

Prolongierte Bewusstlosigkeit nach Anlage einer Kaudalanästhesie

Zusammenfassung

Die Anlage einer Kaudalanästhesie beim Kind ist ein häufig durchgeführtes und risikoarmes Verfahren zur postoperativen Schmerztherapie. Bei Vorliegen von anatomischen Varianten wie einem tief endenden Durasack, einer sakralen Meningozele oder einer meningealen Zyste kann es jedoch zu einer intrathekalen Applikation des Lokalanästhetikums und damit einer hohen Spinalanästhesie kommen. Eine negative Aspirationsprobe schützt nicht sicher vor dieser Komplikation. Durch den Einsatz von Ultraschall kann die Sicherheit der Kaudalanästhesie erhöht werden. Ob aber jede sakrale anatomische Variante durch diese Methode rechtzeitig detektiert werden kann, bleibt ungewiss. Weitere Ursachen für eine prolongierte Bewusstlosigkeit nach Kaudalanästhesie, wie beispielsweise metabolische Ursachen, eine Lokalanästhetikaintoxikation oder hirnorganische Ursachen, werden diskutiert.

Summary

The application of caudal anaesthesia to the child is a commonly performed and a low-risk procedure in postoperative pain therapy. In the presence of anatomical variants such as a deep-ending dural sac, a sacral meningocele or a sacral meningeal cyst, however, the intrathecal application of the local anaesthetic and thus high spinal anaesthesia may occur. A negative aspiration test does not protect against this compli-

Prolonged unconsciousness after applying caudal anaesthesia

E. Schulte¹ · S. Koch¹ · J.-T. Schröder² · A. Tietze³ · T. Binscheck-Domass⁴ · S. Kramer¹ · K. Rothe² · R. C. E. Francis¹

cation. Sonographic evaluation of the local anatomy and puncture site with ultrasound-guided needle insertion may increase the safety and efficacy of caudal anaesthesia. However, the specificity of sonography to detect sacral anatomical variants is limited. Other causes of prolonged unconsciousness after caudal anaesthesia, e.g. metabolic causes, intoxication with local anaesthetics or cerebral pathologies are discussed.

Thema

Die Differentialdiagnosen einer verzögerten Aufwachreaktion von Kindern und Erwachsenen nach einer Allgemeinanästhesie sind vielfältig. Wir berichten über einen Fall prolongierter Bewusstlosigkeit nach Anlage einer Kaudalanästhesie in Narkose bei einem Kind. Die Falldiskussion behandelt die verschiedenen Differentialdiagnosen und zeigt, dass die allgemein als risikoarm eingeschätzte und bei Kindern häufig durchgeführte Kaudalanästhesie im Falle von anatomischen Varianten zu vorübergehend dramatischen Komplikationen führen kann. Die Wertigkeit einer routinemäßigen Darstellung der sakrokaudalen Anatomie mittels bildgebender Verfahren vor Anlage einer Kaudalanästhesie soll anhand der Häufigkeit anatomischer Varianten bewertet werden.

- 1 Klinik für Anästhesiologie mit Schwerpunkt operative Intensivmedizin, Campus Virchow-Klinikum und Campus Charité Mitte
 - 2 Klinik für Kinderchirurgie
 - 3 Institut für Neuroradiologie
 - 4 Labor Berlin – Charité und Vivantes GmbH, Fachbereich Laboratoriumsmedizin & Toxikologie
- Charité – Universitätsmedizin Berlin, corporate member of Freie Universität Berlin, Humboldt-Universität zu Berlin, and Berlin Institute of Health

Schlüsselwörter

Kaudalanästhesie – Hohe Spinalanästhesie – Meningeale Zysten – Lokalanästhetikaintoxikation – Tarlov-Zysten

Keywords

Caudal Anaesthesia – High Spinal Anaesthesia – Meningeal Cysts – Local Anaesthetic Intoxication – Tarlov's Cysts

