input type="checkbox"/> N Nein	<input type="checkbox"/> J Ja	Zusatzfragen und Notizen des Arztes	wenn JA
0	Ist bei Ihrem Kind jemals eine Blutgerinnungsstörung oder Thrombose festgestellt worden?	<input type="checkbox"/> N Nein	<input type="checkbox"/> J Ja	➤ Diagnose erfragen	2
Beobachten Sie bei Ihrem Kind folgende Blutungsarten – auch ohne erkennbaren Grund?					
1a	Nasenbluten (ohne andere Ursachen wie Schnupfen, trockene Luft, starkes Nasenputzen etc.)	<input type="checkbox"/> N Nein	<input type="checkbox"/> J Ja	➤ immer schon ➤ nur saisonal ➤ HNO-Befund vorhanden ➤ bei Medikamenteneinnahme ➤ arterielle Hypertonie	2 3 1 4
1b	blaue Flecken oder punktförmige Blutungen (auch am Körperstamm, auch ohne sich anzustoßen)	<input type="checkbox"/> N Nein	<input type="checkbox"/> J Ja	➤ ist Ihr Kind sehr „lebhaft“? ➤ ohne jeglichen Zusammenhang mit Anstoßen, Zwicken u.a. ➤ immer schon	0 2 1
1c	Gelenkblutungen, Blutungen in Weichteile oder Muskeln	<input type="checkbox"/> N Nein	<input type="checkbox"/> J Ja		2
2	Beobachten Sie bei Schnittwunden und/oder Schürfwunden ein längeres Nachbluten?	<input type="checkbox"/> N Nein	<input type="checkbox"/> J Ja	➤ >5 min? ➤ bei welchen Verletzungen	2 2 1
3	Gab es in Ihrer Vorgeschichte längeres/verstärktes Nachbluten beim Zahnarzt?	<input type="checkbox"/> N Nein	<input type="checkbox"/> J Ja	➤ >5 min? ➤ war Nachbehandlung nötig ➤ bei Medikamenteneinnahme	2 2 1
4	Gab es in der Vorgeschichte eine verstärkte Blutung während oder nach Operationen bzw. längeres Bluten aus der Nabelwunde?	<input type="checkbox"/> N Nein	<input type="checkbox"/> J Ja	➤ welche Operation? ➤ war die Blutung tatsächlich über der Norm?	5 5 2
5	Heilen die Wunden Ihres Kindes schlecht ab?	<input type="checkbox"/> N Nein	<input type="checkbox"/> J Ja	➤ lang nässend, klaffend ➤ Vereitern ➤ Keloidbildung	2 2 2
6	Gab/gibt es in Ihrer Familie (Blutsverwandtschaft) Fälle von Blutungsneigung?	<input type="checkbox"/> N Nein	<input type="checkbox"/> J Ja	➤ Verwandtschaftsgrad ➤ Diagnose bekannt?	2
7	Nimmt oder nahm Ihr Kind in letzter Zeit eines der folgenden Medikamente ein? (z.B. Aspro®, Aspirin®, Voltaren®, Proxen®-Saft etc.)	<input type="checkbox"/> N Nein	<input type="checkbox"/> J Ja	➤ Blutungsneigung seit Medikamenteneinnahme	2 4 6
8	<u>Zusatzfrage bei Mädchen in der Pubertät:</u> Sind die Monatsblutungen Ihrer Tochter verlängert (>7 Tage) und/oder verstärkt (häufiger Binden-/Tamponwechsel)?	<input type="checkbox"/> N Nein	<input type="checkbox"/> J Ja	➤ seit Menarche	2
<b>Konsequenzen:</b> (0) keine; (1) Medikamentenanamnese; (2) Konsultation: Gerinnungsteam; (3) Konsultation: Facharzt für HNO; (4) Konsultation: Pädiater; (5) Befundaushebung; (6) Konsultation: Pädiater/Chirurg und evtl. Karez					
Datum:		Unterschrift des/der UntersucherIn			

**Abb. 1** ◀ Fragebogen zur präoperativen Erhebung der Blutungsanamnese bei Kindern. Ein Teil der Fragen muss vom Erziehungsberechtigten des Kindes gelesen und ausgefüllt werden. (Nach [17])

brinogen), V und VIII. Die Aktivität des sog. Prothrombinkomplexes (II, VII, IX und X) fällt nach der Geburt noch etwas ab. Die Folge sind eine mit 50–60 s verlängerte aktivierte partielle Thromboplastinzeit (aPTT) und ein erniedrigter Quickwert. Dies gilt noch ausgeprägter für

Frühgeborene. Abgesehen von der Neugeborenenperiode weicht der Quickwert nicht von den Erwachsenenwerten ab.

Was bei älteren Kindern und Erwachsenen mit einer schweren Koagulopathie vereinbar wäre, gilt nicht für Neugeborene, da die Gesamtfunktion der Gerinnung

– unter Berücksichtigung von Inhibitoren, Kinetik sowie funktionell-strukturellen Besonderheiten – ausgeglichen ist.

Die effektivsten Inhibitoren der Gerinnung sind Antithrombin und Proteine C. Diese Inhibitoren sind bei Neugeborenen im Vergleich zu Erwachsenen

auf unter die Hälfte reduziert. Bei Frühgeborenen liegt die Antithrombinaktivität im Mittel bei 35%. Die biologische Halbwertszeit beider Inhibitoren ist bei Neugeborenen um etwa die Hälfte verkürzt. Die normalen Gerinnungswerte in verschiedenen Altersstufen sind in **Tab. 1** angeführt [13, 21 – 24].

Die meisten Gerinnungsparameter erreichen mit dem sechsten Lebensmonat (LM) die Normalwerte Erwachsener [21, 22]. Werden antikoagulatorische Medikamente eingesetzt, müssen die entsprechenden Richtlinien der Fachgesellschaften beachtet werden [25, 26]. Es empfiehlt sich grundsätzlich, bei Unklarheiten in Gerinnungsfragen im Kindesalter die Hämostaseologen eines Kinderzentrums beizuziehen.

## Durchführung

Die Anlage der Regionalanästhesie erfolgt bei Kindern in den meisten Fällen in einer Allgemeinanästhesie oder einer Analgosedierung unter Erhalt der Spontanatmung [2, 4, 11, 27 – 30]. Grundlage für dieses Vorgehen ist, dass die Verletzungsgefahr durch ein sich plötzlich bewegendes Kind größer ist als durch die fehlende Rückmeldung von Sensationen bei rückenmarksnahen Verfahren am schlafenden Kind [3]. Die Anlage in einer Allgemeinnarkose oder Sedierung kann somit als sicher betrachtet werden [1 – 3, 11, 29 – 31].

Voraussetzung für eine Risikominimierung sind neben einer sorgfältigen Monitorisierung (EKG, Pulsoxymetrie und Blutdruckmessung) die Verwendung eines altersgerechten Equipments, ein absolut steriles Vorgehen bei der Anlage und eine ausreichende Erfahrung des Anwenders [11, 32 – 35]. Zur topografischen Orientierung sind profunde anatomische Kenntnisse, die die Besonderheiten der kindlichen Anatomie berücksichtigen, von grundlegender Wichtigkeit [30, 36].

Auch wenn die Evidenz nach wie vor fehlt, stellt die ultraschallgesteuerte Anlage der Regionalanästhesie beim Kind heute die Methode der Wahl dar [11, 35, 37, 38]. Die Vorteile liegen in der Visualisierung der neuronalen Strukturen, in einer größeren Genauigkeit der Nadel und Katheterposition sowie damit verbunden in

Schmerz 2014 · 28:67–81 DOI 10.1007/s00482-013-1386-y

© Deutsche Schmerzgesellschaft e.V. Published by Springer-Verlag Berlin Heidelberg - all rights reserved 2014

B. Messerer · M. Platzer · C. Justin · M. Vittinghoff

## Regionalanästhesiologische Verfahren im Kindesalter. Österreichische interdisziplinäre Handlungsempfehlungen zum perioperativen Schmerzmanagement bei Kindern

### Zusammenfassung

Eine Regionalanästhesie sollte bei Kindern wann immer möglich zum Einsatz kommen. Sie ist als wesentliches Element eines multimodalen Schmerzmanagements anzusehen. Voraussetzung für die sichere und effektive Anwendung sind die genaue Kenntnis der anatomischen, physiologischen und pharmakologischen Unterschiede im Kindesalter, der Einsatz eines altersgerechten Equipments und das rasche Erkennen und Behandeln möglicher Komplikationen. Essenziell ist eine ausreichende Erfahrung sowohl in der Kinder- als auch in der Regionalanästhesie. Bei der Auswahl des für den jeweiligen Patienten idealen Regionalanästhesieverfahrens gilt der Leitsatz: „So zentral wie nötig, so peripher wie möglich.“ Eine Nutzen-Risiko-Abschätzung hat immer zu erfolgen. Sehr spezielle Techniken wie die thorakale und lumbale Epiduralanästhesie im Kindesalter müssen kinder-anästhesiologischen Zentren vorbehalten bleiben, da Erfahrung erforderlich ist, die nur mit einer großen Fallzahl erworben und er-

halten werden kann. Sehr wirkungsvoll sind aber bereits technisch einfache Verfahren wie die Kaudalanästhesie, der Peniswurzelblock und die Wundinfiltration. Auch wenn die Evidenz nach wie vor fehlt, stellt die ultraschallgesteuerte Anlage der Regionalanästhesie beim Kind heute die Methode der Wahl dar. Der Einsatz wird zu einer erhöhten Akzeptanz und Anwenderfreundlichkeit der Verfahren im Kindesalter führen. Mit der vorliegenden Handlungsempfehlung soll aufgezeigt werden, was bei der Durchführung einer Regionalanästhesie im Kindesalter allgemein beachtet werden muss. Es wird auch ein Überblick über die Verfahren der Regionalanästhesie bei Kindern gegeben.

### Schlüsselwörter

Lokalanästhetika · Adjuvantien · Epiduralanästhesie, Kaudalanästhesie · Nervenblockade · Sonographische Interventionen

## Regional anesthesia procedures in childhood. Austrian interdisciplinary recommendations on pediatric perioperative pain management

### Abstract

Regional anesthesia should be used for children whenever possible and is an essential element of a multimodal pain management. The prerequisites for a safe and effective procedure are detailed knowledge of the anatomical, physiological and pharmacological differences in childhood, the use of age-appropriate equipment and rapid recognition and treatment of possible complications. Extensive experience in pediatric as well as regional anesthesia is essential. The rule for selection of the ideal regional anesthesia procedure for each individual patient is: as central as necessary and as peripheral as possible. A risk-benefit assessment must always be carried out. Very specialized techniques, such as thoracic and lumbar epidural anesthesia in childhood must be reserved for specialist pediatric anesthesia centers because experience is necessary which can only be acquired and maintained from a large number

of cases. Technically simple procedures, such as caudal anesthesia, penis root block and wound infiltration are, however, also very effective. Even if the evidence is still lacking, ultrasound-guided placement of regional anesthesia is nowadays the method of choice for children. The use will lead to an increased level of acceptance and user-friendliness of the procedure in childhood. This article presents recommendations which demonstrate those points that must be generally observed when carrying out regional anesthesia in children. An overview of the regional anesthesia procedure in children is given.

### Keywords

Anesthetics, local · Adjuvants, anesthesia · Anesthesia, epidural, anesthesia, caudal · Nerve block · Ultrasonography, interventional

**Tab. 1** Normale Gerinnungswerte in verschiedenen Altersstufen. (Nach [13, 21 – 24])

	Frühgeborenes <32. SSW	32.–36. SSW	Reifes Neugeborenes	Bereich
Thrombinzeit	16–28 s	21–25 s	20–26 s	
aPTT	>100 s	Etwa 70 s	45–65 s	
Faktor V	64%	70%	80–90%	
Faktor VIII	50–90%	140%	170%	
Antithrombin	29±3%	44±10%	60±16%	
Quick	55%	55%	80%	40–100%
Protein C			30%	14–46%
Protein S			36%	12–60%

Die Angaben für die aPTT müssen insofern kritisch betrachtet werden, als die aPTT ein laborabhängiger Wert ist. aPTT Aktivierte partielle Thromboplastinzeit; SSW Schwangerschaftswoche.

