

## Complications in paediatric anaesthesia

M. Jöhr

## Komplikationen in der Kinderanästhesie

► **Zitierweise:** Jöhr M: Komplikationen in der Kinderanästhesie. *Anästh Intensivmed* 2017;58:259-266.  
DOI: 10.19224/ai2017.259

### Zertifizierte Fortbildung

### CME online

BDA- und DGAI-Mitglieder müssen sich mit ihren Zugangsdaten aus dem geschlossenen Bereich der BDA- und DGAI-Webseite unter der Domain [www.cme-anesthesiologie.de](http://www.cme-anesthesiologie.de) anmelden, um auf das Kursangebot zugreifen zu können.

Der Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt vorliegt.

### Schlüsselwörter

Kinderanästhesie – Komplikationen – Atemweg – Kreislauf – Mortalität

### Keywords

Paediatric Anaesthesia – Complications – Airway – Circulation – Mortality

### Zusammenfassung

Das Risiko einer Narkose ist bei kleinen Kindern viel größer als bei Erwachsenen. Prädiktoren für Komplikationen sind das Alter des Kindes und die Erfahrung des Anästhesisten; mangelnde Erfahrung des Anästhesisten, ungeeignetes Material und großer Zeitdruck begünstigen einen fatalen Verlauf. Das Hauptrisiko ist eine ungenügende Atemwegssicherung. Beim erkälteten Kind sind Komplikationen wie Husten, Sättigungsabfall oder Laryngospasmus häufiger, vom erfahrenen Anästhesisten können sie jedoch meist antizipiert oder erkannt und erfolgreich behandelt werden. Die Prophylaxe der Aspiration erfolgt durch eine modifizierte Blitzeinleitung (Rapid Sequence Induction; RSI); die klassische RSI mit Apnoe hat keinen Platz in der Kinderanästhesie. Bei einer kardialen Grunderkrankung ist das perioperative Risiko erhöht; die Relevanz von Kardiomyopathie und pulmonaler Hypertonie wird leicht unterschätzt. Der Blutdruck ist nur ein Surrogatparameter für die Organperfusion, soll aber trotzdem von Anfang an gemessen werden und gewisse Werte nicht unterschreiten. Die Hypo-natriämie ist eine ständige Gefahr in der pädiatrischen Akutmedizin; perioperativ sollen nur plasmaadaptierte (balancierte) Vollelektrolytlösungen wie Ringeracetat infundiert werden. Die Überdosierung von Anästhetika ist häufig die Ursache eines Kreislaufstillstands. Opiode können postoperativ Übersedierung und Atemdepression bewirken. Eine Fokussierung auf Apoptose und Neurotoxizität

lenkt von den eigentlichen Problemen ab; dies sind mangelnde Erfahrung der Beteiligten und eine nicht optimal geführte Anästhesie. Eine gute Vorbereitung und Checklisten helfen, das Risiko zu reduzieren. Erfahrung, Voraussicht und Sorgfalt sind elementar wichtig.

### Summary

The anaesthetic risk is much more important in small children than in adult surgical patients. The age of the patient and the experience of the anaesthesiologist are main predictors of complications, and poor experience of the anaesthetist combined with suboptimal equipment and time pressure enhance a fatal course. Insufficient airway management is the predominant risk factor. Complications, such as coughing, desaturation and laryngospasm, are more common in children with upper respiratory infection; however, the experienced practitioner will be able to anticipate or recognize and successfully treat most of these complications. A modified rapid sequence induction is used to prevent the occurrence of pulmonary aspiration, whereas the classic rapid sequence induction with apnoea is obsolete in paediatric anaesthesia. Cardiac co-morbidity increases the risk of perioperative complications; especially the relevance of cardiomyopathy and pulmonary hypertension is often underestimated. Although blood pressure is only a surrogate for adequate organ perfusion, it should be measured from the beginning of the case and kept

within safe limits. Hyponatraemia is a continuous threat in paediatric acute care; only balanced crystalloid solutions (e.g. Ringer acetate) should be used in the perioperative field. An anaesthetic overdose is a common cause of cardiac arrest. Opioids can cause postoperative oversedation and respiratory depression. A focus on apoptosis and neurotoxicity detracts from the real, existing problems, such as the often lacking experience of the responsible anaesthesiologist and the suboptimal management of the case. Optimal preparation and check lists are helpful to reduce the risk. Experience, foresight and carefulness are of paramount importance.

### Einleitung

Für viele Anästhesisten stellt die Versorgung von Kindern eine erhebliche Anspannung dar, auch wenn kleinere Eingriffe wie Adenotomien oder die Versorgung kindlicher Leistenhernien in vielen Krankenhäusern zum operativen Spektrum gehören. Trotz Beachtung der in einem vorangegangenen Beitrag dargelegten allgemeinen Grundlagen der Kinderanästhesie [1] ist jederzeit und bei allen Eingriffen mit Komplikationen zu rechnen [2]. Es fehlt oft die Vertrautheit und Erfahrung mit Kindern, um den Zustand des kleinen Patienten richtig einzuschätzen. Auch für erfahrene Kinderanästhesisten bestehen Unsicherheiten darüber, welche Messwerte sicher und damit akzeptabel für die betreffende Patientengruppe sind [3]. All das trägt neben den physiologischen Besonderheiten dazu bei, dass Komplikationen bei kleinen Kindern viel öfter auftreten. Es wird vermutet, dass anästhesiebedingte Todesfälle bei Kindern rund zehnmal häufiger sind als bei Erwachsenen [4] – eine erschreckende Tatsache, da es sich oft um völlig gesunde Kinder mit noch weitem Lebenshorizont handelt.