Fallbericht

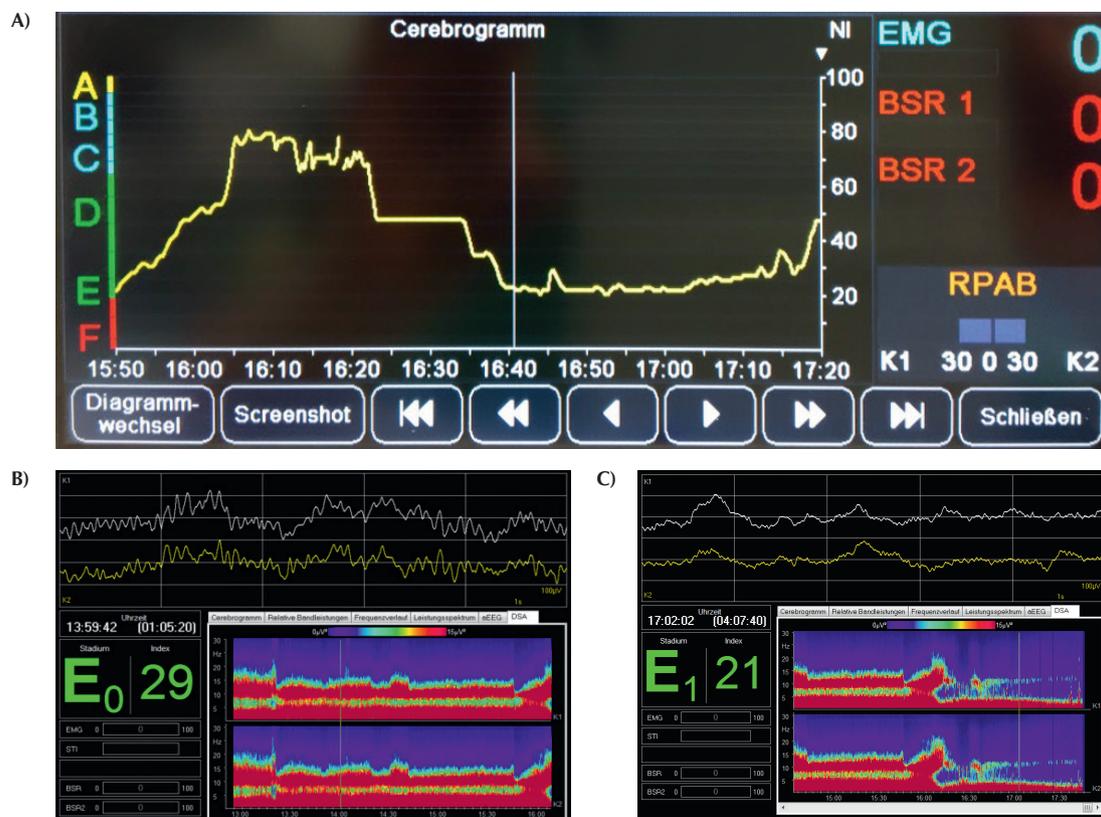
Bei einem 4-jährigen, allgemein gesunden Mädchen (105 cm, 16,7 kg) wurde aufgrund eines vesicourethralen Refluxes eine Ureterocystoneostomie auf der linken Seite durchgeführt. Hierzu erhielt das Kind eine balancierte Intubationsanästhesie (Sevofluran, Remifentanyl, Cisatracurium) sowie 250 ml Vollelektrolytlösung im Verlauf der knapp dreistündigen Operation mit minimalem Blutverlust. Die Narkosetiefe wurde mittels eines prozessierten EEGs (Narcotrend®) überwacht und zeigte während der Operation ein Stadium zwischen E0 und E1 (Abb. 1 B). Intraoperativ war das Kind hämodynamisch stabil (mitt-

lerer arterieller Druck 50–60 mmHg; Herzfrequenz 60–70/Minute) und zeigte eine suffiziente Oxygenierung (SaO₂ 99–100%). Die Pupillen waren zu jedem Zeitpunkt eng und isocor.

Zur Durchführung der Kaudalanästhesie wurde das Kind am Ende der Narkose auf die linke Seite gelagert. Die Sevofluran- und die Remifentanzufuhr wurden gestoppt. Unter sterilen Kautelen wurde landmarkengestützt die Kaudalanästhesienadel (Epican® 25 G) problemlos platziert. Nach negativer Aspiration wurden 8,25 mg Bupivacain (3,3 ml Carbostesin® 0,25%) mit Adrenalinzusatz (1:200.000) als Testdosis injiziert. Daraufhin blieben die Herz-

frequenz, der nicht-invasiv gemessene Blutdruck sowie die Konfiguration der T-Welle des EKGs in der Ableitung II unverändert. Anschließend wurde die Wirkdosis fraktioniert und unter mehrmaliger negativer Aspiration über die liegende Kaudalanästhesienadel verabreicht: 36 mg Ropivacain (18 ml Naropin® 0,2%) mit 36 µg Clonidin (2 µg/ml Catapresan®). Das Kind wurde anschließend in Rückenlage gebracht und oropharyngeal abgesaugt. Dabei waren bereits Schluckversuche und erste spontane Atemzüge zu beobachten. Die Pupillen waren zu diesem Zeitpunkt eng und isocor; der EEG-Monitor zeigte das Stadium B2 bzw. den Indexwert 80 an (Abb. 1 A).

Abbildung 1



EEG-basierte Narkosetiefemessung mittels Narcotrend®.