**Tab. 2** Dosierungshinweise für Lokalanästhetika

	Lidocain	Bupivacain	(Levobupivacain)	Ropivacain
<b>Hauptsächlich eingesetzte Konzentrationen</b>	2%	0,125%; 0,25%; 0,5%	0,25%; 0,5%	0,2%; 0,375%
<b>Plasmabindung</b>	64%	95%	95%	94%
<b>Einzelgabe („single shot“; Höchstdosis; mg/kg)</b>	4–5–(7)	2–2,5	2–2,5	3 (Bereich: 2–4)
<b>Kontinuierliche Gabe (Höchstdosis; mg/kg/h)</b>	2	0,2–0,25	0,25	0,2–0,4
<b>Wirkeintritt (min)</b>	3–5	10–15	8–12	8–10
<b>Wirkdauer (h)</b>	1–2	3–6	3–7	2,5–9
<b>Motorische Blockade</b>	Stark	Stärker/länger	Mittel/länger	Weniger/kürzer

einer Zunahme der Erfolgsrate [35, 39 – 43]. Die Injektion des LA kann gezielt erfolgen und unter Schonung umliegender Gewebsstrukturen mit großer Sicherheit gewährleistet werden [11, 42, 44]. Die Gesamtmenge des verwendeten LA kann vermindert und eine raschere Anschlagzeit erzielt werden [40, 45 – 49].

Voraussetzungen für den Einsatz sind ein Verständnis für das Equipment und die Technik, intensives Training und der Erwerb der nötigen Fingerfertigkeit [35, 39, 47]. Die Schulung zur qualitativen Nutzung ist aber nicht ganz einfach [11]. So werden von der American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine, der European Society of Regional Anaesthesia and Pain Therapy und der Asian Australasian Federation of Pain Societies schriftliche Empfehlungen für die erforderliche Ausbildung, die praktische Umsetzung und die Qualitätssteigerung im Umgang mit dem Ultraschall erstellt [50].

Die Unterstützung mittels Nervenstimulator hat bei der Durchführung

einer peripheren Regionalanästhesie bei schlechter Visualisierung tief gelegener Nervenstrukturen, bei ödematösen Verhältnissen oder unerfahrenen Ultraschallanwendern Bedeutung [5, 27, 46, 51, 52].

### Besonderheiten bei Kindern

Bei Kindern sind die Nervenfasern dünner als bei Erwachsenen. Sie sind noch unvollständig myelinisiert und die Ranvier-Schnürringe liegen enger zusammen, sodass bereits relativ niedrige LA-Konzentrationen ausreichend wirksam sind [53, 54].

Werden LA bei Neugeborenen und kleinen Säuglingen eingesetzt, muss beachtet werden, dass das Verteilungsvolumen größer, die Plasmaproteinbindung geringer und die Clearance noch eingeschränkt ist [55]. Diese pharmakokinetischen Besonderheiten sind v. a. bei repetitiver oder kontinuierlicher Gabe von Bedeutung [53, 54]. Da LA durch die hohe Gewebepfusion schneller resorbiert werden, ist die Wirkdauer kürzer als beim

Erwachsenen. Bei Neugeborenen endet das Rückenmark genauso wie bei Erwachsenen meist bei L2 [56]. Der kindliche Epiduralraum ist mit lockerem Fett- und Bindegewebe gefüllt. LA können sich gut ausbreiten und Periduralkatheter lassen sich leicht vorschieben [13].

Die durch LA bedingte Sympathikolyse beeinflusst die linksventrikuläre Funktion nicht relevant. Neugeborene, Säuglinge und Kleinkinder zeigen praktisch keine messbaren Veränderungen der Hämodynamik. Auch bei älteren Kindern findet man kaum klinisch relevante Blutdruckabfälle [13].

Die Ossifikation der Wirbelsäule ist erst mit dem sechsten Lebensjahr abgeschlossen. Die sehr weichen Knochenstrukturen können durch spitz geschliffene Nadeln penetriert und das LA somit intraossär injiziert werden [57]. Eine Punktion im Kindesalter, gerade in Allgemeinanästhesie, muss daher immer äußerst sorgfältig durchgeführt werden.

### Lokalanästhetika

Bei der Wahl des LA sollte auf eine lange Wirkdauer bei möglichst geringer systemischer Toxizität geachtet werden. Außerdem ist es wünschenswert, dass bei guter Analgesie die Spontanmotorik erhalten bleibt. Die am häufigsten verwendeten LA sind Bupivacain, Levobupivacain und Ropivacain, wobei letzteres die o. g. Kriterien am besten zu erfüllen scheint [38, 58, 59].

Die Dosierung hängt vom Applikationsort, vom Alter des Kindes, von der Art der Anwendung, dem körperlichen Zustand der Patienten und davon, ob der Ultraschall eingesetzt wird, ab [45, 46]. Dosierungen sind in **Tab. 2 und 3** aufgelistet [3, 5, 10, 19, 53, 54, 58, 60 – 63].

### Intoxikation

Um Intoxikationen zu vermeiden, müssen Maximaldosen unbedingt beachtet werden. Eine Überschreitung führt zu keiner Zunahme der Wirkung, erhöht jedoch die Gefahr einer Komplikation bzw. Intoxikation [58]. Die Plasmaspiegel von LA sind neben altersspezifischen Faktoren abhängig von Konzentration, Volumen und Injektionsort [13].

Tab. 3 Dosierungen nach Indikationen und Angabe der Maximalmengen			
	Lokalanästhetikum	Dosierung (ml/kg)	Maximale Menge (ml)
Paravertebral	Ropivacain 0,375%	0,5	20
Plexus; Femoralisblock; Ischiadikusblock	Ropivacain 0,2%	0,5–0,75	40
Wundinfiltration	Bupivacain: <15 kgKG: 0,25%; >15 kgKG: 0,5% Ropivacain 0,2%	0,2	
Kleine Nerven	Bupivacain: <15 kgKG: 0,25%; >15 kgKG: 0,5% Ropivacain 0,2%	(0,5–1 ml/Nerv)	
Penisblock	Bupivacain 0,5%; kein Adrenalinzusatz	2-mal 0,1	10
Oberst	Bupivacain 0,5%; kein Adrenalinzusatz	0,1	2

Durch Anwendung des Ultraschalls können die Lokalanästhetikamengen wesentlich reduziert werden.

Tab. 4 Vorgehen bei Intoxikation mit Lokalanästhetika. (Modifiziert nach [67 – 69])
1. Lokalanästhetikazufuhr stoppen
2. Adäquate Oxygenierung, ggf. Beatmung
3. Kardiopulmonale Reanimation bei Herz-Kreislauf-Stillstand
4. Lipidemulsion 20% Bolus: 1,5 ml/kg über 1 min; anschließend Infusion: – 0,1 ml/kg/min über 30 min oder 0,5 ml/kg/min über 10 min oder – 0,25–0,5 ml/kg/min über 20 min oder – 0,25 ml/kg/min; Boluswiederholung alle 3–5 min bis 3 ml/kg, bis der Kreislauf wiederhergestellt ist; kontinuierliche Infusion bis zur hämodynamischen Stabilität. Bei Blutdruckabfall Dosiserhöhung auf 0,5 ml/kg/min; Maximaldosierung 8 ml/kg Die Herz-Kreislauf-Massage ist aufrechtzuerhalten, da die Lipidemulsion zirkulieren muss. Reanimationsbemühungen sind stets über längere Zeiten fortzusetzen.
5. Antikonvulsiva bei Krampfanfällen

Schwere Komplikationen sind sehr selten und eher Folge einer versehentlichen systemischen Injektion oder einer akzidentellen Überdosierung durch Verwechslung der Konzentration [64]. Empfohlen wird eine Aspirations-/Diskonnektionsprobe bei der Injektion [19].

Betroffen bei einer Intoxikation sind in erster Linie das zentrale Nervensystem

Tab. 5 Dosierungshinweise für Adjuvantien			
	Dosierung		Indikation
	Einzel-dosis (µg/kg)	Post-operativ (µg/kg/h)	
Clonidin	1–2	0,2–0,4	Epidural; periphere Regionalanästhesie
Morphin	30–50	1(–2)	Epidural

und das kardiovaskuläre System mit Bradykardie, Hypotonie und Herzrhythmusstörungen (Blockbilder, bis zur Asystolie, maligne Arrhythmien, hohe T-Wellen) bis hin zum Kreislaufstillstand [58, 65].

Da im Gegensatz zu Erwachsenen regionalanästhesiologische Verfahren bei Kindern in einer Analgosedierung oder Allgemeinnarkose durchgeführt werden, fehlen bei einer akzidentellen intravasalen Injektion die neurologischen Frühwarnzeichen einer systemischen Intoxikation wie metallischer Geschmack, periorales Kribbeln, Tremor, Zittern, Unruhe, Tinnitus oder Sehstörungen. Zudem ist ein Krampfanfall beim relaxierten Kind nicht sichtbar [65].

Für den Fall einer Intoxikation stehen Algorithmen zur Verfügung (■ Tab. 4; [58, 66 – 69]). Neben der sofortigen Beendigung der LA-Zufuhr steht die symptomatische Therapie im Vordergrund: Oxy-

genierung, Korrektur des Säure-Basen-Haushalts und der Elektrolyte, antikonvulsive Therapie und kardiopulmonale Reanimation bei Kreislaufstillstand. Bei einer schweren Herz-Kreislauf-Depression oder Kollaps infolge einer LA-Intoxikation ist der Adrenalineinsatz unverzichtbar [65, 70, 71].

Lönnqvist empfiehlt auch die rasche Gabe einer 20%igen Lipidlösung [58]. Als lipophile Substanz nimmt sie das im Plasma ungebundene LA auf, reduziert die hier vorhandene LA-Konzentration und bewirkt dadurch eine Rückdiffusion des LA vom Gewebe ins Blut, wo es dann an die Fettkomponente gebunden wird [58].

## Adjuvantien

Um die Wirkung der LA zu potenzieren und zu verlängern, können zusammen mit den LA sog. Adjuvantien verabreicht werden [72]. In der Literatur werden mehrere Adjuvantien beschrieben (Adrenalin, Clonidin, Opioide, Ketamin, Neostigmin). Adrenalin (5 µg/ml =1:200.000) wird praktisch nur noch zusammen mit Lidocain als Testdosis verwendet, um eine versehentliche intravasale oder intraossäre Injektion frühzeitig zu erkennen: Zunahme der T-Welle im EKG um ≥25% des Ausgangswerts, Herzfrequenzanstieg um ≥10 Schläge/min, Zunahme des systolischen Blutdrucks um ≥15 mmHg [65]. Dabei ist eine Latenzzeit von 60–90 s nach Gabe der Testdosis möglich [73].

In der klinischen Praxis haben sich bei Kindern v. a. Clonidin und Morphin bewährt [11, 74 – 77]. Dosierungen finden sich in ■ Tab. 5 [19, 61, 62, 72].

## Clonidin

Clonidin kann bei geringen Nebenwirkungen die Blockadedauer um einige Stunden verlängern sowie die LA-Konzentration reduzieren [57, 78, 79]. Die neuroaxiale Anwendung gilt in Bezug auf Neurotoxizität als unbedenklich [57]. Es interagiert mit spinalen und supraspinalen α<sub>2</sub>-Rezeptoren, supprimiert die Freisetzung von Substanz P aus den spinalen nozizeptiven Neuronen und vermindert die Reizweiterleitung in peripheren Aδ- und C-Nervenfasern [53].