Die oben genannten Eingriffe, aber auch Wundversorgungen, Fremdkörperentfernungen oder Tränenwegsondierungen, erfordern zwar keinen hohen chirurgischen Aufwand, aber trotzdem eine Allgemeinanästhesie. Diese Anästhesien sind zwar kurz, aber nicht risikofrei,

und sie müssen mit der nötigen Sorgfalt erfolgen.

**Kinderanästhesie in der Hand des Unerfahrenen ist gefährlich – Komplikationen sind häufiger als bei Erwachsenen. Es gibt zwar den kleinen Eingriff, nicht aber die kleine Narkose.**

### Ausmaß des Risikos

#### Alter des Kindes und Erfahrung des Anästhesisten

**Das Alter des Kindes [5,6,7] und die Erfahrung des Anästhesisten [8] sind die wichtigsten Prädiktoren für Komplikationen.**

Das Komplikationsrisiko ist beim kleinen Kind deutlich höher als bei größeren Kindern oder Erwachsenen. Aus einem pädiatrischen Zentrum wird über einen anästhesiebedingten Todesfall auf 10.188 Narkosen berichtet [9], allerdings waren hier die betroffenen Kinder meist schwer krank und die Hälfte hatte eine pulmonale Hypertonie.

Der häufigste Fehler ist zweifellos, dass der zuständige Anästhesist es nicht kann – dass er die Verantwortung für einen Fall übernimmt, für den er letztlich zu wenig Erfahrung und ungenügende Fertigkeiten besitzt. Es ist realitätsfremd zu glauben, dass jeder Anästhesist auch einen Säugling gut anästhesieren kann. Ein ständiges Training mit genügender

Fallzahl ist nötig, um sicher und erfolgreich Kinder zu anästhesieren. Es gibt allerdings keine wissenschaftlich fundierten Daten, um eine genügende Fallzahl konkret zu definieren.

**Für eine sichere Kinderanästhesie braucht es Können (Fertigkeiten und Erfahrung), Voraussicht und Notfallpläne.**

### Häufige Gefahren

#### Atemwegsprobleme

##### Allgemeines

**Atemwegsprobleme sind häufig, dies vor allem bei kleinen Kindern [10], und die ungenügende Sicherung des Atemwegs stellt das Hauptrisiko bei Kindernarkosen dar [11].**

Die endotracheale Intubation geht bei kleinen Kindern häufiger mit Schwierigkeiten einher. Hierfür sind vor allem drei Dinge verantwortlich (Tab. 1):

- Mangelnde Erfahrung,
- nicht optimales Material,
- großer Zeitdruck.

#### Atemwegsinfektionen und Laryngospasmus

Kleine Kinder haben sehr häufig Infekte der oberen Atemwege – rund 6x pro Jahr in den ersten zwei Lebensjahren und vor allem im Winterhalbjahr [12]. In Australien waren im Winterhalbjahr von 2.051 pädiatrischen Patienten 22,3%

**Tabelle 1**

Die drei Ursachen für das erhöhte Risiko bei Kindernarkosen und die Lösungsmöglichkeiten.

Ursachen	Lösungsmöglichkeiten
1. Mangelnde Erfahrung	Verlegen von Neugeborenen und Säuglingen an Zentren Einbezug einer beschränkten Zahl von Mitarbeitern Supervision durch einen Erfahrenen
2. Nicht optimales Material	Arbeitsplatz vollständig mit Kindermaterial ausgestattet Tabellen und Standards griffbereit Beratung durch einen Erfahrenen
3. Großer Zeitdruck	Vorausschauende Planung Arbeiten nach Algorithmen und Checklisten Üben mit Simulation

akut und 45,8% innerhalb der letzten 6 Wochen erkältet [13]. Die Entscheidungsfindung und das Vorgehen bei diesem hohen Patientenanteil ist daher von großer praktischer Relevanz [14], und eine Ablehnung aller erkälteten Kinder ist keine realistische Option.

### Das Risiko respiratorischer Komplikationen ist bei einer akuten oder weniger als zwei Wochen zurückliegenden Erkältung erhöht [15].

Es kommt gehäuft zu Husten, Laryngospasmus und Bronchospasmus mit Abfall der pulsoxymetrisch bestimmten Sauerstoffsättigung ( $SpO_2$ ); die Apnoetoleranz ist reduziert und intra- wie postoperativ werden tiefere  $SpO_2$ -Werte gemessen. Der Umgang mit diesen Fakten hat sich in den letzten Jahren geändert.

- Früher wurden schwerwiegende Komplikationen als möglich und häufig erachtet; McGill [16] berichtete im Jahr 1979, dass zehn von elf Kindern mit relevanten Komplikationen anamnestisch einen Infekt der oberen Luftwege hatten, und sogar ein letaler Verlauf wurde einem Atemwegsinfekt zugeordnet [17].
- Heute wird davon ausgegangen, dass typische Komplikationen bei erkälteten Kindern von einem erfahrenen Kinderanästhesisten antizipiert, rechtzeitig erkannt und ohne oder mit minimaler Morbidität behandelt werden können [18].

