

Rapid-Sequence-Induction des nicht nüchternen Kindes – warum brauchen wir eine neue Handlungsempfehlung?

M.N. Schreiber

Klinik für Anästhesiologie, Universitätsklinikum Ulm (Direktor: Prof. Dr. Dr. h.c. M. Georgieff)

Eine Rapid-Sequence-Induction (RSI) eines Neugeborenen oder Säuglings nach klassischem Muster ist auch für einen erfahrenen Anästhesisten eine beängstigende Herausforderung. „Was tun bei schwierigen Venenverhältnissen und drängelnden Chirurgen?“ ist ein Evergreen nach jedem Vortrag zur Narkose bei nicht nüchternen Kindern.

Unter dem Druck der drohenden Aspiration scheint jedes Mittel recht, das Kind rasch und um jeden Preis ruhigzustellen: die überfallartige, gewaltsame Maskeneinleitung mit hohen Sevoflurankonzentrationen (vornehm ausgedrückt: eine Single-breath-induction) wird genau wie die intraossäre Kanüle immer wieder argumentativ ins Feld geführt, um eine drohende Aspiration zu verhindern.

Aber gibt es den Beweis, dass eine Aspiration mit einer RSI verhindert werden kann, überhaupt? Was bringt die Präoxygenierung im Kindesalter und wie ist diese richtig durchzuführen? Kann bei einem Neugeborenen eine ganze Minute in Apnoe abgewartet werden, bis das Relaxanz seine Wirkung entfaltet hat? Wodurch wird aktives Erbrechen ausgelöst: durch die Injektion eines Hypnotikums oder durch Manipulationen am Zungengrund in flacher Narkose? Ist die Aspiration von Mageninhalt überhaupt eine häufige und gefährliche Komplikation der Narkoseeinleitung von nicht nüchternen Kindern? Ängste (vor allem vor forensischen Folgen, weniger um die Sicherheit des Kindes) und Mythen bestimmen das Bild der klassischen RSI.

Während die Aspiration im Kindesalter eine seltene Komplikation ist, gehören Hypoxämien zu den mit Abstand häufigsten Komplikationen der Kinderanästhesie. Ihre Bedeutung für die perioperative Morbidität und Mortalität ist nicht zu unterschätzen und gut belegt.

Kleine Kinder sind durch eine Hypoxie viel stärker gefährdet als durch eine Aspiration. Auch auf eine – für Erwachsene – kurzdauernde Apnoe (Abwarten der Relaxation!) reagieren sie mit einer tiefen Hypoxie. Ursache sind die etwas kleinere FRC, die beim kranken Kind und in Narkose weiter abnimmt und der deutlich erhöhte Sauerstoffverbrauch. Die geringe Kooperation zu einer suffizienten Präoxygenierung führt zu einer weiteren Verschlechterung der Apnoetoleranz.

Viele Anästhesisten sind darüber hinaus im klinischen Alltag nur selten mit Kindern befasst. Durch die fehlende Routine kommt es während der Einleitung zu Hektik und Nervosität, die nicht selten Ursache schwerer Komplikationen ist.

Vor einigen Jahren haben Markus Weiss (Zürich) und Martin Jöhr (Luzern) die Diskussion angestoßen, die RSI im Kindesalter neu zu definieren. Markus Weiss hat die Idee einer modifizierten RSI nach Berlin gebracht, und wir haben die RSI zum Thema im Wissenschaftlichen Arbeitskreis Kinderanästhesie gemacht.

Der Arbeitskreis hat eine Empfehlung vorgelegt, die in den Augen vieler Anästhesisten einen revolutionären Bruch mit gewohnten Traditionen darstellt: wir können den vollständigen Wirkeintritt eines nichtdepolarisierenden Muskelrelaxanz abwarten, weil wir die Kinder während dieser Zeit beatmen! Das scheint zunächst ungeheuerlich! Darüber hinaus verzichten wir noch dazu auf den Cricoid-Druck und auf eine Kopftief- oder Kopfhochlagerung. Das Ziel wurde neu definiert: Vermeidung von Hypoxämie hat die höchste Priorität erhalten!