Eine Dosierung von 1–2 µg/kgKG kann bereits mit einer – bei Kindern oft

erwünschten – Sedierung einhergehen. Höhere Dosen ( $\geq 5 \mu\text{g}/\text{kg}$ ) führen zu Bradykardien, Hypotonie und zu einer klinisch relevanten Sedierung [16, 53, 80]. Wegen einer potenziellen Apnoegefah wird der Einsatz von Clonidin bei Kindern  $< 3$  Monaten nicht empfohlen [19, 72, 81].

### Morphin

Morphin hat eine lange Wirkdauer und kann sich, nach kaudaler oder lumbaler Applikation, aufgrund seiner Lipophilie bis in thorakale Segmente ausbreiten. Der Einsatz verlängert die Analgesie um bis zu 24 h [72].

Opioidtypische Nebenwirkungen können auch nach epiduraler Gabe auftreten: Sedierung, Übelkeit, Erbrechen, Harnretention, Pruritus, Atemdepression [57].

Der Einsatz von Morphin erfordert unbedingt ein entsprechendes postoperatives Monitoring [57]. Die Gefahr einer postoperativen Hypoventilation ist besonders bei Säuglingen  $< 3$  Monaten evident [57].

Zur Therapie einer Harnretention wird eine i.v.-Gabe von  $1 \mu\text{g}/\text{kg}$  Naloxon oder  $0,1 \text{ mg}/\text{kg}$  Nalbuphin empfohlen, bei Pruritus  $1\text{--}2 \mu\text{g}/\text{kg}$  Naloxon als Bolus, gefolgt von  $1\text{--}2 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{h}$  kontinuierlich [72]. Der Einsatz von Morphin sollte auf größere Operationen, die eine postoperative Überwachung erfordern, beschränkt bleiben.

Singh et al. [75] verglichen in einer randomisierten Studie die Wirkung von  $2 \mu\text{g}/\text{kg}$  Clonidin bzw.  $30 \mu\text{g}/\text{kg}$  Morphin in kaudal verabreichtem Bupivacain. Durch den Zusatz von Clonidin konnte sowohl die Analgesie- als auch die Sedierungsdauer verlängert werden. Keine signifikanten Nebenwirkungen wurden beobachtet. Die Erbrechenrate lag nach Clonidin-Gabe bei 4%. Morphin führte bei 12% zu Erbrechen und bei 16% zu Juckreiz.

### S-(+)-Ketamin

S-(+)-Ketamin wird aufgrund der im Tierexperiment aufgetretenen hohen Apoptoserate von noch im Wachstum stehenden Nervenzellen als Adjuvans derzeit nicht empfohlen [82 – 84].

## Spezielle Techniken

Prinzipiell können bei Kindern alle Regionalanästhesieverfahren, die im Erwachsenenalter üblich und erprobt sind, angewendet werden [19]. Sie sollten bereits vor Operationsbeginn durchgeführt werden [85]. Am häufigsten bei Kindern werden durchgeführt [19]:

- Kaudalblock
- Plexus-brachialis-Blockade
- N.-femoralis- und N.-ischiadicus-Blockade
- Peniswurzelblock
- Ilioinguinalis-Iliohypogastrikus-Blockade
- Lokale Infiltration, Wundrandinfiltration
- Oberst-Blockade
- Blockade des N. medianus/N. radialis/N. ulnaris und Fußblock
- Rektusscheidenblock und Transversus-abdominis-plane(TAP)-Block

Die Wahl des Verfahrens wird beeinflusst vom Alter und Allgemeinzustand des Patienten, von eventuellen Begleiterkrankungen (respiratorisch, kardial) bzw. vorhandenen Kontraindikationen, vom Ort und der Stärke von Schmerzen, von der Erfahrung des Durchführenden, dem zur Verfügung stehenden Equipment und den vorhandenen Strukturen [4].

Eine große Zahl an Daten zeigt eine Verschiebung von neuroaxialen Blockaden hin zu peripheren Nervenblockaden [1, 2, 86].

Ecoffey et al. [1] untersuchten 31.132 Regionalanästhesien. Auf zentrale Blockaden entfielen insgesamt 34%, auf periphere Blockaden 66%. Nur bei Kindern  $< 3$  LM ist das Verhältnis von zentralen zu peripheren Blockaden vergleichbar (45 zu 55%). Komplikationen waren mit 0,12% sehr selten und führten zu keinen Langzeitfolgen. Die meisten Komplikationen fanden sich bei der Anlage im Operationssaal, waren von kurzer Dauer und hatten keine bleibenden Schäden zur Folge (Punktion nicht möglich, s.c.-Injektion, unabsichtliche Katheterdislokation, insuffiziente Blockade, intravasale Lage, Aspiration von Blut). Bei rückenmarksnahen Verfahren entfielen 80% auf kaudale Blockaden und 11% auf lumbale. Die Komplikationsrate war

bei neuroaxialen Blockaden 6-mal höher als bei peripheren Regionalanästhesien und bei Kindern  $< 6$  LM 4-fach höher als bei Kindern  $> 6$  LM. Die steigende Zahl an Katheterverfahren (9% aller Regionalanästhesien) führte zu keiner Zunahme der Komplikationsrate [1]. Periphere Nervenblockaden gelten somit als sicherer als neuroaxiale Blockaden und sollten nach Möglichkeit bevorzugt werden [2, 87].

Eine prospektive Studie von Llewellyn et al. [88] berichtet über 96 Ereignisse bei 10.633 Epiduralanästhesien. Bei 5 Kindern waren diese erheblich (Häufigkeit von etwa 1:2000): Bei 2 Kindern entwickelte sich ein Abszess epidural, bei je einem eine Meningitis bzw. ein postpunktioneller Kopfschmerz und bei einem Kind trat ein Cauda-equina-Syndrom aufgrund einer Überdosierung des LA auf; ein permanentes neurologisches Defizit fand sich bei einem Kind [88]. Fünf Kinder zeigten eine zwischen 5 und 10 Monaten andauernde Neuropathie bzw. Radikulopathie.

Die Datenbank des Pediatric Regional Anesthesia Network (PRAN) berichtet über keinen dauerhaften Schaden oder Todesfall bei insgesamt 14.917 Blockaden, die bei 13.725 Patienten durchgeführt wurden. Nur in einem Fall trat eine vorübergehende Dysästhesie mit kompletter Rückbildung innerhalb von 6 Monaten, nach einer Ischiadikusblockade auf [27]. Bei den neuroaxialen Blockaden entfielen 97% auf kaudale Blockaden. Der Ultraschall wurde für Blockaden an der oberen Extremität in 82%, an der unteren Extremität in 70%, für Bauchwandblockaden in  $> 76\%$  (Ilioinguinalis-Iliohypogastrikus-Blockade 76%, Rektusscheidenblock 87% und TAP 92%) und für neuroaxiale Blockaden in 3% zur Anlage einer Regionalanalgesie eingesetzt. Bei den neuroaxialen Kathetern wurden die meisten ohne anschließende Überprüfung der Lage der Katheterspitze eingelegt (9% mit Epidurogramm, 11% mit Ultraschall, 0,5% mit Stimulationskatheter). An der oberen Extremität wurden 92% der Katheter ultraschallunterstützt eingelegt. In 20,8% wurde zusätzlich ein Nervenstimulator verwendet. An der unteren Extremität wurden der Ultraschall in 64% und/oder der Nervenstimulator in 63% zur Katheterpositionierung verwendet.

Bei der Auswahl des für den jeweiligen Patienten idealen Regionalanästhesieverfahrens gilt der Leitsatz: „So zentral wie nötig, so peripher wie möglich“ [1]. Immer sollte eine Nutzen-Risiko-Abschätzung erfolgen [12, 16]. Nie darf ein regionalanästhesiologisches Verfahren erzwungen werden.

## Single-shot- und Kathetertechnik

Eine Regionalanästhesie kann mit einer Single-shot- oder Kathetertechnik durchgeführt werden. Single-shot-Blöcke sind in ihrer Wirkung limitiert durch die Wirkdauer des verwendeten LA [4]. Durch Einlage eines Katheters kann eine suffiziente Analgesie auch postoperativ sichergestellt werden. Sie sollte immer dann erfolgen, wenn ein vermehrter postoperativer Analgetikabedarf über den Operationstag hinaus zu erwarten ist [1, 12, 19, 34, 42, 61, 89]. Die Einlage sollte nahe dem Dermatom erfolgen, das dem operativen Eingriff entspricht [3].

Nach Kathetereinlage muss, wie bereits angeführt, eine intravasale Lage durch Gabe einer Testdosis ausgeschlossen werden [3, 11]. In der PRAN-Datenbank wurde durch die Testdosis bei 0,6% der Single-shot-Injektionen und 0,7% der Kathetertechniken eine intravasale Lage nachgewiesen [27].

Zur Aufrechterhaltung werden lang wirksame LA eingesetzt. Am besten geeignet scheint Ropivacain zu sein [34]. Um eine massive sensorische und motorische Blockade zu vermeiden, sollte dabei die Konzentration vorzugsweise <0,25% betragen [3].

Für das postoperative Schmerzmittelreservoir wird die Verwendung der handelsfertigen Darreichungsformen der langwirksamen LA empfohlen. Die Sicherheit des Verfahrens stützt sich auf möglichst niedrig konzentrierte, aber doch effizient wirksame LA-Lösungen, um die LA-Plasmakonzentration und damit das Risiko einer systemischen Toxizität gering zu halten [12]. In der Literatur wurde bisher kein Fall einer LA-Intoxikation im Rahmen einer Kathetertechnik bei Kindern angeführt [12].

Bei der Verwendung von Clonidin als Adjuvans wird in der Literatur eine Konzentration von 1–2 µg/ml LA und bei Mor-

phin eine Konzentration von 10–20 µg/ml empfohlen [62, 74]. Meist wird ein Basis-Bolus-Prinzip gewählt und die Sicherheit durch ein programmiertes 4-h-Maximum und ein Sperrintervall gewährleistet [90].

Hauptkomplikationen bei Kathetertechniken sind mechanische Probleme durch akzidentelle Entfernungen, Katheterdislokationen, Okklusion oder ein Katheterleck [12, 27].

Sethna et al. [91] fanden bei 13 von 10.653 Epiduralkathetern eine katheterassoziierte Infektion, die zwischen dem dritten und elften Tag nach der Einlage auftrat. Bei keinem Kind führte sie zu einem dauerhaften Schaden. Polaner et al. [27] geben eine Häufigkeit von 11% (lokale Rötung oder Infektion) bei neuroaxialen Blockaden an. Nie kam es zu einer tiefen Infektion, Abszessbildung oder Meningitis. Wie bereits angeführt, kam es in der Studie von Llewellyn et al. [88] zu 3 schweren Infektionen (Meningitis und 2-mal Abszess epidural). Die Gesamtinzidenz für schwerwiegende Infektionen lag bei 0,02%, die für lokale Infektionen bei 0,3%. Bei peripheren Kathetertechniken ist die Häufigkeit katheterassoziiierter Infektionen mit 0,4–0,6% sehr gering [88, 91].

Postoperativ müssen Patienten mit einer Regionalanästhesie in Kathetertechnik monitorisiert (kontinuierliche Puls-oxymetrie, regelmäßige Blutdruckmessung, Schmerzwerte in Ruhe/unter Belastung, Sedierungsgrad, Nebenwirkungen, Überprüfung der Sensibilität und der Motorik) und durch die geschulte Pflege standardisiert überwacht werden [3, 92, 93]. Voraussetzung für die Durchführung ist, dass alle Mitarbeiter, die solche Kinder betreuen, in der Vorgehensweise sowie in der Erkennung und Behandlung von Komplikationen geschult sind.