Selbst in der pädiatrischen Kardiochirurgie ist die Mortalität und die Hospitalisationsdauer beim erkälteten Kind nicht erhöht [19]. Atelektasen und bakterielle Infektionen sind allerdings häufiger und mahnen zur Zurückhaltung (Tab. 2).

- Besondere Vorsicht ist bei kleinen Säuglingen geboten, die mit dem **Respiratory syncytial-Virus (RSV)** infiziert sind [20]: RSV-Infektionen sind in diesem Alter häufig Ursache einer schweren Bronchiolitis mit Beatmungspflicht. Säuglinge mit RSV-Infektionen wirken krank, sie haben mehr als eine laufende Nase, sind somit für den Anästhesisten erkennbar und für Wahleingriffe abzulehnen.
- Auch der Stellenwert einer Exposition gegenüber **Zigarettenrauch** wird oft unterschätzt. Atemwegskomplikationen nehmen hier dosisabhängig zu [21]; das Risiko eines Laryngospasmus steigt um den Faktor 10 [22], und auch postoperativ ist die  $SpO_2$  tiefer.

### Aspiration

**Auch bei Kindern kann es zur Aspiration mit zum Teil relevanter Morbidität kommen [23,24]; die Folgen scheinen aber weniger schwerwiegend zu sein als bei Erwachsenen, bei denen regelmäßig über Todesfälle berichtet wird [25].**

Warner et al. berichteten über 24 Aspirationen bei 63.180 Kinderanästhesien [23]; nur 9 der 24 Kinder entwickelten Symptome, fünf mussten beatmet werden, kein Kind verstarb. Die Inzidenz betrug 1:2.632, bei Notfalleingriffen lag sie rund 10x höher. Von klinischer Relevanz ist, dass **kein Kind, das nach zwei Stunden symptomlos** geblieben war, in der Folge noch Komplikationen entwickelte. In britischen Kinderkliniken betrug die Inzidenz nur 1:4.932, und auch hier verstarb kein Kind [24]. Die

beteiligten Anästhesisten waren in der Kinderanästhesie erfahren, 22 von 24 Kindern wurden von „Consultant paediatric anaesthetists“ betreut.

Obwohl katastrophale Folgen bei Kindern selten sind, ist eine relevante Morbidität möglich - erfahrungsgemäß steht bei mangelnder Erfahrung der Beteiligten eine hektische Einleitung mit Aspiration, gefolgt von Oxygenierungsproblemen und Schwierigkeiten bei der Atemwegssicherung, oft am Anfang einer **Spirale in den Abgrund**.

**Die Prophylaxe erfolgt durch eine modifizierte Blitzeinleitung (Rapid Sequence Induction; RSI) ohne Zeitdruck. Nach Erreichen einer ausreichenden Anästhetiefe und beginnender Muskelrelaxierung wird das Kind sorgfältig mit der Maske beatmet, ohne dabei Abwehr, Pressen oder Regurgitation zu provozieren.**

Die klassische RSI mit Apnoe hat in der Kinderanästhesie keinen Platz mehr [26].

### Verletzungen

**Die Intubation soll stets sorgfältig und atraumatisch erfolgen.**

Verletzungen kommen typischerweise im Bereich der Membrana cricothyreoidea vor; an dieser Stelle stößt der Tubus beim Einführen primär an. Die Perforationsgefahr ist groß, wenn die Strukturen sehr fein sind (Frühgeborene), oder wenn die Trachea fixiert ist und nicht ausweichen kann (Tumoren). Der Tubus soll keinesfalls mit Gewalt vorgeschoben werden. Auch durch grobes Manipulieren im Pharynx – z. B. mit dem Laryngoskop oder peripartal mit dem Finger des Geburtshelfers – kann die Hinterwand des Pharynx verletzt werden.

### Herz und Kreislauf

#### Kardiomyopathie und pulmonale Hypertonie

**Eine kardiale Grunderkrankung erhöht das perioperative Risiko [27]. Während Herzfehler oft mittels Blick-**

**Tabelle 2**

Entscheidungsfindung bei einem Infekt der oberen Luftwege.

Zustand des Kindes	Mögliches Vorgehen
Allgemeinzustand reduziert Fieber $>38,5^\circ\text{C}$ Produktiver Husten	Den Eingriff besser verschieben – das Kind geht auch nicht draußen spielen und nicht in die Schule
Allgemeinzustand gut Laufende Nase Gelegentlich Husten	Ein Eingriff ist vertretbar – jedoch besondere Vorsicht bei kleinem Kind, ängstlichen Eltern und zusätzlichen Risikofaktoren

diagnose (Zyanose) und dem Stethoskop (Geräusche) vermutet werden können, sind die klinischen Zeichen einer Kardiomyopathie oder einer pulmonalen Hypertonie oft subtil und die Schwere des Zustandes wird daher unterschätzt.