Warum?

Die in der Erwachsenenanaesthesie etablierte Rapid-Sequence-Induction (RSI) kann aus mehreren Gründen nicht auf aspirationsgefährdete Kinder übertragen werden. Die „klassische“ RSI ohne eine Zwischenbeatmung führt bei Neugeborenen, Säuglingen und Kleinkindern fast immer und unvermeidbar zu einer tiefen Hypoxämie. Um diese gefährliche Situation mit dem Risiko von weiteren Sekundärschäden zu vermeiden, muss das Kind daher in der sensiblen Phase zwischen Narkoseinduktion und vollständiger Muskelrelaxierung vorsichtig beatmet werden. Bei älteren Kindern kommt es vor allem durch Schwierigkeiten im Rahmen der Intubation, die durch Gegenwehr des zu wachen Kindes (Arme hochreißen, Zubeißen, Husten, Bocken, Würgen) effektiv verhindert werden kann, zu Hypoxämien. Der Abfall der O₂-Sättigung im arteriellen Blut kann bei kleineren Kindern rasch zu einer Bradykardie und Asystolie führen.

Ziel der RSI im Kindesalter ist damit keineswegs die endotracheale Intubation um jeden Preis bzw. mit maximaler Geschwindigkeit, sondern die sichere Narkoseeinleitung des nicht nüchternen Kindes durch rasche Induktion einer tiefen Anästhesie, die optimale Oxygenierung bis zur suffizienten Muskelrelaxierung und schließlich die atraumatische Atemwegssicherung ohne jegliche Gegenwehr. Zeit spielt dabei keine Rolle.

Eine pulmonale Aspiration von Mageninhalt kann je nach Schwere (initial durch Verlegung von Alveolarbezirken; sekundär durch eine Atelektase oder Pneumonie) zu einem Abfall der Sauerstoffsättigung führen. Das beeinträchtigte Ventilations-/Perfusionsverhältnis läßt sich durch eine erhöhte FiO₂ und ggf. PEEP fast immer kompensieren und stellt deshalb für das Kind keine direkte Bedrohung dar. Selbst nach schwerer Aspiration lassen sich betroffene Kinder meist ausreichend oxygenieren. Todesfälle nach einer Aspiration sind für Kinder in den vergangenen 25 Jahren nicht beschrieben worden.

► Was bleibt?

Nach wie vor wird die Induktion eines nicht nüchternen Kindes intravenös durchgeführt. Eine Maskeneinleitung ist kontraindiziert:

- Während einer kritischen Phase der Anästhesie (mögliches Erbrechen unter Maskeneinleitung) ist der venöse Zugang die einzige Möglichkeit, dem Kind zügig und gezielt zu helfen.
- Die erzwungene Maskeneinleitung des (möglicherweise nach mehreren frustranen Venenpunktionen) stark agitierten Kindes ist darüber hinaus mit einem erhöhten Risiko einer Aspiration oder eines Glottis- bzw. Laryngospasmus verbunden.

Abweichend von den anderen Handlungsempfehlungen zur Kinderanästhesie, haben wir wichtige Aspekte eingehender erläutert und begründet, als das für eine Handlungsempfehlung sonst üblich ist.

An dieser Stelle sei es mir erlaubt, mich im Namen vieler Kliniker bei den Autoren und nicht genannten aktiven Mitstreitern des wissenschaftlichen Arbeitskreises Kinderanästhesie für die geleistete Arbeit zu bedanken und den Arbeitskreis in seinem Bemühen zu bestärken, die klinisch wertvollen Handlungsempfehlungen weiterzuentwickeln und „Gewohntes“ zu hinterfragen.