- A) Das Verlaufscerebrogramm zeigt die abklingende Narkosetiefe E0 bis B2 zum Ende der Operation (ca. 15:45 bis 16:05 Uhr), das EEG-Stadium B2 (Indexwert 80) während der Anlage der Kaudalanästhesie (16:05 bis 16:10 Uhr) sowie das tief komatöse Stadium E1 (minimaler Indexwert 21); (ca. 16:40 bis 17:15 Uhr) nach Anlage der Kaudalanästhesie.
- B) Intraoperatives Cerebrogramm unter Sevofluran-Narkose mit altersentsprechender hochamplitudiger frontaler α -Aktivität und hoher Power in den langsamen Frequenzbändern (slow-wave/ δ - und θ -Wellen), was sich auch entsprechend in der DSA (Density Spectral Array) deutlich darstellt.
- C) Postoperatives Cerebrogramm nach Anlage der Kaudalanästhesie mit weiterhin hoher Power in den langsamen Frequenzbändern (slow-wave/ δ -Wellen), allerdings ohne frontales α -Band.

In den folgenden 30 bis 35 Minuten nach Anlage der Kaudalanästhesie kam es zu einer schrittweisen Beeinträchtigung der Spontanatmung bis hin zur Apnoe. Die Indexwerte des EEGs fielen kontinuierlich von 80 bis auf 21 (Narkosetiefestadium E1); (Abb. 1 A); es stellte sich eine zunehmende Mydriasis ein, bis das Kind schließlich weite, lichtstarre, leicht entrundete Pupillen hatte. Es bestanden ein Sinusrhythmus mit einer Herzfrequenz von 80 Schlägen pro Minute und ein unverändert konstanter arterieller Blutdruck. Bradykardien oder andere Herzrhythmusstörungen traten nicht auf.

Wegen eines ätiologisch unklaren Komas wurden nun mehrere Blutgasanalysen, Blutabnahmen für toxikologische Untersuchungen, eine Lipidlösungsinfusion, eine transkranielle Dopplersondersuchung und eine notfallmäßige MRT-Untersuchung des Kopfes und der Wirbelsäule durchgeführt.

Eine Stunde und vierzig Minuten nach der Anlage der Kaudalanästhesie hatten sich die Symptome des Komas zurückgebildet. Während der MRT-Untersuchung musste bereits eine Propofolnarkose bis zur Vervollständigung der Untersuchung initiiert werden. Zwei weitere Stunden später wurde das Kind auf der Intensivstation extubiert. Es zeigte keinerlei neurologische Auffälligkeiten. Am nächsten Tag wurde das Kind auf die Normalstation verlegt. Eine Woche später konnte es ohne jegliches neurologisches Defizit nach Hause entlassen werden.

Diskussion

Sofortmaßnahmen und Abklärung von Differentialdiagnosen

Eine unklare Bewusstlosigkeit nach Kaudalanästhesie erfordert eine zügige Abklärung einer Reihe von Differentialdiagnosen. Mittels Blutgasanalysen konnten Hypoxie und Hyperkapnie, Azidose und Elektrolytentgleisung sowie Hypo- oder Hyperglykämie sofort ausgeschlossen werden. Wegen der zeitlichen Latenz bis zum Vorliegen toxikologischer Untersuchungsergebnisse wurde unter dem

Verdacht einer Lokalanästhetikaintoxikation ex juvantibus entsprechend der Empfehlungen des Arbeitskreises Regionalanästhesie der DGAI eine Lipidinfusion initiiert [1]. Mögliche Nachteile einer Lipidbehandlung, wie z.B. allergische und immunologische Reaktionen oder eine Thrombophlebitis [1], wurden dabei in Anbetracht der bedrohlichen Symptome im Rahmen einer Risiko-Nutzen-Abwägung in Kauf genommen. Die Serumkonzentration von Ropivacain betrug schließlich 0,51 mg/l (Gesamtspiegel) bzw. 0,04 mg/l (freie Serumkonzentration) und entsprach damit dem nach Anlage einer komplikationslosen Kaudalanästhesie zu erwartenden Wert [2]. Die Schwellenkonzentration für ZNS-Toxizität liegt um mindestens den Faktor 10 höher [3]. Bupivacain war nur qualitativ, nicht weiter quantifizierbar, nachweisbar. Eine Intoxikation mit Lokalanästhetika konnte somit retrospektiv ausgeschlossen werden.

Charakteristika einer hohen Spinalanästhesie

Eine weitere Differentialdiagnose ist die hohe Spinalanästhesie. Hierdurch wären die Beatmungspflichtigkeit, die fallenden Indexwerte des EEGs sowie die weiten, lichtstarken Pupillen erklärbar. Verwunderlich wäre hierbei die stabile hämodynamische Situation. Möglicherweise kam es aber neben der thorakalen Sympathikolyse auch zu einer Vagolyse im Bereich der Hirnnervenkerne, so dass es nicht zu einem Überwiegen eines der beiden Systeme kam. Im Kindesalter liegt weiterhin eine Unreife des sympathischen Nervensystems vor, die zu einer größeren Stabilität des Herzkreislaufsystems führen kann [4,5]. Baily berichtet von einem Säugling mit einer hohen Spinalanästhesie, dessen Herzfrequenz und Blutdruck völlig unverändert blieben [6].