- Bei 1,7% von Kindern mit **Kardiomyopathie** kam es während der Narkoseeinleitung zum Herzstillstand [28].
- Auch Kinder mit **pulmonaler Hypertonie** sind gefährdet; bei 256 Anästhesien kam es zu acht schweren Zwischenfällen, davon zwei mit letalem Ausgang [29].
- Patienten mit Fontan-Zirkulation (Zustand nach totaler kavopulmonaler Anastomose) sind bei nicht-kardialer Chirurgie erheblich gefährdet; 12 von 39 Patienten (31%) hatten Komplikationen, 1 Patient verstarb [30].
- Beängstigend ist, dass bei kleinen Säuglingen, die ihr Kreislaufsystem noch kaum belasten, eine unerkannte strukturelle Herzpathologie vorliegen kann, die erst bei der Anästhesieeinleitung manifest wird – dazu zählen zyanotische Krise bei Fallot'scher Tetralogie oder ein Herzstillstand bei Anomalie der Koronararterien. Bei unerwarteter kardiovaskulärer Instabilität ist immer eine umfassende Klärung der Differenzialdiagnosen geboten, auch wenn Überdosierung von Anästhetika und Hypovolämie die häufigsten Ursachen sind.

**Kinder mit kardialer Grunderkrankung sollen nur von entsprechend erfahrenen Anästhesisten betreut werden und bedürfen einer minutiösen Überwachung, damit auch nicht kurzzeitig vom guten Pfad abgewichen wird.**

### Blutdruck und Perfusion

**Die Aufrechterhaltung einer genügenden Organperfusion und Gewebeatmung ist eine zentrale Forderung an die Narkoseführung.**

**Tabelle 3**

Blutdruckgrenzen bei Kindernarkosen (Expertenmeinung).

	Termingeborene und Säuglinge < 6 Monate	Kleinkinder	Schulkinder
Ziel-MAP	>40 mm Hg	>50 mm Hg	>60 mm Hg
Aggressive Therapie erforderlich ab	<30 mm Hg	<40 mm Hg	<50 mm Hg

MAP = Mean arterial pressure; arterieller Mitteldruck.

Der Blutdruck ist zwar nur ein Surrogatparameter; er soll aber auch bei Kindern immer von Anfang an gemessen werden und gewisse Werte nicht unterschreiten. Wichtig ist zudem das Vermeiden einer Hypokapnie mit der begleitenden zerebralen Vasokonstriktion. In letzter Zeit mehren sich Berichte über postoperative Krämpfe und Zeichen einer hypoxisch-ischämischen Enzephalopathie im Kernspin-Tomogramm nach längerer Hypotension bei kleinen Kindern [3].

Während früher bei Säuglingsnarkosen vielfach auch sehr tiefe Blutdruckwerte einfach hingenommen wurden, weil sie unter Narkose eben sehr häufig vorkamen, wird heute versucht, mittels Volumengabe und ggf. Gabe von Vasokonstriktiva einen minimalen Perfusiondruck aufrechtzuerhalten. Es ist jedoch schwierig, die Grenzwerte (Tab. 3) genau zu begründen.

**Nach Ansicht des Autors ist bei Termingeborenen und Säuglingen unter sechs Monaten ein arterieller Mitteldruck von mindestens 40 mm Hg anzustreben.**

Dafür sprechen Messungen der Hirnperfusion bei Kindern in Sevofluran-Narkose [31]; möglicherweise liegen aber auch noch etwas tiefere Werte (35 mm Hg) im sicheren Bereich [32].

### Venenzugang

#### Der fehlende Venenzugang

Die Schwierigkeiten beim Anlegen des Venenzugangs sind größer als vermutet; auch dem Erfahrenen gelingt es in 1/3 bis 1/5 der Fälle nicht auf Anhieb. Bei Kindern unter 1 Jahr [33] oder adipösen größeren Kindern kann der Anteil auf 50% steigen.

Dem Erfahrenen ist es zwar möglich, ein gesundes Kind ohne Venenzugang sicher inhalativ einzuleiten, und gelegentlich wird während der Anästhesie ganz auf einen Venenzugang verzichtet. Davon muss jedoch abgeraten werden und es muss die Ultima Ratio bleiben.

Der fehlende oder herausgerissene Venenzugang steht oft am Anfang einer **Spirale in den Abgrund** – z. B. bei einem Laryngospasmus in der Ausleitungsphase, wenn bei zunächst unmöglicher Beatmung die Vertiefung der Anästhesie und/oder die Relaxierung Priorität hat.

**Die rasche und gekonnte Venenkanülierung – ohne dabei den Zustand des Patienten aus dem Auge zu verlieren – bzw. im Notfall das rechtzeitige Ausweichen auf einen intraossären Zugang erfordern hinreichende Erfahrung in der Kinderanästhesie [34].**

### Der liegende Venenzugang

**Bei liegendem Venenzugang sind Paravasate eine ständig drohende Gefahr und können auch nach längerer problemloser Infusionstherapie auftreten.**

- Neben direktem Zug kann eine zunehmende Gewebeswellung die Kanülenspitze aus dem Gefäßlumen luxieren.
- Hoher Druck im Gefäßlumen – durch hohe Infusionsraten, hohe Viskosität des Infusats (Blutprodukte) und/oder behinderten Abfluss (beginnende Thrombosierung) – verstärkt den Flüssigkeitsaustritt und die Gewebeswellung.

Abbildung 1



Versehentlich arteriell liegende Kanüle nach versuchter Kanülierung einer Skalpvene. Die Fehllage ist bei sorgfältiger Beobachtung während des Spülens gut erkennbar.

In den Entscheid, einen liegenden Venenzugang für die Anästhesie zu nutzen, fließen verschiedene Kriterien wie Liegedauer und Einführtiefe der Kanüle im Gefäßlumen ein (Abb. 1).