Die postoperative Schmerzvisite hat regelmäßig zu erfolgen. Bei der Visite werden der Lokalbefund, die Katheterfixierung, der LA-Verbrauch, die angeforderten bzw. verabreichten Boli und neurologische Defizite erhoben und dokumentiert. Damit können die Effektivität und eventuelle Nebenwirkungen rasch erkannt werden [94]. Anhand der Befunde und der dokumentierten Schmerzwerte erfolgt eine Dosisanpassung. Eine exakte Dokumentation der Schmerzereignis-

se und des Verlaufs ist eine wesentliche Grundlage der Patientenbetreuung.

## Neuroaxiale Verfahren (rückenmarksnahen Verfahren oder zentrale Verfahren)

Bei diesen Verfahren unterscheidet man grundsätzlich zwischen einer intrathekalen (Spinalanästhesie), einer periduralen (Periduralanästhesie) und einer paravertebralen Anwendung des LA. Die Methoden führen durch eine pharmakologisch bedingte Unterbrechung der Reizleitung zu einer Nervenblockade.

### Spinalanästhesie

Bei der Spinalanästhesie handelt es sich um eine Single-shot-Technik. Durch die intrathekale Applikation des LA kommt es zu einer kurzen Anschlagzeit, allerdings aber auch zu einer kurzen Wirkzeit des LA. Durch die rasche Rückbildung des Blocks ist die postoperative Analgesie inadäquat. Aus diesem Grund kann die Durchführung einer Spinalanästhesie bei Kindern und Jugendlichen nicht empfohlen werden.

### Periduralanästhesie

Eine Übersicht über die Periduralanästhesie bei Kindern bietet **Tab. 6**.

**Kaudalanästhesie.** Bei Kindern ist der Hiatus sacralis leicht zugänglich. Das kann für die Durchführung einer Kaudalanästhesie genutzt werden [1, 2, 80]. Die Single-shot-Kaudalanästhesie ist die in der Kinderanästhesie am häufigsten durchgeführte Regionalanästhesie [80, 94, 95]. Sie kann bei allen abdominalen und urogenitalen Eingriffen unterhalb des Rippenbogens (Th7), Leisteneingriffen und Operationen der unteren Extremität angewendet werden [32, 54].

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 [94].

Das Verfahren ist leicht zu erlernen, einfach durchzuführen, sehr effektiv und bei sorgfältiger Handhabung mit einem

Tab. 6 Periduralanästhesie bei Kindern

Blockadeart	Blockadehöhe	Indikation	Durchführung	Dosierung für Einzelgabe	Einzelgabe Höchstdosis
Thorakale PDA	Th5–Th8	Thorakotomie/Thorakoskopie	Kathetertechnik	Ropivacain 0,375%: 0,2 ml/kg, maximal 15 ml; Levobupivacain 0,25%: 0,4–0,5 ml/kg	Ropivacain: 3 mg/kgKG (Bereich: 2–4 mg/kgKG) Levobupivacain: 2–2,5 mg/kgKG
	Th7–Th9	Thorakoabdominal, z. B. NUSS, Fundoplikation			
	Th8–L4	Niere, Ureteren, Genitale			
	Th9–Th11	Ausgedehnte Laparotomie			
	Th11–L1	Rektum			
Lumbale PDA	L1–S1; am häufigsten L4/L5	Eingriffe an Unterbauch, Becken, unterer Extremität	Kathetertechnik	Ropivacain 0,2%: 0,5–0,7 ml/kg, maximal 20 ml; Levobupivacain 0,25%: 0,5–0,7 ml/kg	
Kaudale PDA	Hiatus sacralis	Eingriffe unterhalb des Nabels	„Single-shot“; Kathetertechnik (als Alternative für eine lumbale/thorakale PDA bei Neugeborenen/ kleinen Säuglingen)	Ropivacain 0,2%: Damm, äußeres Genital: 0,5–0,75 ml/kg; untere Extremität: 1 ml/kg; Abdomen unterhalb des Nabels: 1–1,5 ml/kg	

PDA Periduralanästhesie.

äußerst geringen Risiko behaftet, da die Punktion in großem Abstand zu vulnerablen Nervenstrukturen durchgeführt wird [1, 2, 57, 80].

Bemerkenswert ist, dass laut Literatur kein einziger Fall eines epiduralen Abszesses, epiduralen Hämatoms oder einer Paraplegie nach einer Single-shot-Kaudalanästhesie aufgetreten ist [57]. Als Komplikationen werden das Auftreten einer Spinalanästhesie, Schmerzen an der Injektionsstelle, Hautschwellung durch Injektion ins subkutane Gewebe, selbstlimitierende Rückenschmerzen und eine vorübergehende Harnretention beschrieben [19, 80, 96].

Als LA sind Bupivacain, Levobupivacain und Ropivacain geeignet [97]. Aufgrund der geringeren motorischen Blockade und der Zulassung für die epidurale Anwendung bereits bei Neugeborenen wird Ropivacain am häufigsten verwendet [57, 80].

Die applizierte Dosis hängt von der gewünschten Ausbreitung und somit von der Art des Eingriffs ab. Für die meisten Indikationen ist eine Dosis von 1 ml/kgKG Ropivacain 0,2% als „single shot“ adäquat. Maximal können 1,5 ml/kgKG unter Berücksichtigung der Maximaldosis verwendet werden [57, 80, 98, 99].

Lundblad et al. [100] zeigten, dass die Ausdehnung des LA nach kaudaler Gabe von Faktoren wie Alter, Gewicht und Kör-

perlänge beeinflusst wird. So wurde nach Applikation von 1,5 ml/kg bei Neugeborenen in 97%, bei Säuglingen in 73% und bei Kleinkindern bis zu 4 Jahren (maximales Körpergewicht betrug 25 kg) in 25% eine Höhe von Th12 erreicht.

In der Arbeit von Brenner et al. [101] findet sich kaum ein Unterschied in der Höhengausbreitung in einem Volumbereich von 0,7–1,3 ml/kg. Auch die kaudale Gabe von 1,3 ml/kg ging kaum über den thorakolumbalen Übergang (Th12–L2) hinaus. Der Unterschied in der kranialen Ausdehnung des LA (Volumbereich von 0,7–1,3 ml/kg) zwischen den verschiedenen Altersgruppen belief sich im Durchschnitt nur auf ein Segment: Th12 bei Neugeborenen/Säuglingen vs. L1 bei Kleinkindern.

Triffeter et al. [102] untersuchten bei Kindern bis zu einem Alter von 6 Jahren (bis zu einem Körpergewicht von 25 kg), ob eine Injektionsgeschwindigkeit von 0,25 ml/s vs. 0,5 ml/s die Ausbreitung von 1 ml/kg kaudal appliziertem Ropivacain nach kranial beeinflusst. Es fand sich eine vergleichbare anatomisch-segmentale Ausbreitung (durchschnittlich L3 vs. L3/4). Da alle Blöcke klinisch erfolgreich waren, ist eine nicht sichtbare, überdies „pharmakologische Ausbreitung“ in höhere Bereiche anzunehmen.

Zur Wirkungsverlängerung kann Clonidin zugegeben werden [57]. Die mög-

liche atemdepressive Wirkung dieses Adjuvans muss bei Kindern bis zum dritten LM bedacht werden. Um eine adäquate Analgesie mittels einer Kaudalanästhesie bei thorakalen Eingriffen zu erzielen, kann die zentripetale Wirkung von Morphin ausgenutzt werden [80].

Ist ein vermehrter postoperativer Analgetikabedarf über den Operationstag hinaus zu erwarten, so kann bei Neugeborenen und kleinen Säuglingen als Alternative zu einer in diesem Alter potenziell risikoreicheren lumbalen oder thorakalen Periduralanästhesie von kaudal in den Periduralraum ein Katheter eingelegt werden [5, 93, 103 – 108]. Die Erfolgsrate wird mit 85–96% angegeben [109].

Mittels Ultraschall kann die Position der Katheterspitze überprüft werden [110, 111]. Die Ausbreitung des LA kann direkt gesehen und dadurch die Position der Katheterspitze bestätigt werden. Um das Infektionsrisiko gering zu halten, sollte der Katheter in kraniallateraler Richtung subkutan tunneliert werden [112].

Laut einer Umfrage, die Menzies et al. [113] unter Mitarbeitern der Association of Paediatric Anaesthetists of Great Britain and Ireland durchgeführt haben, wird von 43,6% der Befragten die Kaudalkathetertechnik durchgeführt.

**Lumbale/thorakale Periduralanästhesie.** Eine lumbale/thorakale Peridural-

anästhesie wird bei großen und schmerzhaften abdominalen, orthopädischen, urogenitalen oder thorakalen Operationen gewählt und fast ausschließlich als Kathetertechnik durchgeführt. Die 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 [94].

Neben einer adäquaten Analgesie kann die Inzidenz an Übelkeit und Erbrechen reduziert werden. Vor jeder Punktion muss eine Nutzen-Risiko-Einschätzung erfolgen. Sie sollte nur von einem in dieser Technik erfahrenen Anästhesisten durchgeführt werden [3, 32, 114].

Unter der Voraussetzung einer ausreichenden Erfahrung kann für die Anlage der Ultraschall eingesetzt werden [111]. Durch die nur geringe Verknöcherung ist die sonographische Visualisierung der neuroaxialen Anatomie bei Neugeborenen und kleinen Säuglingen relativ einfach [114]. Mit zunehmender Ossifikation wird die Darstellung jedoch zunehmend schwierig [100].

Durch den Ultraschall werden neuroaxiale Strukturen sichtbar. Die Häufigkeit eines Knochenkontakts bei der Anlage wird reduziert und die Sicherheit des Verfahrens stark verbessert, da die Katheterspitze durch die visuelle Ausbreitung des LA zu verifizieren ist [111].

**Neurologische Komplikationen bei rückenmarksnahen Katheterverfahren.** Schwerwiegende neurologische Komplikationen wie das Auftreten von Hämatomen oder Abszessen bei rückenmarksnahen Katheterverfahren im Kindesalter sind sehr selten, aber sehr ernst [13]. Typische Symptome sind 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 chirurgischen Intervention ab [13].

Die Zufuhr des LA muss sofort beendet und eine erste orientierende neurolo-

gische Untersuchung durchgeführt werden. Besteht nach Abklingen der LA-Wirkung (nach etwa 2 h) der Verdacht auf eine neurologische Schädigung weiter, so ist ein Neurologe hinzuzuziehen. Bei Annahme einer Komplikation muss umgehend eine Magnetresonanztomographie durchgeführt werden. Es sollten weniger als 6 bis maximal 12 h zwischen dem Auftreten von Symptomen und einer operativen Entlastung durch einen Neurochirurgen vergehen.

Nach dem Wissensstand der Autoren werden 3 Fälle mit schweren neurologischen Schäden nach einer thorakalen Epiduralanästhesie beschrieben [115 – 117]. Flandin-Bléty u. Barrier [118] beschreiben in ihrer Arbeit die Komplikationen nach lumbaler Epiduralanästhesie.

### Paravertebralblock

Der Paravertebralblock stellt eine Alternative zur Epiduralanästhesie bei thorakalen, renalen und abdominalen Eingriffen dar [119 – 123]. Die Durchführung sollte auch bei Kindern ultraschallgesteuert erfolgen [124, 125].

### Blockaden der oberen Extremität

Eine Übersicht über periphere Nervenblockaden der oberen Extremität gibt

■ **Tab. 7.**

Eine Blockade des Plexus brachialis (■ **Tab. 4**) kann für alle Operationen der oberen Extremität durchgeführt werden, z. B. in der Tumorchirurgie und Gefäßchirurgie, bei Operationen von Malformationen, Weichteilverletzungen und Frakturen. Ist im Rahmen einer Verletzung eine Nervenschädigung entstanden, so sollte vor Anlage der Regionalanästhesie ein exakter neurologischer Status erhoben und dokumentiert werden [35].