Im Falle einer hohen Spinalanästhesie wäre zunächst von einer mehrere Stunden anhaltenden Wirkdauer auszugehen. Bei diesem Kind war sie jedoch bereits eine Stunde und vierzig Minuten nach dem Ereignis weitgehend abgeklungen. Experimentelle hydrodynamische

Untersuchungen des cerebrospinalen Liquorsystems bei Kindern zeigen hohe Liquorumsatzraten, die ein zügiges Abklingen der Symptome erklären könnten: Während beim Erwachsenen die Liquorflüssigkeit circa alle 4–5 Stunden ausgetauscht wird [7], erhöht sich die Umsatzrate, je jünger das Kind und je höher der Liquordruck ist, bis zum Fünffachen [8–10]. Nimmt man eine Injektion von circa 20 ml Lokalanästhetikum in einen hypothetischen Liquorraum von circa 70 ml beim 4-jährigen Kind an, käme es durch die enorme Druckerhöhung zu einer beschleunigten Resorption des Liquors, so dass 90 ml cerebrospinale Flüssigkeit bei einer maximalen Resorptionsrate von 1,3 ml/Minute [9] innerhalb von circa 70 Minuten resorbiert und neusezerniert werden könnten. In der Literatur fanden wir drei Fälle einer hohen Spinalanästhesie bei einem Säugling, einem 1-jährigen und einem 3½-jährigen Kind, bei denen die Symptome ebenso nach etwas mehr als 60 Minuten abgeklungen waren [11–13].

Sicherheitsmaßnahmen bei der kaudalen Punktion

Kommt es zu einer akzidentellen kaudalen Punktion des Subarachnoidalraumes, würde man allerdings Aspiration von Liquor erwarten. Bei mehreren ähnlichen Fällen in der Literatur wurde aufgrund einer Meningozele bzw. einem tief endenden Durasack im Rahmen der kaudalen Punktion Liquor aspiriert und die Prozedur abgebrochen [14–16] bzw. in eine gewollte Spinalanästhesie umgewandelt [17]. Bei dem vorliegenden Kind war die Aspirationsprobe jedoch negativ. Prinzipiell ist zwar im Rahmen des Injektionsprozesses eine Lageänderung der Nadel denkbar, so dass es sekundär zu einer Penetration des Durasacks kommen könnte; in diesem Fall wurde aber sowohl nach der Testdosis als auch nach dem Wechsel der zwei folgenden 10 ml-Spritzen erneut mit negativem Ergebnis aspiriert. Der der Epican®-Nadel inliegende Mandrin sollte weiterhin verhindern, dass ein Gewebezylinder oder Blut die Nadel obstruiert und so

eine intrathekale Lage übersehen wird. Auch der stumpfe Schliff der Epican®-Nadel stellt – im Gegensatz z.B. zur Nutzung eines sog. „Butterfly“ – eine Sicherheitsmaßnahme dar, die die Verletzung eines ggf. nahe liegenden Durasacks verhindern soll. Ob die Testdosis mit Lokalanästhesie beim schlafenden Kind eine ausreichende Sicherheitsmaßnahme darstellt, ist zumindest diskutabel, denn aufgrund der Vollnarkose sind neurologische Veränderungen nicht festzustellen und Veränderungen von Herz-Kreislaufparametern stellen sich beim Kind nicht so regelmäßig ein wie beim Erwachsenen. Der Epinephrin-Zusatz zur Lokalanästhetika-Testdosis, der zuvorderst eigentlich dem Ausschluss einer intravasalen Lage dient, wird bereits in einigen Kinderanästhesieabteilungen nicht mehr durchgeführt, da die Zuverlässigkeit als Sicherheitsmaßnahme umstritten ist [18].