Mit einem liegenden Venenzugang sind noch weitere Komplikationsmöglichkeiten verbunden:

- Ein für die Kindermedizin typisches Phänomen sind starke Nebenwirkungen durch Medikamenten-Rückstände im Schlauchsystem oder im Dreivegehahn.
- Aber auch die (versehentliche) Gabe von nicht indizierten Medikamenten oder gar Fehlmanipulationen wie die Infusion von Luft sind möglich.

**Bei einer liegenden Venenkanüle sind Voraussicht und ständige Sorgfalt nötig, um Fehllagen und weitere Komplikationen rechtzeitig zu erkennen.**

### Zentrale Venenkatheter

Ein zentraler Venenkatheter (ZVK) kann zu schwersten Komplikationen wie

Pneumothorax, Hämatothorax, Herzbeutel tamponade, Fehllagen, Thrombosen und Infektionen führen [5,6].

- **Punktionsbedingte Risiken** lassen sich durch Sorgfalt und Einsatz der Sonographie minimieren.

**Bei Anwendung der Seldinger-Technik muss vor der Dilatation die korrekte Lage des Drahtes mit größtmöglicher Sicherheit verifiziert sein – die eigentliche „Waffe“ ist der Dilatator.**

- **Fehllagen** können Thrombosen und Paravasate mit zum Teil katastrophalen Folgen auslösen. Die korrekte Lage in der oberen oder unteren Hohlvene muss verifiziert werden; eine Lage im rechten Vorhof ist zu vermeiden. Femoral eingeführte Katheter können in paravertebrale Venen abweichen und sogar epidurale Venen erreichen. Bei korrekter Lage in der V. cava inferior liegt der Katheter in der seitlichen Röntgenaufnahme vor den Wirbelkörpern.

## Infusionstherapie und Medikamente

### Infusionstherapie

**Kleine Kinder haben einen sehr hohen Wasserumsatz – sie haben einen großen Wasserbedarf, scheiden aber auch sehr viel Wasser aus [35].**

Bei Krankheit, Trauma und perioperativem Stress wird aus der Neurohypophyse vermehrt Antidiuretisches Hormon (ADH) ausgeschüttet.

- ADH fördert die renale Rückresorption von freiem Wasser und ermöglicht bei Krankheit oder Trauma das Überleben ohne medizinische Maßnahmen, wenn das Trinken vorübergehend nicht mehr möglich ist.
- Sobald eine Infusion erfolgt, wird dieser Wassersparmechanismus potenziell gefährlich – durch inadäquate Infusionstherapie zugeführtes freies Wasser kann zur Hyponatriämie, zum Hirnödem und zum Tod führen.

**Die Hyponatriämie ist in der pädiatrischen Akutmedizin eine latente Gefahr, der durch eine nach Art und Menge adäquate Infusionstherapie entgegengewirkt werden muss.**

Infusionsbedingte iatrogene Todesfälle kommen leider immer wieder vor [36]. Kinder nach Tonsillektomie oder kieferchirurgischen Eingriffen, die oft verzögert trinken und daher postoperativ Infusionen erhalten, scheinen besonders gefährdet zu sein. Gefährdet sind auch Kinder, die wegen Enuresis nocturna oder aus hämostaseologischen Gründen das ADH-Analogen Desmopressin (Minirin®) erhalten, weil Desmopressin die Ausscheidung von freiem Wasser vermindert.

**Perioperativ sollen auch für den Erhaltungsbedarf nur plasmaadaptierte bzw. balancierte Vollelektrolytlösungen (z. B. Ringer-Acetat) mit möglichst physiologischem Natriumgehalt infundiert werden [37,38]; zusätzlich soll bei allen kranken Kindern die Natrium-Konzentration im Plasma gemessen werden.**

## Anästhetika

**Die Überdosierung von Anästhetika ist eine häufige Ursache für einen Kreislaufstillstand [5,6]. Die medikamentös induzierte Hypotension dürfte vor allem bei Säuglingsnarkosen ein noch unterschätztes Risiko sein.**

- Bei einer Inhalationsanästhesie kann die individuelle Pharmakokinetik heute Atemzug für Atemzug überwacht werden; schwere Überdosierungen sind daher selten geworden.
- Gelegentlich werden aber inadäquat hohe Dosen von Propofol und Opioiden verabreicht, um ohne Muskelrelaxanzien intubieren zu können. Dies wird von gesunden Kindern zwar toleriert, kann aber bei vorbestehender Hypovolämie oder kardialen Begleiterkrankungen zum Kreislaufstillstand führen. Beim Neugeborenen führen schon geringe Propofol-Dosen zu einem erheblichen Blutdruckabfall [39].
- Ein **Opioid-Überhang** kann neben einer Übersedierung vor allem eine Atemdepression bewirken. Besonders Kinder mit NCA (Nurse Controlled Analgesia) sind adäquat zu überwachen. Typische Risikokonstellationen sind Kinder mit obstruktiver Schlafapnoe [40], die Morphin-Gabe bei Niereninsuffizienz sowie die Codein-Gabe bei CYP2D6-Varianten mit sehr rascher Metabolisierung von Codein zu Morphin [41]. Daneben kommen iatrogene Fehldosierungen vor [42], die nicht selten den Faktor 10 erreichen [43].