Korrespondenzadresse:

Dr. med. Markus N. Schreiber
 Klinik für Anästhesiologie
 Universitätsklinikum Ulm
 Steinhövelstraße 9
 89075 Ulm
 Deutschland
 E-Mail: markus.schreiber@uni-ulm.de



Handlungsempfehlung zur Rapid-Sequence-Induction im Kindesalter*

Vom Wissenschaftlichen Arbeitskreis Kinderanästhesie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI)

J. Schmidt¹, J.M. Strauß², K. Becke³, J. Giest² und B. Schmitz⁴

¹ Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und Intensivtherapie, Universitätsklinikum Dresden (Direktorin: Prof. Dr. Th. Koch)

² Klinik für Anästhesiologie und operative Intensivmedizin, Helios Kliniken Berlin-Buch (Chefarzt: Prof. Dr. J.M. Strauß)

³ Abteilung für Anästhesie, Cnopf'sche Kinderklinik/Kliniken Hallerwiese, Nürnberg (Chefarztin: Dr. K. Becke)

⁴ Service Anesthésie, Centre Hospitalier de Luxembourg, Luxembourg (Chef de Service: PD Dr. B. Schmitz)

Vorwort

Die bei Erwachsenen etablierte Rapid-Sequence-Induction (RSI) kann nicht ohne weiteres auf aspirationsgefährdete Kinder übertragen werden. Kleine Kinder sind durch eine Hypoxie viel stärker gefährdet als durch eine Aspiration. Auch auf eine (für Erwachsene kurzdauernde) Apnoe (Abwarten der Relaxation!) reagieren sie mit einer tiefen Hypoxie. Viele Anästhesisten sind darüber hinaus im klinischen Alltag nur selten mit Kindern befasst. Durch die fehlende Routine kommt es während der Einleitung zu Hektik und Nervosität, nicht selten mit der Folge schwerer Komplikationen.

Einheitliche Richtlinien zum anästhesiologischen Management aspirationsgefährdeter Kinder liegen bislang nicht vor. Die hiermit vorgelegte Empfehlung zur Rapid-Sequence-Induction (RSI) und zum Vorgehen nach Aspiration von Mageninhalt bei Neugeborenen, Säuglingen und Kleinkindern wurde vom wissenschaftlichen Arbeitskreis Kinderanästhesie der DGAI erarbeitet und richtet sich an alle, die sich mit der perioperativen Versorgung von Kindern befassen. Sie ist das Ergebnis von wissenschaftlichen Untersuchungen, systematischen Literaturrecherchen und der klinischen Erfahrung vieler Kinderanästhesisten. Dieser Empfehlung liegen zwei wichtige (und wissenschaftlich gut belegte) Erkenntnisse zugrunde:

- Die Hypoxie ist bei kleinen Kindern eine viel häufigere und schwerere Komplikation als die Aspiration. Sie ist maßgeblich für die perioperative Morbidität und Mortalität verantwortlich.
- Eine Aspiration ist häufig Folge eines iatrogen ausgelösten Erbrechens im Rahmen der Intubation eines nicht vollständig relaxierten und zu wachen Kindes. Todesfälle nach Aspiration im Kindesalter sind in den letzten beiden Jahrzehnten nicht mehr beschrieben worden.

Sekundärschäden infolge einer Hypoxie sind deutlich häufiger (ca. 20-fach) als nach einer Aspiration [25]. Damit hat diese Handlungsempfehlung die Vermeidung einer Hypoxie während der Narkoseeinleitung und die Intubation eines ausreichend tief relaxierten Kindes zum Ziel. Uns ist bewusst, dass die Evidenz einzelner Maßnahmen nicht immer nachgewiesen ist und sich in Form randomisierter Studien vermutlich niemals belegen lassen wird. Die Empfehlungen sollen in regelmäßigen Zeitabständen überprüft und bei Bedarf aktualisiert werden.