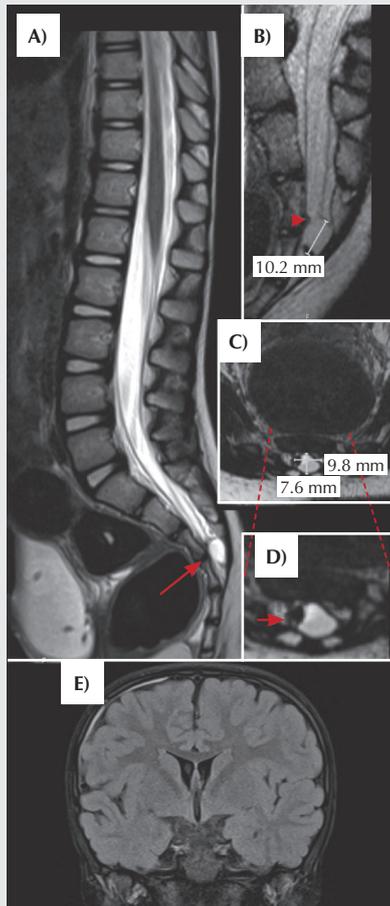
Pathologien des zentralen Nervensystems

Da zunächst Zweifel an der Diagnose einer hohen Spinalanästhesie bestanden, sollte eine zerebrale Pathologie, wie z.B. eine Blutung oder eine Ischämie, als Differentialdiagnose für das unklare Koma ausgeschlossen werden. Eine unmittelbar noch im OP-Saal veranlasste transkraniale Dopplersonographie zeigte bei dem Kind normale symmetrische Flussverhältnisse und Widerstände in den intrakraniellen Gefäßen. Jedoch stellte sich in der MRT-Untersuchung des Kopfes ein frontoparietal rechts lokalisiertes schmales subdurales Hämatom von etwa ein bis zwei Millimeter Saumbreite dar (Abb. 2a; E). Ein subdurales Hämatom von so geringer Größe, das nicht zu Kompressionseffekten führte, konnte jedoch die Bewusstlosigkeit des Kindes nicht hinreichend erklären. In der daraufhin durchgeführten MRT-Untersuchung der kaudalen Wirbelsäule sah man eine 8×7×11 Millimeter große

liquorgefüllte meningeale Zyste auf Höhe des vierten Steißwirbelkörpers. Die Zyste befand sich kaudal des Durasacks, hatte aber über einen millimeterdünnen Stiel eine Verbindung nach intrathekal (Abb. 2a; A-C). Weiterhin zeigte sich eine minimale Blutung rechtslateral der Zyste (Abb. 2a; D). Der Konus des Myelons endete zwischen dem ersten und zweiten Lendenwirbelkörper (Abb. 2a; A). Mit hoher Wahrscheinlichkeit wurde also wegen der anatomischen Variante einer unweit des Hiatus sacralis liegenden meningealen Zyste während der kaudalen Punktion eine große Menge Lokalanästhetikum in den Intrathekalraum injiziert und somit doch eine hohe Spinalanästhesie induziert. Im Rahmen der Aspiration ist in dem vorliegenden Fall der nur millimeterdünne Stiel der Zyste bei Unterdruck möglicherweise kollabiert, so dass kein Liquor aspiriert werden konnte.

Das subdurale frontale Hämatom des Kindes schien ursächlich mit der Anlage

Abbildung 2a



MRT-Untersuchung des Kopfes und der Wirbelsäule unmittelbar nach Eintreten der Bewusstlosigkeit.

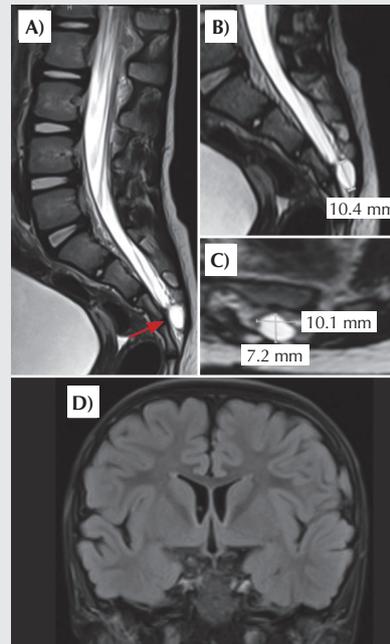
A) Das sagittale T2-gewichtete MR-Bild demonstriert eine sakrale Zyste (roter Pfeil), welche mit dem Durasack auf der Höhe des dritten Steißbeinwirbelkörpers kommuniziert (Pfeilspitze in **B**).

C) D) Die axialen T2-gewichteten Bilder zeigen ein schmales intramurales Hämatom auf der rechten Seite der Zyste (kurzer roter Pfeil im vergrößerten Bildausschnitt **D**).

E) Ein schmales, rechtsseitiges subdurales Hämatom sieht man auf den coronaren FLAIR-(fluid attenuated inversion recovery) Bildern des Gehirns.

der Kaudalanästhesie zusammenzuhängen, denn sechs Wochen später hatte es sich vollständig resorbiert (Abb. 2b; D). Es gibt in der Literatur eine Reihe von Fallberichten intracerebraler subduraler Hämatomate nach Spinalanästhesie oder Periduralanästhesie [19,20]. Ein persistierender starker Kopfschmerz nach rückenmarknaher Regionalanästhesie

Abbildung 2b



MRT-Untersuchung des Kopfes und der Wirbelsäule sechs Wochen nach dem Ereignis.

Das Kontroll-MR-Bild sechs Wochen nach der ersten Untersuchung (Abb. 2a) zeigt dieselbe sakrale Zyste in sagittaler (**A, B**) und axialer (**C**) T2-gewichteter Darstellung (roter Pfeil in **A**). Die Zyste hat eine unveränderte Größe, aber das intramurale Hämatom hat sich komplett aufgelöst.