## Regionalanästhesie

**Die Regionalanästhesie hat im Konzept der postoperativen Analgesie für Kinder eine tragende Rolle.**

- Die klassischen Methoden Kaudalanästhesie, Penisblock und Wundinfiltration gelten bei sorgfältiger und korrekter Technik als sicher. Schwerwiegende Komplikationen oder gar Dauerschäden kommen kaum vor [44,45].

- Bei epiduralen Kathedertechniken sind Probleme hingegen häufiger [46]. So betrug in einer Serie von rund 10.000 epiduralen Katheteranlagen in hoch spezialisierten Kinderkliniken die Inzidenz eines bleibenden Schadens 1:10.000, einer schweren Komplikation 1:1.000 und einer druckbedingten „schwarzen Ferse“ 1:300 [47]. Weiter wurden sowohl punktionsbedingte [48] als auch ungeklärte, möglicherweise ischämiebedingte schwerste neurologische Schäden beschrieben. Insgesamt wurde das Risiko epiduraler Kathedertechniken bislang möglicherweise unterschätzt [49], und die Anwendung scheint rückläufig zu sein.

## Komplikationen durch Katheter, Sonden und Materialien

### Druckschäden

Auch sonstige Katheter und Sonden usw. können zu Komplikationen führen. Vor allem Kinder, die sich noch nicht konkret äußern können, erleiden Druckschäden, z. B. durch Infusionskanülen, Pulsoxymeter-Sensoren (Abb. 2) oder zu straff an die Nase geklebte Magensonden.

**Wenn Klebesensoren beim wachen, strampelnden Kind angelegt werden, sind sie oft sehr straff geklebt und es ist klug, sie nach Einleitung der Narkose für längere Eingriffe neu zu befestigen.**

## Magensonden

**Bei jeder Magensonde muss die korrekte Lage gewissenhaft geprüft werden.**

- Im Ösophagus umgeschlagene Sonden erfüllen ihren Zweck nicht, weil u. a. kein Mageninhalt aspiriert werden kann.
- Die alleinige Luftinsufflation mit Auskultation erlaubt keine sichere Lagekontrolle, weil eine Perforation der Magenwand nicht sicher erkannt wird – die auskultatorische Lagekontrolle mit gleichzeitiger Aspiration von Magensaft erhöht vermutlich die Sicherheit.
- Eine Fehllage im Bronchus führt zu pulmonalen Komplikationen; die Zufuhr von Nahrung direkt ins Duodenum führt ggf. zu Durchfällen.

Abbildung 2



In Abheilung begriffene Druckläsion nach einem zu straff angebrachten Pulsoxymeter-Sensor beim wachen und sich wehrenden Säugling.

## Fremdkörper

Im Pharynx zurückgelassene Tamponaden oder Teile von Abdruckmasse usw. können zu einer lebensbedrohlichen Atemwegsobstruktion führen. Weiter können Fremdkörper vom wachen Kind verschluckt werden und im Ösophagus stecken bleiben.

## Theoretische Risiken und die eigentlichen Probleme

Vor allem von Laien wird die Anästhetika-induzierte Neurotoxizität als schwerwiegendes Problem gesehen; darüber hinaus besteht an diesen Fragen ein großes Forschungsinteresse mit entsprechender Allokation von finanziellen Mitteln usw. Zwar steht außer Zweifel, dass Anästhetika auch bei Primaten und unter sorgfältig kontrollierten Bedingungen einen apoptotischen Zelluntergang beim sich entwickelnden Gehirn bewirken – die Auswirkungen einer einzelnen Exposition dürften aber gering sein, und vor allem gibt es bei begründeter Indikation keine Alternative.

**Eine Fokussierung auf Apoptose und Neurotoxizität lenkt von den echten Problemen ab – dies sind die oft mangelnde Erfahrung der Beteiligten und eine nicht optimal geführte Anästhesie [50].**

## Schlussfolgerungen

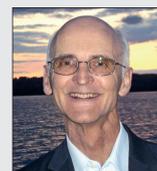
**Das Risiko einer Narkose ist bei kleinen Kindern viel größer als beim Erwachsenen. Das Alter des Kindes und die Erfahrung des Anästhesisten sind die Prädiktoren von Komplikationen. Die mangelnde Erfahrung des Anästhesisten, ungeeignetes Material und großer Zeitdruck begünstigen einen fatalen Verlauf. Eine optimale Vorbereitung und Checklisten helfen, das Risiko zu reduzieren. Erfahrung, Voraussicht und Sorgfalt sind elementar wichtig.**