1. Definitionen einer Aspiration

Nicht alles, was gemeinhin als Aspiration bezeichnet wird, ist auch eine. Die Verwendung einer einheitlichen Nomenklatur ist unerlässlich (Tab. 1).

Tab. 1: Definitionen (nach [16]).

Reflux	Passage von Mageninhalt in den Ösophagus
Regurgitation	Passive Passage von Mageninhalt in den Oropharynx
Erbrechen	Passage von Mageninhalt in den Oropharynx mit retrograder Peristaltik und abdominalen Kontraktionen
Aspiration	Eindringen von Material in die Atemwege unterhalb der Stimmbandebene
Stille Aspiration	Asymptomatische Aspiration
Symptomatische Aspiration	Aspiration begleitet durch Atemnot, Ateminsuffizienz, Husten oder Würgen
Aspirationspneumonitis	Nichtinfektiöse, akute Entzündungsreaktion auf das aspirierte Material. Im Röntgen durch eine Infiltration charakterisiert.
Aspirationspneumonie	Bakteriell superinfizierte, parenchymatöse Entzündungsreaktion auf das aspirierte Material. Im Röntgen durch eine Infiltration charakterisiert.

Definition der Rapid-Sequence-Induction

Viele unterschiedliche Modifikationen einer Narkoseeinleitung bei aspirationsgefährdeten Patienten werden unter dem Begriff der Rapid-Sequence-Induction (RSI) zusammengefasst. Synonyme sind u.a. Ileus-Einleitung, Blitz-Intubation, Crush-/ oder Crash-Intubation und andere. Man muss die Rapid-Sequence-Induction im Rahmen der Anästhesie von der Rapid-Sequence-Intubation im Rahmen der pädiatrischen Notfallmedizin unterscheiden, bei der es um die zügige Sicherung des Atemweges in Notfallsituationen geht [2,37].

Im Vordergrund der klassischen RSI bei Erwachsenen steht die strikte Vermeidung einer Zwischenbeatmung nach Narkoseeinleitung unter der Vorstellung, den Magen wäh-

* Rechte vorbehalten

► rend der manuellen Beatmung nicht akzidentell mit Luft zu füllen und damit einer Regurgitation und Aspiration Vorschub zu leisten.

Um die Phase der Apnoe nach Narkoseeinleitung möglichst kurz zu halten und gefährliche Hypoxien/Hypoxämien zu vermeiden, kommen traditionell schnell wirkende Hypnotika, unmittelbar gefolgt von schnell anschlagenden Muskelrelaxantien zum Einsatz. Eine suffiziente Präoxygenierung und Denitrogenisierung mit 100% Sauerstoff für 3-5 Minuten über eine dicht sitzende Maske vor Narkoseeinleitung erhöht die Sauerstoffreserve und mindert damit das Risiko einer Hypoxämie ganz erheblich. Im Kindesalter liegt eine andere Situation vor: im Gegensatz zu Erwachsenen sind Neugeborene, Säuglinge und Kleinkinder meist nicht von der Notwendigkeit einer Präoxygenierung zu überzeugen, die Effektivität ist deshalb gering. Aber auch nach optimaler Präoxygenierung ist die Apnoetoleranz im Kindesalter wesentlich kürzer als bei Erwachsenen: eine Hypoxie stellt sich infolge der geringeren FRC (FRC = Sauerstoffreserve) und des erhöhten Sauerstoffverbrauchs zwangsläufig schon innerhalb kürzester Zeit ein.

Deshalb steht im Kindesalter nicht die rasche endotracheale Intubation, sondern die sichere Narkoseeinleitung des nicht nüchternen Kindes durch eine rasche Induktion einer tiefen Anästhesie, eine optimale Oxygenierung bis zur suffizienten Muskelrelaxierung und schließlich die atraumatische Atemwegssicherung (ohne jegliche Gegenwehr) im Vordergrund. Time is not the matter!