D) Das subdurale Hämatom ist ebenfalls nicht mehr darstellbar.

bedarf also unter Umständen einer cerebralen Bildgebung, um ihn gegenüber einem harmlosen postspinalen Kopfschmerz abzugrenzen. Ein subdurales Hämatom nach spinaler Punktion kann so groß sein, dass es Bewusstlosigkeit zur Folge hat [21]. Hinsichtlich des Pathomechanismus wird diskutiert, dass wechselnde Druckverhältnisse zu Scherkräften im Bereich der subduralen Brückenvenen führen, die ein Einreißen dieser Venen zur Folge haben und damit zur subduralen Blutung führen können. Sowohl die mehrfache Aspiration als auch die Injektion hoher Volumina in einen relativ kleinen Subarachnoidal- oder Epiduralraum bzw. der kurzfristige Wechsel zwischen beiden Tätigkeiten – Aspiration und Injektion – stellen einen Risikofaktor für die Entstehung subduraler Hämatomate dar.

Meningeale Zysten als anatomische Varianten

Spinale Zysten können aufgrund ihres Bezugs zu den Hirnhäuten in meningeale und nichtmeningeale Zysten unterteilt werden. Meningeale Zysten sind Aussackungen der Arachnoidea, Dura mater oder der Nervenwurzelstübe [22]. Sie können angeboren oder erworben (postentzündlich, posttraumatisch, degenerativ, tumorassoziiert) sein. Meningeale Zysten werden weiterhin in extradural und intradural unterteilt; letztere dann weiterhin in extramedullär und intramedullär [22]. Erschwerend kommt hinzu, dass in der Literatur verschiedene Einteilungen zu finden sind. Am häufigsten wird aber die Klassifikation nach Nabors et al. verwendet [23], die in Abbildung 3 wiedergegeben ist.

Mittels moderner Bildgebung werden meningeale Zysten – meist als Zufallsbefund – immer häufiger diagnostiziert. Eine exakte Klassifizierung ist nicht selten erst nach chirurgischer Inspektion und histologischer Untersuchung möglich [22]. Daher belassen wir es in dem vorliegenden Fall bei der allgemeinen Bezeichnung einer meningealen Zyste. Diese Zysten werden aber nicht selten Tarlov-Zysten [24] genannt – auch wenn es sich nicht streng um den Typ II der meningealen Zysten nach Nabors [23] (Abb. 3) handelt. Meningeale Zysten können sich prinzipiell auf jeder Höhe des Spinalkanals befinden und werden bei Erwachsenen mit einer Häufigkeit von 1,7 bis 4% beschrieben [25,26]; kaudal von SWK 2 findet man sie mit einer Häufigkeit von 0,3% [27] bis 0,8% [25]. Je nach Lage und Größe machen die Zysten bei nur etwa 1% der Patienten Beschwerden [26]. Lumbosacrale meningeale Zysten können hierbei Schmerzen und neurologische Symptome in den Beinen und Füßen, perinealen Schmerz und Dysästhesie, Dyspareunie, Koccygodynie, Obstipation und Diarrhoe sowie Urinverhalt, aber auch Pollakisurie, hervorrufen [28]. In einer retrospektiven Untersuchung ließen sich diese Patienten von Patienten mit lumbosacralen Schmerzen aufgrund degenerativer oder entzündlicher Veränderungen häufig

Abbildung 3

Typ I:	extradurale meningeale Zyste ohne Nervenwurzelgewebe
	Typ Ia: extradurale Arachnoidalzyste
	Typ Ib: okkulte sakrale Meningozele
Typ II:	extradurale meningeale Zyste mit Nervenwurzelgewebe (Perineural-/Tarlov-Zyste)
Typ III:	intradurale meningeale Zyste (intradurale Arachnoidalzyste)

Klassifikation von meningealen Zysten nach Nabors et. al. 1988 [23].

mittels sorgfältiger anamnestischer Fragen unterschieden [28]. Therapiert werden die meningealen Zysten nur, wenn sie Beschwerden machen. Umgekehrt sollte an diese morphologischen Veränderungen gedacht werden, wie ein eindrücklicher Fallbericht über eine mehrjährige frustrane Behandlung (mit teilweise verhaltenstherapeutischem Therapieansatz) einer meningealen Zyste zeigt, deren Beschwerden sofort nach adäquater Therapie sistierten [29].

Aspekte zur Durchführung der Kaudalanästhesie

Eine MRT-Untersuchung, mit der eine meningeale Zyste am sichersten ausgeschlossen werden kann, ist nicht routinemäßig vor jeder Kaudalanästhesie verfügbar. Alle Sicherheitsmaßnahmen wie Aspirationskontrolle, Testdosis mit Bupivacain, Zusatz von Suprarenin und die stumpfe Nadelspitze der Epican-Nadel® hatten in dem vorliegenden Fall versagt. Darum wird von einigen Autoren empfohlen, die Kaudalanästhesie unter sonographischer Kontrolle durchzuführen [30–33]. Die Erfolgsrate, die bei der kindlichen Kaudalanästhesie auch landmarkengestützt schon sehr hoch ist, lässt sich durch die Sonographie weiter steigern [34]. Mittels zusätzlicher farbkodierter Dopplerfunktion kann man eine kaudale epidurale Medikamenteninjektion von einer akzidentellen intrathekalen Injektion oder intravasalen Injektion mit hoher Sicherheit unterscheiden [35]. Die Ausbreitung des Lokalanästhetikums im epiduralen Fett-