Wie bei Erwachsenen kann der Plexus brachialis über verschiedene Zugangswege blockiert werden. Wenn auch der axilläre Zugang sehr häufig angewendet wird, gewinnen die ultraschallgezielten periklavikulären Zugänge an Bedeutung [35]: Der interskalenäre Plexus-brachialis-Block ist nützlich bei Eingriffen an der Schulter. Herauszuheben ist die Bedeutung des ultraschallgezielten supraklavikulären Zugangs zum Plexus brachialis. Da der Arm in neutraler Po-

sition verbleiben kann, sind eventuell schmerzhafte Umlagerungsmanöver für die Punktion nicht erforderlich. Alle Eingriffe unterhalb des mittleren Humerus können unter dieser Blockade ausgeführt werden [35]. Durch den Einsatz des Ultraschalls kann das Auftreten eines Pneumothorax als Komplikation vermieden werden [43]. Der infraklavikuläre Zugang ist als Alternative zur supraklavikulären Technik anzusehen, wenn sich die Strukturen infraklavikulär besser darstellen oder sich ein großes Gefäß im supraklavikulären Bereich des Plexus brachialis aufzweigt [35]. Chin et al. [126] weisen in ihrem Review auf die sichere und einfache Technik des infraklavikulären Plexus brachialis für Eingriffe am Unterarm hin.

Bei der Blockade modifiziert nach Borgeat wird beim „VIP-Punkt“ eingegangen und nach lateral hin zur A. axillaris gestochen – dadurch wird das Pneumothoraxrisiko minimiert [127]. Ein mehr lateral liegender Zugang unter Ultraschallkontrolle wird auch von Marhofer et al. [128] beschrieben. Durch den Einsatz des Ultraschalls kann das Pneumothoraxrisiko minimiert werden. Der axilläre Plexus brachialis hat den Nachteil, dass für die Punktion eine Abduktion des Arms erforderlich ist. Eine periphere Blockade des N. ulnaris, N. radialis und N. medianus kann in der Handchirurgie angewendet werden. Für Eingriffe an einzelnen Fingern und Zehen ist die Durchführung einer Oberst-Leitungsanästhesie möglich. Da es sich um ein Endstromgebiet handelt, darf dem LA kein Adrenalin zugesetzt werden [19].

### Blockaden der unteren Extremität

Eine Übersicht über periphere Nervenblockaden der unteren Extremität gibt

■ **Tab. 8.**

Blockaden der unteren Extremität gewinnen immer mehr an Bedeutung. So lag ihr Anteil an regionalanästhesiologischen Verfahren 1996 noch bei 1,5% und ist bis 2010 bereits auf 12,4% angestiegen [1, 2]. PRAN-Daten demonstrieren, dass der Einsatz des Ultraschalls für Single-shot-Blockaden an der unteren Extremität innerhalb von 4 Jahren sogar von 35 auf 88% angestiegen ist [27].

**Tab. 7** Periphere Nervenblockaden der oberen Extremität

Blockadeart	Blockadeort	Indikation	Durchführung
<b>Blockade des Plexus brachialis</b>		Alle Operationen der oberen Extremität	
<b>Interskalenärer Plexus-brachialis-Block</b>	Plexus brachialis oberhalb der Clavicula	Eingriffe an der Schulter/Schulterluxation/subkapitale Humerusfraktur	„Single shot“; Kathetertechnik
<b>Ultraschallgezielter supraklavikulärer Zugang</b>	Plexus brachialis oberhalb der Clavicula	Alle Eingriffe unterhalb des mittleren Humerus	„Single shot“; Kathetertechnik
<b>Ultraschallgezielter infraklavikulärer Zugang</b>	Plexus brachialis unterhalb der Clavicula	Alternative zur supraklavikulären Technik, wenn sich die Strukturen infraklavikulär besser darstellen oder sich ein großes Gefäß im supraklavikulären Bereich des Plexus brachialis aufzweigt	„Single shot“; Kathetertechnik
<b>Infraklavikulärer Block nach Borgeat</b>	Plexus brachialis unterhalb der Clavicula	Eingriffe am ganzen Arm bis zu den Fingerspitzen	„Single shot“; Kathetertechnik
<b>Lateraler infraklavikulärer Block</b>	Plexus brachialis unterhalb des Processus coracoideus	Eingriffe am ganzen Arm bis zu den Fingerspitzen	„Single shot“; Kathetertechnik
<b>Axillärer Zugang</b>	Plexus brachialis in der Axilla	Eingriffe am distalen Oberarm/Unterarm/Hand	„Single shot“; Kathetertechnik
<b>Periphere Blockade des N. ulnaris, N. radialis und N. medianus</b>			
<b>N. medianus</b>	3–4 Patientenquerfinger beugeseitig zwischen Sehnen des M. flexor carpi radialis und M. palmaris longus	Eingriffe an Handfläche/4. Finger radial bis zum Daumen	„Single shot“
<b>N. radialis</b>	3–4 Patientenquerfinger proximal der radialen Handwurzel	Eingriff am Daumen/radialer Handrücken	„Single shot“
<b>N. ulnaris</b>	3–4 Patientenquerfinger proximal des Handgelenks zwischen Sehne des M. flexor carpi ulnaris und der A. ulnaris	Eingriff am 5. Finger/ulnarer Handrücken/-fläche/4. Finger ulnar	„Single shot“
<b>Metakarpalblock</b>	Bereich des Caput ossis metacarpi	Isolierte Eingriffe: 2.–5. Finger	„Single shot“
<b>Oberst-Leitungsanästhesie</b>	Proximal an der Grundphalanx	Isolierte Eingriffe: 2.–5. Finger	„Single shot“

Am häufigsten werden bei Kindern die Femoralisblockade und die distale Ischiadikusblockade (lateraler oder poplitealer Zugang) durchgeführt [19]. Der Femoralisblock ist leicht durchzuführen, hat eine hohe Erfolgsrate bei geringen Komplikationen und kann für Eingriffe am Knie und Oberschenkel oder eine Muskelbiopsie am M. vastus lateralis eingesetzt werden [19, 37]. Der distale Ischiadikusblock wird für Eingriffe am Unterschenkel (ausgenommen die mediale Seite) und am Fuß empfohlen [19, 39, 89]: Klumpfußkorrekturen, Unterschenkelosteotomie, Polydaktyliekorrektur, Weichteilläsionen [129].

### Bauchwandblockaden

Wie bereits angeführt, hat sich für Eingriffe unterhalb des Nabels im Vorschulalter die Kaudalanästhesie etabliert. Für ältere Kinder sind die Bauchwandblockaden vorzuziehen [130]. Dazu gehören die Ilioinguinalis-Iliohypogastrikus-Blockade, der Rektusscheidenblock und der TAP-Block [130]. Zu bedenken ist jedoch, dass viszerale Schmerzen, hervorgerufen

durch Zug am Peritoneum oder Manipulation am Samenstrang, nicht adäquat unterdrückt werden können [87, 130].

### Ilioinguinalis-Iliohypogastrikus-Blockade

Die Blockade des N. ilioinguinalis und N. iliohypogastricus ist bei größeren Kindern eine Alternative zum Kaudalblock bei einer Leistenhernienoperation, Orchidopexie, Hydrozelenoperation oder einer Varikozelenkorrektur [87, 130].

Die beiden Nerven können in ihrem gemeinsamen Verlauf in der lateralen unteren Bauchwand zwischen M. transversus abdominis und M. obliquus externus abdominis blockiert werden [13]. Zur effektiven Durchführung sollte die Blockade ultraschallgestützt erfolgen. Durch dieses Vorgehen können die Versagerquote und die LA-Dosis gering gehalten werden und eine intestinale Punktion mit dem Risiko einer Peritonitis oder Verletzung intraperitonealer Organe oder einer Femoralisblockade vermieden werden [45, 98, 131 – 135].

Bei einer ultraschallgesteuerten Blockade kann durch die exakte Darstel-

lung der Nerven samt umgebenden Strukturen das LA-Volumen von 0,4 auf 0,075 ml/kg reduziert werden [45, 98]. Frederikson et al. [136] konnten nachweisen, dass bei einer Hernienkorrektur die ultraschallunterstützte Ilioinguinalisblockade dem TAP-Block eindeutig überlegen ist.

### Rektusscheidenblock

Der Rektusscheidenblock ist ein etabliertes Verfahren für Operationen in der Umbilikal- und Supraumbilikalregion [87, 130, 137, 138]. Die ultraschallunterstützte Blockade erhöht die Erfolgsrate und hilft Komplikationen wie Darmpunktion und Bauchwandhämatome zu vermeiden [45, 139]. Diese Blockade bietet eine gute intra- und postoperative Analgesie bei konventionell durchgeführten Pyloromyotomien [138]. Der Rektusscheidenblock wirkt besser als eine bloße Wundinfiltration [45, 140]. Um eine gute Analgesie zu erzielen, werden bilateral 0,1–0,25 ml/kg LA appliziert [98, 141].

**Tab. 8** Periphere Nervenblockaden der unteren Extremität

Blockadeart	Blockadeort	Indikation	Durchführung
<b>Fascia-iliaca-Kompartimentblock</b>	Übergang vom lateralen zum mittleren Drittel des Lig. inguinale unterhalb des Ligaments	Eingriffe ventrolateraler OS	„Single shot“; Kathetertechnik
<b>Femoralisblock</b>	Lateral der A. femoralis unterhalb des Leistenbands	Eingriffe ventraler OS/Knie	„Single shot“; Kathetertechnik
<b>Dorsaler proximaler Ischiadikusblock</b>	Dorsal zwischen Trochanter majus und Tuber ischiadicum Von lateral, distal Trochanter majus	Eingriffe dorsaler OS/Knie/US (ausgenommen mediale Seite)/Fuß	„Single shot“; Kathetertechnik
<b>Distaler Ischiadikusblock, poplitealer Zugang</b>	Lateral der oberen Spitze der Fossa poplitea	Eingriffe US (ausgenommen mediale Seite)/Fuß	„Single shot“; Kathetertechnik
<b>Distaler Ischiadikusblock, lateraler Zugang</b>	Zwischen M. vastus lateralis und M. biceps femoris, etwa Patientenhandbreite proximal des Kniegelenkspalts	Eingriffe US (ausgenommen mediale Seite)/Fuß	„Single shot“; Kathetertechnik
<b>Fußblock</b>			
<b>N. suralis; N. fibularis superficialis; N. saphenus</b>	Subkutaner Wall etwa 2 Patientenquerfinger oberhalb der Malleolen	Anästhesie der gesamten Haut des Vorfußes	„Single shot“
<b>N. fibularis profundus</b>	Zwischen Sehne des M. extensor hallucis longus und A. dorsalis pedis	Anästhesie Großzehe fibular/ 2. Zehe tibial	„Single shot“
<b>N. tibialis</b>	In Höhe des Malleolus medialis direkt dorsal der A. tibialis; senkrecht zur Haut Richtung hintere Tibiakante	Anästhesie Fußsohle, ausgenommen äußerst fibular und proximal	„Single shot“
<b>Oberst-Leitungsanästhesie</b>	Proximal an der Grundphalanx	Isolierte Eingriffe: 2.–5. Zehe	„Single shot“

OS Oberschenkel; US Unterschenkel.

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

Der TAP-Block ist ein intramuskulärer Plane-Block (Flächenblock) der vorderen Abdominalwand, bei dem die Nadel in der Ebene zwischen dem M. obliquus internus und dem M. transversus abdominis positioniert wird. Ziel ist es, die Segmente von T9, T10, T11, T12 und L1 durch eine einmalige Injektion zu blockieren [130, 142, 143].

Der TAP-Block ist eine Alternative zur Kaudalanästhesie bei Kindern mit Anomalien des lumbosakralen Spinalkanals oder Kontraindikationen für die Durchführung einer neuroaxialen Technik [98, 144]. Er kann für Laparotomien, offene Appendektomien und laparoskopische Cholezystektomien eingesetzt werden [145, 146].