Hypoxie und Hypoxämie im Kindesalter

Im Kindesalter führen physiologische Besonderheiten zu einem Missverhältnis zwischen Sauerstoffbedarf und Sauerstoffreserve.

Die funktionelle Residualkapazität (FRC) als Speicher für Sauerstoff ist geringer, in Narkose kann die FRC altersabhängig weiter abnehmen. Die hohe Closing Capacity führt während Sedierung und Anästhesie zu einem Kollaps der kleinen Atemwege, damit zu Dystelektasen und Atelektasen, die zu einem weiteren Abfall der Sauerstoffsättigung führen.

Auf der anderen Seite ist der Sauerstoffbedarf des kindlichen Metabolismus hoch: so verbraucht ein Frühgeborenes dreimal (9-10 ml/kg/min) und ein reifes Neugeborenes doppelt so viel Sauerstoff (6 ml/kg/min) wie ein Erwachsener (3 ml/kg/min). Diese Umstände führen in der Summe zu einer extrem kurzen Apnoetoleranz und zu erhöhter Hypoxie-/Hypoxämiegefahr. Untersuchungen am Nottingham-Simulator konnten zeigen, dass ein Neugeborenes ohne Präoxygenierung nach nur 7 (!) Sekunden Apnoe einen kritischen Sauerstoffpartialdruck von < 75 mmHg aufweist [13]. Selbst nach einer 3 Minuten dauernden suffizienten Präoxygenierung mit 100% Sauerstoff ist die Toleranzzeit bis zu einem $\text{paO}_2 < 75$ mmHg im Vergleich zu Erwachsenen sehr kurz [28,36].

Die „klassische“ RSI ohne Zwischenbeatmung führt bei Neugeborenen, Säuglingen und Kleinkindern meist unvermeidbar zu einer Hypoxämie. Um diese gefährliche Situation mit dem Risiko von weiteren Sekundärschäden

zu vermeiden, muss das Kind daher in der sensiblen Phase zwischen Narkoseinduktion und vollständiger Muskelrelaxierung vorsichtig beatmet werden.

Häufigkeit von Aspirationen im Kindesalter

Die Aspiration von Mageninhalt ist eine seltene, dafür aber gefürchtete Komplikation während der Anästhesie. Ihre Häufigkeit wird bei Kindern zwischen 1:1.500 und 1:10.000 angegeben [3,10,17,26,27,32,34].

Die meisten Aspirationen treten während der Einleitung, der Laryngoskopie und der Intubation auf. Die passive Regurgitation ereignet sich dreimal häufiger als aktives Erbrechen [17,24,26].

Über 60% der Kinder bleiben nach sicherer Aspiration asymptomatisch. Klinische Symptome entwickeln sich immer innerhalb von 2 Stunden [16,34] und führen meist zu einer kurzfristigen Respiratortherapie bzw. einem Intensivstationsaufenthalt. Todesfälle nach pulmonaler Aspiration im Kindesalter wurden in den vergangenen 20 Jahren in der wissenschaftlichen Literatur nicht dokumentiert [3,11,35].

Aspirationsrisiko und Indikation für eine RSI

Mit einem erhöhten Aspirationsrisiko muss in folgenden klinischen Situationen gerechnet werden:

- Unzureichende Nahrungskarenz, dringliche OP-Indikation
- Kinder mit Übelkeit und/oder aktivem Erbrechen
- Ileus, Peritonitis, massiver Aszites, akutes Abdomen – erhöhter intraabdomineller Druck
- Blutungen im HNO-Bereich oder aus dem Gastrointestinaltrakt
- Eingeschränkte Schutzreflexe bei somnolenten oder komatösen Kindern, nach Intoxikationen und bei neurologischen Erkrankungen
- Unfälle aller Art, Polytrauma.