gewebe kann bei kleinen Kindern mittels sonographischer Kontrolle sehr gut nachgewiesen werden. Anatomische Varianten im Sakralbereich, die eine an den klassischen Landmarken durchgeführte Kaudalanästhesie erschweren, sind häufig: Die Cornua sacralia sind in bis zu 50% der Fälle nicht gut tastbar [30]. Der anteriore-posteriore Durchmesser des Hiatus sacralis ist gelegentlich so schmal, dass das Durchtreten der Nadel erschwert oder nicht möglich ist [30]. Die Lokalisation der Apex hiatus sacralis ist variabel: In 65% der Fälle liegt sie auf Höhe des 4. Steißwirbelkörpers, in je 15% auf Höhe des 3. oder 5. Steißwirbelkörpers und in 5% auf Höhe des 1. bis 2. Steißwirbelkörpers [30]. Ebenso ist die Höhe, bis zu der sich der Durasack erstreckt, sehr unterschiedlich: Bei 1–5% der Patienten endet der Durasack auf der Höhe des 3. Steißwirbelkörpers oder tiefer [30] und ist damit bei einer kaudalen Punktion in erreichbarer Nähe. Ob aber anatomische Varianten (z.B. ein tief endender Durasack) und Anomalien (wie eine sakrale Meningozele oder eine sakrale meningeale Zyste) rechtzeitig, d.h. vor und nicht während der Applikation des Lokalanästhetikums, detektiert werden können, ist unklar und bisher nur in einem Fallbericht diskutiert [15]. Die routinemäßige Durchführung der kindlichen Kaudalanästhesie mit Ultraschall würde zu einem erhöhten Zeit- und Materialaufwand führen, der nicht unterschätzt werden darf. Denn auch ohne Ultraschall ist die kindliche Kaudalanästhesie in der Regel einfach durchzuführen und aufgrund zahlreicher Studiendaten das sicherste Verfahren der Regionalanästhesie [36]. Die Kaudalanästhesie ermöglicht in der Kombination mit der Vollnarkose die ideale Anästhesieführung bei einer Vielzahl von Eingriffen im Kindesalter. Daher sind systematische Untersuchungen sowie eine kritische Diskussion der Vor- und Nachteile einer solchen routinemäßigen Implementierung der Sonographie vor Kaudalanästhesie notwendig, ehe man sie als Standard einführt – nicht zuletzt im Hinblick auf die medikolegalen Konsequenzen dieser Forderung.

Literatur

1. Volk T, Graf BM, Gogarten W, Kessler P, Wulf H: Empfehlungen zur Lipidbehandlung bei der Intoxikation mit Lokalanästhetika. *Anästh Intensivmed* 2009;50:698–702
2. Bösenberg AT, Thomas J, Lopez T, Huledal G, Jeppsson L, Larsen LE: Plasma concentrations of ropivacaine following a single-shot caudal block of 1, 2 or 3 mg/kg in children. *Acta Anaesthesiol Scand* 2001;45:1276–1280
3. Knudsen K, Beckman Suurkula M, Blomberg S, Sjövall J, Edvardsson N: Central nervous and cardiovascular effects of i.v. infusions of ropivacaine, bupivacaine and placebo in volunteers. *Br J Anaesth* 1997;78(5):507–514
4. Dohi S, Seino, H: Spinal anesthesia in premature infants: dosage and effects of sympathectomy. *Anesthesiology* 1986;65:559–560
5. McGown RG: Caudal analgesia in children – five hundred cases for procedures below the diaphragm. *Anesthesia* 1982;37:806–809
6. Baily A, Valley R, Bigler R: High spinal anesthesia in an infant. *Anesthesiology* 1989;70:560
7. Pardridge WM: Drug transport in brain via the cerebrospinal fluid. *Fluids and Barriers of the CNS* 2011;8:7
8. Blomquist HK, Sundin S, Ekstedt J: Cerebrospinal fluid hydrodynamic studies in children. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1986;49:536–548
9. Brinker T, Stopa E, Morrison J, Klinge P: A new look at cerebrospinal fluid circulation. *Fluids and Barriers of the CNS* 2014;11:10
10. Pollay M: The function and the structure of the cerebrospinal fluid outflow system. *Cerebrospinal Fluid Research* 2010;7:9
11. Desparmet JF: Total Spinal Anesthesia After Caudal Anesthesia in an Infant. *Anesth Analg* 1990;70:665–667
12. Afshan G, Khan FA: Total spinal anaesthesia following caudal block with bupivacaine and buprenorphine. *Paediatric Anaesthesia* 1996;6:239–242
13. Lumb AB, Carli F: Respiratory arrest after a caudal injection of bupivacaine. *Anaesthesia* 1989;44:324–325
14. Inagawa G, Miwa T, Hiroki K: Unanticipated dural tap in caudal anesthesia: a case of intrasacral meningocele. *Anesth Analg* 2005;101(1):302