Suresh u. Chan [147] verfassten die ersten Berichte über die ultraschallgesteuerte Punktionstechnik beim Kind. Der ultraschallgesteuerte medioaxillare TAP-Block ermöglicht eine Analgesie der Bauchwand für Eingriffe unterhalb des Nabels. Durch eine zusätzliche subkostale Punktion kann die Analgesie auf Regionen oberhalb des Nabels ausgedehnt werden [98]. Bei sonographischer Kontrolle sind die Risiken gering. Punktionen intraabdominaler Or-

gane oder von Gefäßen wurden nicht beschrieben [148].

Bei Kindern werden meist LA-Volumina von 0,2–0,3 ml/kg verwendet [147, 149]. Der TAP-Block führt bei Kindern nach einer Appendektomie nachweislich zu einer Verminderung des Opioidbedarfs [149, 150]. Auch Johns et al. [151] berichten bei Erwachsenen über eine Reduktion des postoperativen Opioidbedarfs nach abdominalen Eingriffen. Die Datenlage zur Effektivität dieses Blocks ist aber insgesamt noch begrenzt [152].

### Wundrandinfiltration/Wundlavage

Eine Wundrandinfiltration mit einem lang wirksamen LA wie Bupivacain (Bupivacain 0,25–0,5%, 0,2 ml/kg) oder Ropivacain (Ropivacain 0,2%, 0,2–0,5 ml/kg) sollte immer zum Einsatz kommen, wenn sich keine andere Regionalanästhesietechnik anbietet [19, 53, 128]. Diese Technik ist einfach, sicher und effektiv [5, 153–157]. 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 [158]. Für einen optimalen Effekt wäre eine Infil-

tration bereits vor der chirurgischen Inzision ideal [85, 159]. Eine gute Alternative zur Wundinfiltration ist eine Wundlavage mit einem LA [160].

### Peniswurzelblock

Der Peniswurzelblock ist für Operationen am Penis geeignet, z. B. für die Zirkumzision. Er ist als Alternative zur Single-shot-Kaudalanästhesie anzusehen [161]. Bengisun et al. [162] zeigten jedoch, dass der Kaudalblock dem Peniswurzelblock für die postoperative Analgesie überlegen ist.

Blockiert werden die beiden Nn. dorsales penis. Diese verlaufen im subpubischen Raum, der aufgrund seiner Enge ein schnelles Abfluten des LA verhindert. Der Peniswurzelblock hat somit eine lang andauernde, auf das Operationsgebiet beschränkte Analgesie, ist einfach durchzuführen und zeichnet sich durch eine niedrige Komplikationsrate aus [163, 164]. Bei 3909 Blockaden fand sich kein einziger bleibender Schaden [164]. Über 9 Ereignisse wurde berichtet: je 2-mal Blutungen an der Vorhaut, Medikamentenverwechslungen und Fehlinjektionen in die Urethra sowie 3-mal die Entwicklung eines Hämatoms. Für eine adäquate Analgesie im Fre-

numlumbereich ist eine zusätzliche ventrale Ringblockade erforderlich [165].

Wegen der Ischämiegefahr im Endstromgebiet darf dem LA keinesfalls Adrenalin zugesetzt werden. Empfohlen wird Bupivacain 0,5% 2-mal 0,1 ml/kg (maximal 10 ml; [19]). Eine generelle Empfehlung für Ropivacain beim Peniswurzelblock kann aufgrund der in der Literatur beschriebenen vasokonstringierenden Eigenschaft derzeit nicht gegeben werden [13].

### Fazit für die Praxis

- Bei Kindern können regionalanästhesiologische Verfahren in allen Altersgruppen sicher angewendet werden. (Empfehlungsgrad A)
- Die Anlage einer Regionalanästhesie in Allgemeinnarkose oder Sedierung kann im Kindesalter als sicher betrachtet werden. (Empfehlungsgrad A)
- Es wird empfohlen, periphere Blockaden ultraschallgezielt durchzuführen. (Empfehlungsgrad A\*)

### Korrespondenzadresse

**Dr. B. Messerer**

Universitätsklinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin, LKH-Universitätsklinikum Graz, Medizinische Universität Graz  
Auenbruggerplatz 29, 8036 Graz  
Österreich  
brigitte.messerer@medunigraz.at

### Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** B. Messerer, M. Platzer, C. Justin und M. Vittinghoff geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine Studien an Menschen oder Tieren.

### Literatur

1. Ecoffey C, Lacroit 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* 20:1061–1069

2. Giaufre E, Dalens B, Gombert A (1996) Epidemiology and morbidity of regional anesthesia in children: a one-year prospective survey of the French-Language Society of Pediatric Anesthesiologists. *Anesth Analg* 83:904–912

3. Mosetti V, Ivani G (2012) Controversial issues in pediatric regional anesthesia. *Paediatr Anaesth* 22:109–114

4. Bosenberg A (2012) Benefits of regional anesthesia in children. *Paediatr Anaesth* 22:10–18

5. Lönnqvist PA, Morton NS (2005) Postoperative analgesia in infants and children. *Br J Anaesth* 95:59–68

6. Schmidt J, Becke K, Strauß JM (2007) Regionalanästhesie bei Neugeborenen, Säuglingen, Kleinkindern und Schulkindern. Vorwort zur Handlungsempfehlung. *Anästh Intensivmed* 48:78

7. Wolf AR (2012) Effects of regional analgesia on stress responses to pediatric surgery. *Paediatr Anaesth* 22:19–24

8. Gómez-Chacón J, Encarnación J, Couselo M et al (2012) Benefits of epidural analgesia in major neonatal surgery. *Cir Pediatr* 25:149–154

9. Nishimori M, Low JH, Zheng H, Ballantyne JC (2012) Epidural pain relief versus systemic opioid-based pain relief for abdominal aortic surgery. *Cochrane Database Syst Rev* 7:CD005059

10. Bösenberg AT (1998) Epidural analgesia for major neonatal surgery. *Paediatr Anaesth* 8:479–483

11. Ecoffey C (2012) Safety in pediatric regional anesthesia. *Paediatr Anaesth* 22:25–30

12. Dadure C, Capdevila X (2012) Peripheral catheter techniques. *Paediatr Anaesth* 22:93–101

13. Kretz FJ, Becke K (2007) Anästhesie und Intensivmedizin bei Kindern. Physiologie des Neugeborenen, 2. Aufl. Thieme, Stuttgart

14. Heindl B (2010) Perioperative coagulation monitoring – medical and economic aspects. *Anesthesiol Notfallmed Schmerzther* 45:292–296

15. Strauß JM, Becke K, Schmidt J (2006) Fragebogen für die Gerinnungsanamnese (Anlage zu „Blutgerinnung von Adenotomie und Tonsillektomie im Kindesalter – wozu“). *Anästh Intensivmed* 47:561–563

16. Le Roux C, Lejus C, Surbleb M et al (2002) Is haemostasis biological screening always useful before performing a neuroaxial blockade in children? *Paediatr Anaesth* 12:118–123

17. Pfanner G, Koscielny J, Pernerstorfer T et al (2007) Präoperative Blutungsanamnese. Empfehlungen der Arbeitsgruppe perioperative Gerinnung der Österreichischen Gesellschaft für Anästhesiologie, Reanimation und Intensivmedizin. *Anaesthesist* 56:604–611

18. Baumann G, Gutmann A (2012) Gerinnung im klinischen Alltag. Kinder. Interdisziplinäre Gerinnungsgruppe Steiermark, 5. überarbeitete und erweiterte Aufl.

19. Mader T, Hornung M, Boos K et al (2008) Handlungsempfehlungen zur Regionalanästhesie bei Kindern. Vom wissenschaftlichen Arbeitskreis Kinderanästhesie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI). *Anästh Intensivmed* 48:579–585

20. Andrew M, Vegh P, Johnston M et al (1992) Maturation of the hemostatic system during childhood. *Blood* 80:1998–2005

21. Andrew M, Paes B, Milner R et al (1987) Development of the human coagulation system in the full-term infant. *Blood* 70:165–172

22. Andrew M, Paes B, Milner R et al (1988) Development of the human coagulation system in the healthy premature infant. *Blood* 72:1651–1657

23. Guzzetta NA, Miller BE (2011) Principles of hemostasis in children: models and maturation. *Paediatr Anaesth* 21:3–9

24. Miller BE, Bailey JM, Mancuso TJ et al (1997) Functional maturity of the coagulation system in children: an evaluation using thrombelastography. *Anaesth Analg* 84:745–748

25. Empfehlungen der Arbeitsgruppe Perioperative Gerinnung der ÖGARI (2013) Regionalanästhesie unter gerinnungshemmender Medikation. <http://www.oegari.at>

26. DGAI (2003) Leitlinie: Rückenmarksnahe Regionalanästhesie und Thromboembolieprophylaxe/antithrombotische Medikation. <http://www.dgai.de>

27. Polaner DM, Taenzer AH, Walker BJ et al (2012) Pediatric Regional Anesthesia Network (PRAN): a multi-institutional study of the use and incidence of complications of pediatric regional anesthesia. *Anesth Analg* 115:1353–1364

28. Krane EJ, Dalens BJ, Murat I, Murrell D (1998) The safety of epidurals placed during general anesthesia. *Reg Anesth Pain Med* 23:433–438

29. Höhne C (2007) Regional anesthesia in preterm, newborns and small infants. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 42:616–621

30. Hillmann R, Kretz FJ (2008) Risks and danger in pediatric regional anaesthesia. *Anaesthesist* 57:165–174

31. Berde C, Greco C (2012) Pediatric regional anesthesia: drawing interferences on safety from prospective registries and case reports. *Anesth Analg* 115:1259–1262

32. Moriarty A (2012) Pediatric epidural analgesia (PEA). *Paediatr Anaesth* 22:51–55

33. Fahy CJ, Costi DA, Cyna AM (2013) A survey of aseptic precautions and needle type for paediatric caudal block in Austria and New Zealand. *Anaesth Intensivmed Care* 41:102–107

34. Duardo C, Capdevila X (2007) Perioperative analgesia with continuous peripheral nerve blocks in children. *Ann FR Anesth Reanim* 26:136–144

35. Marhofer P, Willschke H, Kettner S (2012) Ultrasound-guided upper extremity blocks – tips and tricks to improve clinical practice. *Paediatr Anaesth* 22:65–71

36. Ivani G, Mossetti V (2008) Regional anesthesia for postoperative pain control in children: focus on continuous central and perineural infusion. *Paediatr Drugs* 10:107–114

37. Flack S, Anderson C (2012) Ultrasound guided lower extremity blocks. *Pediatr Anaesth* 22:72–80

38. Association of Paediatric Anaesthetists of Great Britain and Ireland (2012) Good practice in postoperative and procedural pain management, 2nd edition. *Paediatr Anaesth* 22(Suppl 1):1–79

39. Marhofer P, Greher M, Kapral S (2005) Ultrasound guidance in regional anaesthesia. *Br J Anaesth* 94:7–17

40. Lönnqvist PA (2010) Is ultrasound guidance mandatory when performing paediatric regional anaesthesia? *Curr Opin Anaesthesiol* 23:337–341

41. Tsui B, Suresh S (2010) Ultrasound imaging for regional anesthesia in infants, children, and adolescents: a review of current literature and its application in the practice of extremity and trunk blocks. *Anesthesiology* 112:473–492