## Literatur

- Jöhr M: Grundlagen der Kinderanästhesie. *Anästh Intensivmed* 2017;58: (im Druck)
- Becke K: Komplikationen in der Kinderanästhesie. *Anaesthesist* 2014;63:548-554
- McCann ME, Schouten AN, Dobija N, Munoz C, Stephenson L, Poussaint TY, et al: Infantile postoperative encephalopathy: Perioperative factors as a cause for concern. *Pediatrics* 2014;133:e751-e757
- Jöhr M, Schuhmacher P, Lippuner T; Info Stiftung für Patientensicherheit in der Anästhesie: Kinderanästhesie – Kinder sind keine kleinen Erwachsenen! [http://www.sgar-ssar.ch/fileadmin/user\\_upload/Dokumente/Flyer\\_Sicherheitshinweise/1\\_11\\_Kinderflyer\\_2011\\_d\\_Website.pdf](http://www.sgar-ssar.ch/fileadmin/user_upload/Dokumente/Flyer_Sicherheitshinweise/1_11_Kinderflyer_2011_d_Website.pdf) (am 14.01.2017)
- Murray JP, Geiduschek JM, Ramamoorthy C, Haberkern CM, Hackel A, Caplan RA, et al: Anesthesia-related cardiac arrest in children: Initial findings of the Pediatric Perioperative Cardiac Arrest (POCA) Registry. *Anesthesiology* 2000;93:6-14
- Bhananker SM, Ramamoorthy C, Geiduschek JM, Posner KL, Domino KB, Haberkern CM, et al: Anesthesia-related cardiac arrest in children: Update from the Pediatric Perioperative Cardiac Arrest Registry. *Anesth Analg* 2007;105:344-350
- Bunchungmongkol N, Punjasawadwong Y, Chumpathong S, Somboonviboon W, Suraseranivongse S, Vasinanukorn M, et al: Anesthesia-related cardiac arrest in children: The Thai Anesthesia Incidents Study (THAI Study). *J Med Assoc Thai* 2009;92:523-530
- Mamie C, Habre W, Delhumeau C, Argiroffo CB, Morabia A: Incidence and risk factors of perioperative respiratory adverse events in children undergoing elective surgery. *Paediatr Anaesth* 2004;14:218-224
- van der Griend BF, Lister NA, McKenzie IM, Martin N, Ragg PG, Sheppard SJ, et al: Postoperative mortality in children after 101,885 anesthetics at a tertiary pediatric hospital. *Anesth Analg* 2011;112:1440-1447
- Murat I, Constant I, Maud'huy H: Peri-operative anaesthetic morbidity in children: A database of 24,165 anaesthetics over a 30-month period. *Paediatr Anaesth* 2004;14:158-166
- Braz LG, Braz JR, Modolo NS, do Nascimento P, Brushi BA, de Carvalho LR: Perioperative cardiac arrest and its mortality in children. A 9-year survey in a Brazilian tertiary teaching hospital. *Paediatr Anaesth* 2006;16:860-866
- Heikkinen T, Jarvinen A: The common cold. *Lancet* 2003;361(9351):51-59
- Parris SJ, Barker DS, Van Der Walt JH: Clinical predictors of anaesthetic complications in children with respiratory tract infections. *Paediatr Anaesth* 2001;11:29-40
- Tait AR, Malviya S: Anesthesia for the child with an upper respiratory tract infection: Still a dilemma? *Anesth Analg* 2005;100:59-65
- Ungern-Sternberg BS, Boda K, Chambers NA, Rebmann C, Johnson C, Sly PD et al: Risk assessment for respiratory complications in paediatric anaesthesia: A prospective cohort study. *Lancet* 2010;376(9743):773-783
- McGill WA, Coveler LA, Epstein BS: Subacute upper respiratory infection in small children. *Anesth Analg* 1979;58:331-333
- Konarzewski WH, Ravindran N, Findlow D, Timmis PK: Anaesthetic death of a child with a cold. *Anaesthesia* 1992;47:624
- Tait AR: Anesthetic management of the child with an upper respiratory tract infection. *Curr Opin Anaesthesiol* 2005;18:603-607
- Malviya S, Voepel-Lewis T, Siewert M, Pandit UA, Riegger LQ, Tait AR: Risk factors for adverse postoperative outcomes in children presenting for cardiac surgery with upper respiratory tract infections. *Anesthesiology* 2003;98:628-632
- Wörner J, Jöhr M, Berger TM, Christen P: Infektionen mit dem „respiratory syncytial virus“ – unterschätzte Gefahr in der Kinderanästhesie. *Anaesthesist* 2009;58:1041-1044
- Skolnick ET, Vomvolakis MA, Buck KA, Mannino SF, Sun LS: Exposure to environmental tobacco smoke and the risk of adverse respiratory events in children receiving general anesthesia. *Anesthesiology* 1998;88:1144-1153
- Lakshmi N, Bokesch PM, Cowen DE, Lisman SR, Schmid CH: Environmental tobacco smoke: A risk factor for pediatric laryngospasm. *Anesth Analg* 1996;82:724-727
- Warner MA, Warner ME, Warner DO, Warner LO, Warner EJ: Perioperative pulmonary aspiration in infants and children. *Anesthesiology* 1999;90:66-71
- Walker RW: Pulmonary aspiration in pediatric anesthetic practice in the UK: A prospective survey of specialist pediatric centers over a one-year period. *Paediatr Anaesth* 2013;23:702-711