15. Gupta A, Shah S, Sengar M: Occult intrasacral meningocele leading to inadvertent dural tap during caudal block detected by point of care ultrasonography. *Pediatric Anesthesia* 2016;26:1115–1116
16. Wrigley M: Inadvertent dural puncture during caudal anaesthesia for Saethre-Chotzen Syndrome. *Anaesthesia* 1991;46:705
17. Meyer RJ: Dural puncture via sacral hiatus. *Anaesthesia* 1984;39:610
18. Desparmet JF, Mateo J, Mazoit JX, Ecoffey C: Efficacy of a test dose with epinephrine in children anesthetized with halothane. *Anesthesiology* 1990;72:249–251
19. Cohen JE, Godes J, Morales B: Postpartum bilateral subdural hematomas following spinal anesthesia: a case report. *Surg Neurol* 1997;47(1):6–8
20. Acharya R, Chhabra SS, Ratra M, Sehgal AD: Cranial subdural haematoma after spinal anaesthesia. *Br J Anaesth* 2001;86(6):893–895
21. Rudehill A, Gordon E, Rahn T: Subdural haematoma. A rare but life-threatening complication after spinal anaesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand* 1983;27(5):376–377
22. Simgen A: Spinale Zysten – Diagnostik und Therapie. *Radiologie* 2018;58: 113–119
23. Nabors MW, Pait TG, Byrd EB, Karim NO, Davis DO, Kobrine AL, Rizzoli HV: Updated assessment and current classification of spinal meningeal cysts. *J Neurosurg* 1988;68:366–377
24. Tarlov IM: Perineural cysts of the spinal nerve roots. *Arch Neuro Psychiatry* 1938;40:1067–1074
25. Joo J, Kim J, Lee J: The prevalence of anatomical variations that can cause inadvertent dural puncture when performing caudal block in Koreans: a study using magnetic resonance imaging. *Anaesthesia* 2010;65:23–26
26. Paulsen RD, Call GA, Murtagh FR: Prevalence and percutaneous drainage of cysts of the sacral nerve root sheath (Tarlov cysts). *AJNR Am J Neuroradiol* 1994;15(2):293–297
27. Senoglu N, Senoglu M, Ozkan F, Kesilmez C, Kizildag B, Celik M: The level of termination of the dural sac by MRI and its clinical relevance in caudal epidural block in adults. *Surg Radiol Anat* 2013;35:579–584
28. Hulens MA, Dankaerts W, Rasschaert R, Bruyninckx F, Willaert ML, et al: Can patients with symptomatic Tarlov cysts be differentiated from patients with specific low back pain based on comprehensive history taking? *Acta Neurochirurgica* 2018;160(4):839–844. DOI:10.1007/s00701-018-3494-z
29. Meier C, Eitner L, Altenscheidt J, Nicolas V, Martinez R: 6 Jahre erfolgreiche Schmerztherapie bei thorakaler Radikulopathie durch eine unerkannte Tarlov-Zyste. *Schmerz* 2018;32:56–60
30. Kao SC, Lin CS: Caudal epidural block: An Updated Review of Anatomy and Techniques. *BioMed Res Int* 2017; 9217145
31. Chen CP, Wrong AM, Hsu CC, Tsai WC, Chang CN, Lin SC, et al: Ultrasound as a screening tool for proceeding with caudal epidural injections. *Arch Phys med Rehabil* 2010;91(3):358–363
32. Nikooseresht M, Hashemi M, Mohajerani SA, Shahandeh F, Agah M: Ultrasound as a screening tool for performing caudal epidural injections. *Iran J Radiol* 2014;11(2):e13262
33. Yoon JS, Sim KH, Kim SJ, Kim WS, Koh SB, Kim BJ: The feasibility of color Doppler ultrasonography for caudal epidural steroid injection. *Pain* 2005;118(1-2):210–214
34. Raghunathan K, Schwartz D, Conelly NR: Determining the accuracy of caudal needle placement in children: a comparison of the swoosh test and ultrasonography. *Paediatr Anaesth* 2008;18(7):606–612
35. Tsui B, Leipoldt C, Desai S: Color Flow Doppler Ultrasonography Can Distinguish Caudal Epidural Injection from Intrathecal Injection. *Anesth Analg* 2013;116(6):1376–1379
36. Dalens D, Hasnaoui A: Caudal anaesthesia in paediatric surgery: success rate and adverse effects in 750 consecutive patients. *Anesth Analg* 1989;63:359–562.

Korrespondenz- adresse



Dr. Erika Schulte

Klinik für Anästhesiologie mit
Schwerpunkt operative Intensiv-
medizin
Charité – Universitätsmedizin Berlin
Campus Virchow-Klinikum
Augustenburger Platz 1
13353 Berlin, Deutschland
Tel.: 030450 551002
Fax: 030450 551900
E-Mail: erika.schulte@charite.de