42. Ivani G, Mosetti V (2010) Continuous central and peripheral infusions for postoperative pain control in children. *Curr Opin Anaesthesiol* 23:637–642
43. Ponde VC, Diwan S (2009) Does ultrasound guidance improve the success rate of infraclavicular brachial plexus block when compared with nerve stimulation in children with radial club hands? *Anesth Analg* 108:1967–1970
44. José María B de, Banús E, Navarro Egea M et al (2008) Ultrasound-guided supraclavicular vs infraclavicular brachial plexus blocks in children. *Paediatr Anaesth* 18:838–844
45. Willschke H, Bösenberg A, Marhofer P et al (2006) Ultrasonographic-guided ilioinguinal/iliohypogastric nerve block in pediatric anaesthesia: what is the optimal volume? *Anesth Analg* 102:1680–1684
46. Ivani G, Mosetti V (2009) Pediatric regional anaesthesia. *Minerva Anesthesiol* 75:577–583
47. Griffin J, Nicholls B (2010) Ultrasound in regional anaesthesia. *Anaesthesia* 65:1–12
48. Kettner SC, Willschke H, Marhofer P (2011) Does regional anaesthesia really improve outcome? *Br J Anaesth* 107(Suppl 1):190–195
49. Oberndorfer U, Marhofer P, Bösenberg A et al (2007) Ultrasonographic guidance for sciatic and femoral nerve blocks in children. *Br J Anaesth* 98:797–801
50. Narouze SN, Provenzano D, Peng P et al (2012) The American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine, the European Society of Regional Anaesthesia and Pain Therapy, and the Asian Australasian Federation of Pain Societies Joint Committee recommendations for education and training in ultrasound-guided interventional pain procedures. *Reg Anesth Pain Med* 37:657–664
51. Dillane D, Tsui B (2012) Is there still a place for the use of nerve stimulation? *Paediatr Anaesth* 22:102–108
52. Wadhwa A, Kandadai SK, Tongpresert S et al (2011) Ultrasound guidance for deep peripheral nerve blocks: a brief review. *Anesthesiol Res Pract* 2011:262070
53. Philippi-Höhne C (2012) Perioperative pain management in children. *AnästH Intensivmed* 53:33–44
54. Jöhr M (2012) Pharmacotherapy in paediatric anaesthesia. *AnästH Intensivmed* 53:330–347
55. Gunter JB (2002) Benefit and risk of local anaesthetics in infants and children. *Paediatr Drug* 4:649–672
56. Willschke H, Bösenberg A, Marhofer P et al (2007) Epidural catheter placement in neonates: sonoanatomy and feasibility of ultrasonographic guidance in term and preterm neonates. *Reg Anesth Pain Med* 32:34–40
57. Marhofer P, Koinig H, Kapral S (2003) Kaudalanästhesie. Die Wahl der Medikamente für die Kaudalanästhesie bei Kindern. *Anaesthesist* 52:55–67
58. Lönnqvist PA (2012) Toxicity of local anesthetic drugs: a pediatric perspective. *Paediatr Anaesth* 22:39–43
59. Leone S, Di Cianni S, Casati A, Fanelli G (2008) Pharmacology, toxicology, and clinical use of new long acting local anaesthetics, ropivacaine and levobupivacaine. *Acta Biomed* 79:92–105
60. Jöhr M, Berger T (2004) Regional anaesthetic techniques for neonatal surgery. *Best Pract Res Clin Anesthesiol* 18:357–375
61. Ivani G, Tonetti F (2004) Postoperative analgesia in infants and children: new developments. *Minerva Anesthesiol* 70:399–403
62. Cucchiari G, Dagher C, Baujard C et al (2003) Side-effects of postoperative epidural analgesia in children: a randomized study comparing morphine and clonidine. *Paediatr Anaesth* 13:318–323
63. Bösenberg AT, Thomas J, Lopes T (2001) Plasma concentration of ropivacaine following a single shot caudal block of 1, 2 or 3 mg/kg. *Acta Anaesth Scand* 45:1276–1280
64. Hübler M, Gäßler R, Ehman B et al (2010) Successful resuscitation following ropivacaine-induced systemic toxicity in a neonate. *Anaesthesia* 65:1137–1140
65. Mauch J, Weiss M (2012) Pediatric caudal anaesthesia: importance and aspects of safety concerns. *Schmerz* 26:443–453
66. Weinberg GL (2012) Lipid emulsion infusion: resuscitation for local anesthetic and other drug overdose. *Anesthesiology* 117:180–187
67. Picard J (2009) Guidelines and the adoption of „lipid rescue“ therapy for local anaesthetic toxicity. *Anaesthesia* 64:122–125
68. <http://www.lipidrescue.org>
69. Volk T, Graf BM, Gogarten W et al (2009) Empfehlungen zur Lipidbehandlung bei der Intoxikation mit Lokalanästhetika. *AnästH Intensivmed* 50:698–702
70. Mauch J, Martin Jurado O, Spielmann N et al (2011) Comparison of epinephrine vs lipid rescue to treat severe local anesthetic toxicity – an experimental study in piglets. *Paediatr Anaesth* 21:1103–1108
71. Mauch J, Jurado OM, Spielmann N et al (2012) Resuscitation strategies from bupivacaine-induced cardiac arrest. *Paediatr Anaesth* 22:124–129
72. Mazoit JX (2012) Local anaesthetics and their adjuncts. *Paediatr Anaesth* 22:31–38
73. Tobias JD (2001) Caudal epidural block: a review of test dosing and recognition of systemic injection in children. *Anesth Analg* 93:1156–1161
74. Huang YS, Lin LC, Huh BK et al (2007) Epidural clonidine for postoperative pain after total knee arthroplasty: a dose-response study. *Anesth Analg* 104:1230–1235
75. Singh R, Kumar N, Singh P (2011) Randomized controlled trial comparing morphine or clonidine with bupivacaine for caudal analgesia in children undergoing upper abdominal surgery. *Br J Anaesth* 106:96–100
76. Klamt JG, Garcia LV, Stocche RM, Meinberg AC (2003) Epidural infusion of clonidine or clonidine plus ropivacaine for postoperative analgesia in children undergoing major abdominal surgery. *J Clin Anesth* 15:510–514
77. Ivani G, Negri P de, Conio A et al (2000) Ropivacaine-clonidine combination for caudal blockade in children. *Acta Anaesth Scand* 44:446–449
78. Akin A, Ocalan S, Esmoğlu A, Boyacı A (2010) The effects of caudal or intravenous clonidine on postoperative analgesia produced by caudal levobupivacaine in children. *Paediatr Anaesth* 20:350–355
79. Trifa M, Ben Khalifa S, Jendoubi A et al (2012) Clonidine does not improve quality of ropivacaine axillary brachial plexus block in children. *Paediatr Anaesth* 22:425–429
80. Jöhr M, Berger TM (2012) Caudal blocks. *Paediatr Anaesth* 22:44–50
81. Breschan C, Krumpolz R, Likar R et al (1999) Can a dose of 2 microg.kg(–1) caudal clonidine cause respiratory depression in neonates? *Pediatr Anesth* 9:81–83
82. Becke K, Höhne C, Jöhr M, Reich A (2007) S(+)-Ketamin als Supplement zur Kaudalanästhesie im Kindesalter. Stellungnahme des Wissenschaftlichen Arbeitskreises Kinderanästhesie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI). *AnästH Intensivmed* 48:S79–S85
83. Lönnqvist PA, Walker SM (2012) Ketamine as an adjunct to caudal block in neonates and infants: is it time to re-evaluate? *Br J Anaesth* 109:138–140
84. Jöhr M (2013) Practical pediatric regional anaesthesia. *Curr Opin Anaesthesiol* 26:327–332
85. Scott NB (2010) Wound infiltration for surgery. *Anesthesia* 65(Suppl 1):67–75
86. Rochette A, Dadure C, Raou X, Capdevila X (2009) Changing trends in paediatric regional anaesthetic practice in recent years. *Curr Opin Anaesthesiol* 22:374–377
87. Willschke H, Marhofer P, Machata AM, Lönnqvist PA (2010) Current trends in paediatric regional anaesthesia. *Anaesthesia* 65(Suppl 1):97–104
88. Llewellyn N, Moriarty A (2007) The national paediatric epidural audit. *Paediatr Anaesth* 17:520–533
89. Dadure C, Bringuier S, Raou X et al (2009) Continuous peripheral nerve blocks for postoperative analgesia in children: feasibility and side effects in a cohort study of 339 catheters. *Can J Anaesth* 56:843–850
90. Ilfeld BM (2011) Continuous peripheral nerve blocks: a review of the published evidence. *Anesth Analg* 113:904–925
91. Sethna NF, Clendenin D, Athiraman U et al (2010) Incidence of epidural catheter-associated infections after continuous epidural analgesia in children. *Anesthesiology* 113:224–232
92. Ganesh A, Rose JB, Wells L et al (2007) Continuous peripheral nerve blockade for inpatient and outpatient postoperative analgesia in children. *Anesth Analg* 105:1234–1242
93. Seefeld C (2002) The caudal catheter in neonates: where are the restrictions? *Curr Opin Anaesthesiol* 15:343–348
94. Kaufmann J, Laschat M, Wappler F (2012) Perioperative pain management for preterm babies, infants and toddlers. *AnästH Intensivmed* 53:656–669
95. Beyaz SG, Tokgöz O, Tüfek A (2011) Regional anaesthesia in paediatric surgery: results of 2200 children. *J Pak Med Assoc* 61:782–786
96. Valois T, Otis A, Ranger M, Muir JG (2010) Incidence of self-limiting back pain in children following caudal blockade: an exploratory study. *Paediatr Anaesth* 20:844–850
97. Breschan C, Jost R, Krumpolz R et al (2005) A prospective study comparing the analgesic efficacy of levobupivacaine, ropivacaine and bupivacaine in pediatric patients undergoing caudal blockade. *Paediatr Anaesth* 15:301–306
98. Benz-Wörner J, Jöhr M (2013) Regional anaesthesia in children—caudal anaesthesia and trunk blocks. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 48:272–277
99. Rapp HJ, Molnar V, Austin S et al (2004) Ropivacaine in neonates and infants: a population pharmacokinetic evaluation following single caudal block. *Paediatr Anaesth* 14:724–732