25. Sakai T, Planinsic RM, Quinlan JJ, Handley LJ, Kim TY, Hilmi IA: The incidence and outcome of perioperative pulmonary aspiration in a university hospital: A 4-year retrospective analysis. *Anesth Analg* 2006;103:941-947
26. Engelhardt T: Rapid sequence induction has no use in pediatric anesthesia. *Paediatr Anaesth* 2015;25:5-8
27. Ramamoorthy C, Haberkern CM, Bhananker SM, Domino KB, Posner KL, Campos JS et al: Anesthesia-related cardiac arrest in children with heart disease: Data from the Pediatric Perioperative Cardiac Arrest (POCA) registry. *Anesth Analg* 2010;110:1376-1382
28. Lynch J, Pehora C, Holtby H, Schwarz SM, Taylor K: Cardiac arrest upon induction of anesthesia in children with cardiomyopathy: An analysis of incidence and risk factors. *Paediatr Anaesth* 2011;21:951-957
29. Carosino MJ, Friesen RH, Doran A, Ivy DD: Perioperative complications in children with pulmonary hypertension undergoing noncardiac surgery or cardiac catheterization. *Anesth Analg* 2007;104:521-527
30. Rabbitts JA, Groenewald CB, Mauer-mann WJ, Barbara DW, Burkhart HM, Warnes CA, et al: Outcomes of general anesthesia for noncardiac surgery in a series of patients with Fontan palliation. *Paediatr Anaesth* 2013;23:180-187
31. Rhondali O, Mahr A, Simonin-Lansiaux S, De Queiroz M, Rhzioual-Berrada K, Combet S et al: Impact of sevoflurane anesthesia on cerebral blood flow in children younger than 2 years. *Paediatr Anaesth* 2013;23:946-951
32. Rhondali O, Pouyau A, Mahr A, Juhel S, De Queiroz M, Rhzioual-Berrada K, et al: Sevoflurane anesthesia and brain perfusion. *Paediatr Anaesth* 2015;25:180-185
33. Cuper NJ, de Graaff JC, van Dijk AT, Verdaasdonk RM, van der Werff DB, Kalkman CJ: Predictive factors for difficult intravenous cannulation in pediatric patients at a tertiary pediatric hospital. *Paediatr Anaesth* 2012;22:223-229
34. Jöhr M: Das Kind mit schwierigen Venen. *Anaesthesist* 2009;58:861-862
35. Steurer MA, Berger TM: Infusionstherapie bei Neugeborenen, Säuglingen und Kindern. *Anaesthesist* 2011;60:10-22
36. Moritz ML, Ayus JC: Prevention of hospital-acquired hyponatremia: A case for using isotonic saline. *Pediatrics* 2003;111:227-230
37. Wang J, Xu E, Xiao Y: Isotonic versus hypotonic maintenance IV fluids in hospitalized children: A meta-analysis. *Pediatrics* 2014;133:105-113
38. Sumpelmann R, Becke K, Crean P, Jöhr M, Lönnqvist PA, Strauss JM, et al: European consensus statement for intraoperative fluid therapy in children. *Eur J Anaesthesiol* 2011;28:637-639
39. Nauta M, Onland W, De Jaegere A: Propofol as an induction agent for endotracheal intubation can cause significant arterial hypotension in preterm infants. *Paediatr Anaesth* 2011;21:711-712
40. Coté CJ, Posner KL, Domino KB: Death or neurologic injury after tonsillectomy in children with a focus on obstructive sleep apnea: Houston, we have a problem! *Anesth Analg* 2014;118:1276-1283
41. Ciszowski C, Madadi P, Phillips MS, Lauwers AE, Koren G: Codeine, ultrarapid-metabolism genotype, and postoperative death. *N Engl J Med* 2009;361:827-828
42. Niesters M, Overdyk F, Smith T, Aarts L, Dahan A: Opioid-induced respiratory depression in paediatrics: A review of case reports. *Br J Anaesth* 2013;110:175-182
43. Doherty C, Mc DC: Tenfold medication errors: 5 years' experience at a university-affiliated pediatric hospital. *Pediatrics* 2012;129:916-924
44. Giaufré E, Dalens B, Gombert A: Epidemiology and morbidity of regional anesthesia in children: A one-year prospective survey of the french-language society of pediatric anesthesiologists. *Anesth Analg* 1996;83:904-912
45. Ecoffey C, Lacroix F, Giaufré E, Orliaguet G, Courrèges P: Epidemiology and morbidity of regional anesthesia in children: A follow-up one-year prospective survey of the French-Language Society of Paediatric Anaesthesiologists (ADARPEF). *Paediatr Anaesth* 2010;20:1061-1069
46. Polaner DM, Taenzer AH, Walker BJ, Bösenberg A, Krane EJ, Suresh S, et al: Pediatric Regional Anesthesia Network (PRAN): A multi-institutional study of the use and incidence of complications of pediatric regional anesthesia. *Anesth Analg* 2012;115:1353-1364
47. Llewellyn N, Moriarty A: The national pediatric epidural audit. *Paediatr Anaesth* 2007;17:520-533
48. Allison CE, Aronson DC, Geukers VG, van den Berg R, Schlack WS, Hollmann MW: Paraplegia after thoracotomy under combined general and epidural anesthesia in a child. *Paediatr Anaesth* 2008;18:539-542
49. Bösenberg AT, Jöhr M, Wolf AR: Pro con debate: The use of regional vs systemic analgesia for neonatal surgery. *Paediatr Anaesth* 2011;21:1247-1258
50. Weiss M, Vutskits L, Hansen TG, Engelhardt T: Safe Anesthesia For Every Tot - The SAFETOTS initiative. *Curr Opin Anaesthesiol* 2015;28:302-307.

### Korrespondenz- adresse



**Dr. med.  
Martin Jöhr**

Klinik für Anästhesie, Rettungsmedizin  
und Schmerztherapie  
Luzerner Kantonsspital  
6000 Luzern 16, Schweiz  
Tel.: 0041 79 446 9176  
Fax: 0041 41 370 5427  
E-Mail: joehrmartin@bluewin.ch