Prophylaxe einer Aspiration

Zur Prophylaxe einer Aspiration bei nüchternen Kindern liegen Empfehlungen der DGAI vor: klare Flüssigkeiten sind bis 2 Stunden vor Narkoseeinleitung erlaubt, Neugeborene und Säuglinge dürfen bis 4 Std. vor Einleitung gestillt werden oder Flaschennahrung erhalten und Klein- und Schulkinder bis 6 Std. vor Einleitung feste Nahrung [8].

Eine medikamentöse Prophylaxe bei aspirationsgefährdeten Kindern vor elektiven Eingriffen kann individuell erwogen werden (z.B. Ranitidin, Omeprazol am Vorabend der Operation). Für eine generelle medikamentöse Prophylaxe unmittelbar vor einer Not-OP gibt es derzeit keine ausreichende wissenschaftliche Evidenz [1]. Die präoperative Gabe von Natrium-Citrat kann bei bereits liegender Magensonde in Betracht gezogen werden [14], eine orale Applikation ist in der Regel wegen des unangenehmen Geschmacks der Substanz nicht möglich und kann sogar Übelkeit und Erbrechen provozieren [12].

► Vorbereitung für die Anästhesie, venöser Zugang

Es ist ganz wichtig, dass für Kind und Eltern eine ruhige Atmosphäre geschaffen wird. Auch bei dringlichen Operationen bleibt Zeit für ein EMLA®-Pflaster und eine sedierende Prämedikation. Bei wachen und ängstlichen Kindern ist die Punktion einer Vene nicht immer einfach. Auf eine Sedierung des Kindes sollte deshalb vor der Venenpunktion nicht verzichtet werden. Wenn mit einer ausreichenden Resorption nach oraler Medikation mit Midazolam nicht gerechnet werden kann oder die erwünschte Wirkung ausgeblieben ist, muss das Kind über einen anderen Weg soweit sediert werden, dass die Schaffung eines venösen Zuganges ohne Gegenwehr und – für alle Beteiligten! – stressfrei ermöglicht wird. Eine „Lachgas-Maske“ ist zu diesem Zweck kontraindiziert. Die sedierende Medikation kann nasal (z.B. 0,2 mg/kg KG Midazolam) oder rektal mit Midazolam (0,5 mg/kg KG) allein oder in Kombination mit S-Ketamin (1–2 mg/kg KG) erfolgen. Eine anschließende Überwachung der Kinder durch qualifiziertes Pflegepersonal ist obligat. Eine Maskeneinleitung ist bei erhöhtem Aspirationsrisiko absolut kontraindiziert. Das gilt auch für die überfallartige Inhalationseinleitung mit hohen Konzentrationen Sevoflurane („Single-breath-induction“).

Magensonde

Eine allgemein gültige Empfehlung für oder gegen das Legen einer Magensonde bei nicht nüchternen Kindern kann auch aus medikolegalen Sicht nicht gegeben werden. Vielmehr muss eine individuelle Nutzen-Risiko-Abwägung erfolgen [12].

Patienten mit intestinaler Obstruktion oder Passagestörung (z.B. Pylorusstenose) haben ein zusätzlich erhöhtes Aspirationsrisiko. Mit einer (dicklumigen) Magensonde kann der Magen sicher entleert werden [7]. Die Anlage der Magensonde zur Entleerung und Entlastung des Magens soll bei diesen Patienten am besten schon auf der Station erfolgen. Kommt das Kind dennoch ohne eine Magensonde in den OP, so soll eine situative, individuelle Risiko-Nutzen-Abwägung erfolgen [8]. Sinnvoll erscheint die Neuanlage einer Magensonde zur Entleerung flüssigen Mageninhaltes, wie beim Dünndarmileus oder der hypertrophen Pylorusstenose. Das Absaugen fester (Nahrungs-) Bestandteile aus dem Magen, z.B. bei fehlender Nahrungskarenz und dringlicher OP-Indikation, über eine konventionelle Magen- oder Ernährungssonde ist technisch nicht möglich!