100. Lundblat M, Lönnqvist PA, Eksborg S, Marhofer P (2010) Segmental distribution of high-volume caudal anesthesia in neonates, infants and toddlers as assessed by ultrasonography. *Paediatr Anaesth* 21:121–127
101. Brenner L, Marhofer P, Kettner SC et al (2011) Ultrasound assessment of cranial spread during caudal blockade in children: the effect of different volumes of local anaesthetics. *Br J Anaesth* 107:229–235
102. Trifferefer L, Machata AM, Latzke D et al (2012) Ultrasound assessment of cranial spread during caudal blockade in children: effect of the spread of injection of local anaesthetics. *Br J Anaesth* 108:670–674
103. Mazoit JX, Baujard C (2002) Paediatric caudal and epidural analgesia. *Curr Opin Anaesthesiol* 15:533–536
104. Tamai H, Sawamura S, Kanamori Y et al (2004) Thoracic epidural catheter insertion using the caudal approach assisted with an electrical nerve stimulator in young children. *Reg Anesth Pain Med* 29:92–95
105. Tsui BC, Berde CB (2005) Caudal analgesia and anesthesia techniques in children. *Curr Opin Anaesthesiol* 18:283–288
106. Bhandal N, Rogers R, Berg S, Mason DG (2006) Paediatric caudal extradural catheterisation: an evaluation of a purpose designed equipment set. *Anaesthesia* 61:277–281
107. Tsui BC, Usher A, Kulkarni PR, Scott SL (2006) Thoracic epidural catheters via the caudal and lumbar approaches using styletted multiple port catheters in pediatric patients: a report of three cases. *Acta Anaesthesiol Scand* 50:514–517
108. Taenzler AH, Clark C 5th, Kovarik WD (2010) Experience with 724 epidurograms for epidural catheter placement in pediatric anesthesia. *Reg Anesth Pain Med* 35:432–435
109. Bösenberg AT, Bland BA, Schulte-Steinberg O, Downing JW (1988) Thoracic epidural anesthesia via caudal route in infants. *Anesthesiology* 69:265–269
110. Roberts SA, Galvez I (2005) Ultrasound assessment of caudal catheter position in infants. *Pediatr Anesth* 15:429–432
111. Willschke H, Marhofer P, Bösenberg A et al (2006) Epidural catheter placement in children: comparison of a novel approach using ultrasound guidance and a standard loss-of-resistance technique. *Br J Anaesth* 97:200–207
112. Bubeck J, Boos K, Krause H, Thies KC (2004) Subcutaneous tunneling of caudal catheters reduces the rate of bacterial colonization to that of lumbar epidural catheters. *Anesth Analg* 99:689–693
113. Menzies R, Congreve K, Herodes V et al (2009) A survey of pediatric caudal extradural anesthesia practice. *Paediatr Anaesth* 19:829–836
114. Marhofer P, Bösenberg A, Sitzwohl C et al (2005) Pilot study of neuraxial imaging by ultrasound in infants and children. *Paediatr Anaesth* 15:671–676
115. Kasai T, Yaegashi K, Hirose M (2003) Spinal cord injury in a child caused by an accidental dural puncture with a single-shot thoracic epidural needle. *Anesth Analg* 96:65–67
116. Allison CE, Aronson DC, Geukens VG (2008) Paraplegia after thoracotomy under combined general and epidural anesthesia in a child. *Paediatr Anaesth* 18:539–542
117. Aldrete JA, Ferrari H (2004) Myelopathy with syringomyelia following thoracic epidural anesthesia. *Anaesth Intensive Care* 32:100–103
118. Flandin-Bléty C, Barrier G (1995) Accidents following extradural analgesia in children. The results of a retrospective study. *Paediatr Anaesth* 5:41–46
119. Yoo SH, Lee DH, Moon DE et al (2012) Anatomical investigations for appropriate needle positioning for thoracic paravertebral blockade in children. *J Int Med Res* 40:2370–2380
120. Ponde VC, Desai AP (2012) Echo-guided estimation of formula for paravertebral block in neonates, infants and children till 5 years. *Indian J Anaesth* 56:382–386
121. Chelly JE (2012) Paravertebral blocks. *Anesthesiol Clin* 30:75–90
122. Shah R, Sabanathan S, Richardson J et al (1997) Continuous paravertebral block for post thoracotomy analgesia in children. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 38:543–546
123. Berta E, Spanhel J, Smakal O et al (2008) Single injection paravertebral block for renal surgery in children. *Paediatr Anaesth* 18:593–597
124. Boretsky K, Visoiu M, Bigeleisen P (2013) Ultrasound-guided approach to the paravertebral space for catheter insertion in infants and children. *Paediatr Anaesth* 23:1193–1198
125. Bhalla T, Sawardekar A, Dewhurst E et al (2013) Ultrasound-guided trunk and core blocks in infants and children. *J Anesth* 27:109–123
126. Chin KJ, Singh M, Velayutham V, Chee V (2010) Infraclavicular brachial plexus block for regional anaesthesia of the lower arm. *Anesth Analg* 111:1072
127. Borgeat A, Ekotodramis G, Dumont C (2001) An evaluation of the infraclavicular block via a modified approach of the Raj technique. *Anesth Analg* 93:436–441
128. Marhofer P, Sitzwohl C, Greher M, Kapral S (2004) Ultrasound guidance for infraclavicular brachial plexus anaesthesia in children. *Anaesthesia* 59:642–646
129. Jöhr M (2006) Periphere Blockaden bei Kindern. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 41:173–178
130. Willschke H, Kettner S (2012) Pediatric regional anesthesia: abdominal wall blocks. *Paediatr Anaesth* 22:88–92
131. Eichenberger U, Greher M, Kirchmair L et al (2006) Ultrasound-guided blocks of the ilioinguinal and iliohypogastric nerve: accuracy of a selective new technique confirmed by anatomical dissection. *Br J Anaesth* 97:238–243
132. Willschke H, Marhofer P, Bösenberg A et al (2005) Ultrasonography for ilioinguinal/iliohypogastric nerve blocks in children. *Br J Anaesth* 95:226–230
133. Weintraud M, Marhofer P, Bösenberg A et al (2008) Ilioinguinal/iliohypogastric blocks in children: where do we administer the local anesthetic without direct visualization? *Anesth Analg* 106:89–93
134. Jöhr M, Sossai R (1999) Colonic puncture during ilioinguinal nerve block in a child. *Anesth Analg* 88:1051–1052
135. Lipp AK, Woodcock J, Hensman B, Wilkinson K (2004) Leg weakness is a complication of ilioinguinal nerve block in children. *Br J Anaesth* 92:273–274
136. Frederickson MJ, Paine C, Hamill J (2010) Improved analgesia with the ilioinguinal block compared to the transversus abdominis plane block after pediatric inguinal surgery: a prospective randomized trial. *Paediatr Anaesth* 20:1022–1027
137. Jose Maria B de, Gotzens V, Mabrok M (2007) Ultrasound-guided umbilical nerve block in children: a brief description of a new approach. *Paediatr Anaesth* 17:44–50
138. Breschan C, Jost R, Stettner H et al (2013) Ultrasound-guided rectus sheath block for pyloromyotomy in infants: a retrospective analysis of a case series. *Paediatr Anaesth* 23:1199–1204
139. Dolan J, Lucie P, Geary T et al (2009) The rectus sheath block: accuracy of local anesthetic placement by trainee anesthesiologists using loss of resistance or ultrasound guidance. *Reg Anesth Pain Med* 34:247–250
140. Gurnaney HG, Maxwell LG, Kraemer FW et al (2011) Prospective randomized observer-blinded study comparing the analgesic efficacy of ultrasound-guided rectus sheath block and local anaesthetic infiltration for umbilical hernia repair. *Br J Anaesth* 107:790–795
141. Willschke H, Bösenberg A, Marhofer P et al (2006) Ultrasonography-guided rectus sheath block in paediatric anaesthesia—a new approach to an old technique. *Br J Anaesth* 97:244–249
142. Finnerty O, McDonnell JG (2012) Transversus abdominis plane block. *Curr Opin Anaesthesiol* 25:610–614
143. Petersen PL, Mathiesen O, Torup H, Dahl JB (2010) The transversus abdominis plane block: a valuable option for postoperative analgesia? A topical review. *Acta Anaesthesiol Scand* 54:529–535
144. Mai CL, Young MJ, Quraishi SA (2012) Clinical implications of the transversus abdominis plane block in pediatric anesthesia. *Paediatr Anaesth* 22:831–840
145. Petersen PL, Stjernholm P, Kristiansen VB et al (2012) The beneficial effect of transversus abdominis plane block after laparoscopic cholecystectomy in day-case surgery: a randomized clinical trial. *Anaesth Intensive Care* 115:527–533
146. Beloeil H, Zetlaoui PJ (2011) TAP block and blocks of the abdominal wall. *Ann Fr Anesth Reanim* 30:141–146
147. Suresh S, Chan VW (2009) Ultrasound guided transversus abdominis plane block in infants, children and adolescents: a simple procedural guidance for their performance. *Paediatr Anaesth* 19:296–299
148. Palmer GM, Luk VH, Smith KR, Prentice EK (2011) Audit of initial use of the ultrasound-guided transversus abdominis plane block in children. *Anaesth Intensive Care* 39:279–286
149. Fredrickson M, Seal P, Houghton J (2008) Early experience with the transversus abdominis plane block in children. *Paediatr Anaesth* 18:891–892
150. Carney J, Finnerty O, Rauf J et al (2010) Ipsilateral transversus abdominis plane block provides effective analgesia after appendectomy in children: a randomized controlled trial. *Anesth Analg* 111:998–1003
151. Johns N, O'Neill S, Ventham NT et al (2012) Clinical effectiveness of transversus abdominis plane (TAP) block in abdominal surgery: a systematic review and meta-analysis. *Colorectal Dis* 14:e635–e642
152. Charlton S, Cyna AM, Middleton P, Griffiths JD (2010) Perioperative transversus abdominis plane (TAP) blocks for analgesia after abdominal surgery. *Cochrane Database Syst Rev* 12:CD007705

153. Møiniche S, Mikkelsen S, Wetterslev J, Dahl JB (1998) A qualitative systemic review of incisional local anesthesia for postoperative pain relief after abdominal operations. *Br J Anaesth* 81:377–383
154. Cnar SO, Kum U, Cevizci N et al (2009) Effects of levobupivacaine infiltration on postoperative analgesia and stress response in children following inguinal repair. *Eur J Anaesthesiol* 26:430–434
155. Bari MS, Haque N, Talukder SA et al (2011) Postoperative pain relief following inguinal hernia repair in children by wound infiltration with levobupivacaine. *Mymensingh Med J* 20:586–590
156. Matsota P, Papageorgiou-Brousta M, Kostopaniotou G (2007) Wound infiltration with levobupivacaine: an alternative method of postoperative pain relief after inguinal hernia repair in children. *Eur J Pediatr Surg* 17:270–274
157. Gupta A (2010) Wound infiltration with local anaesthetics in ambulatory surgery. *Curr Opin Anaesthesiol* 23:708–713
158. Beaussier M, Bouaziz H, Aubrun F et al (2012) Wound infiltration with local anesthetics for postoperative analgesia. Results of a national survey about its practice in France. *Ann Fr Anesth Reanim* 31:120–125
159. Lohsiriwat V, Lert-akyamane N, Rushatamukayanunt W (2004) Efficacy of pre-incisional bupivacaine infiltration on postoperative pain relief after appendectomy: prospective double-blind randomized trial. *World J Surg* 28:947–950
160. Horn EP, Schroeder F, Wilhelm S et al (1999) Wound infiltration and drain lavage with ropivacaine after major shoulder surgery. *Anesth Analg* 89:1461–1466
161. Cyna AM, Middleton P (2008) Caudal epidural block versus other methods of postoperative pain relief for circumcision in boys. *Cochrane Database Syst Rev* 4:CD003005
162. Kazak Bengisun Z, Ekmekci P, Haliloğlu AH (2012) Levobupivacaine for postoperative pain management in circumcision: caudal blocks or dorsal penile nerve block. *Agri* 24:180–186
163. Dalens B, Vanneville G, Dechelotte P (1989) Penile block via the subpubic space in 100 children. *Anesth Analg* 69:41–45
164. Soh CR, Ng SB, Lim SL (2003) Dorsal penile nerve block. *Paediatr Anaesth* 13:329–333
165. Lander J, Brady-Fryer B, Metcalfe JB et al (1997) Comparison of ring block, dorsal penile nerve block, and topical anesthesia for neonatal circumcision: a randomised controlled trial. *JAMA* 278:2157–2162



Kommentieren Sie diesen Beitrag auf [springermedizin.de](http://springermedizin.de)

► Geben Sie hierzu den Beitragstitel in die Suche ein und nutzen Sie anschließend die Kommentarfunktion am Beitragsende.



## CME-Hörbeitrag auf [springermedizin.de](http://springermedizin.de)

► Das kardiorenale Syndrom verstehen und behandeln. Wenn Herz und Nieren versagen aus *CME* 4/2013



Diesen Beitrag können Sie online kostenlos anhören

Geben Sie hierzu einfach die FIN **CJ1304jb** in die Suche auf [springermedizin.de](http://springermedizin.de) ein

Sammeln Sie darüber hinaus bis zum 21.04.2014 kostenfrei 3 CME-Punkte.

Unser Tipp: Noch mehr Online-Fortbildung bietet das e.Med-Komplettpaket. Hier stehen Ihnen in der e.Akademie alle Kurse der Fachzeitschriften von Springer Medizin zur Verfügung.

Testen Sie e.Med gratis und unverbindlich unter [springermedizin.de/eMed](http://springermedizin.de/eMed)