Eine liegende Magensonde soll in jedem Fall vor der Narkoseeinleitung entfernt werden. Nach erfolgter Intubation wird bei nicht nüchternen Kindern eine Magensonde gelegt und nach Absaugen des Mageninhaltes abgeleitet, dadurch kann das Risiko der Aspiration während der Narkose und in der Ausleitungsphase vermindert werden. Die Kontraindikationen für die Anlage einer Magensonde sind zu beachten, z.B.:

- Nicht vorhandene Schutzreflexe
- Ösophagusvarizen

- Mittelgesichtsfrakturen, Schädelbasisfraktur
- Erhöhter intrakranieller Druck.

Technische Ausstattung und Voraussetzungen

Nur an einem sorgfältig vorbereiteten Arbeitsplatz kann auch auf Notfälle rasch und gezielt reagiert werden:

- Intubationsinstrumentarium in doppelter Ausfertigung (zwei Spatelblätter)
- Passende Endotrachealtuben. Microcuff-Tuben bieten den Vorteil, dass mit einer kleineren Größe als sonst üblich intubiert werden kann und dennoch über den Cuff eine sichere Abdichtung der Trachea erzielt werden kann. Umintubationen sollten im Rahmen der RSI vermieden werden
- Intubations- und Atemwegshilfen (Stab, Guedeltubus, Wendeltubus) sind am Platz verfügbar
- Hilfsmittel zur Atemwegssicherung für den schwierigen Atemweg liegen bereit (passende Larynxmasken, Larynxtuben)
- Die Absaugung ist funktionsbereit und greifbar.

Der weniger erfahrene Arzt holt sich einen Kollegen mit Facharzt-Standard und entsprechender Erfahrung zu Hilfe.

Lagerung zur Narkoseeinleitung bei RSI

Es gibt keinen Beweis, dass eine bestimmte Lagerung des Kindes eine Aspiration verhindern kann. Eine begründete Empfehlung für eine bestimmte Lagerung kann deshalb nicht gegeben werden.

- Anti-Trendelenburg-Lagerung

Operationstisch um 30° fußwärts gekippt. Damit soll der passive Reflux von Mageninhalt in die Mundhöhle vermieden werden. Bei aktivem Erbrechen ist das wirkungslos. Bei Neugeborenen, Säuglingen und Kleinkindern ist der Effekt als bedeutungslos einzustufen.

- Trendelenburg-Lagerung

Kopftieflagerung um 40°. Anatomischen Überlegungen zufolge eine sichere Position, weil bei einer Regurgitation kein Mageninhalt in die Trachea fließen kann. Behindert das Atemwegsmanagement und die Intubation erheblich.

Im Hinblick auf das Ziel dieser Handlungsempfehlung sollte das aspirationsgefährdete Kind so gelagert werden, dass es optimal beatmet und intubiert werden kann. Damit liegt es in Rückenlage und der Kopf in der Neutralposition. Sollte es erforderlich sein, können Kinder aufgrund ihres geringen Gewichtes immer rasch aus der Rückenlage in die stabile Seitenlage verbracht werden.

Narkoseeinleitung

Die Einleitung der Anästhesie erfolgt nach möglichst guter Präoxygenierung immer intravenös! Eine Maskeneinleitung (auch als Single-breath-induction) ist bei erhöhtem Aspirationsrisiko absolut kontraindiziert. Ziel ist es, ►

- ▶ innerhalb kurzer Zeit eine so tiefe Narkose und Muskelrelaxierung zu erreichen, dass die endotracheale Intubation ohne Auslösen von Würgen oder Erbrechen möglich wird. Das Auslösen pharyngealer Reflexe (also eine zu flache Narkose) ist eine häufige Ursache für Erbrechen während der Narkoseeinleitung.

Geeignete Hypnotika sind Thiopental und Propofol, die jedoch mit einer höheren Dosis als bei einer „normalen Narkoseeinleitung“ appliziert werden sollten. Blutdruck-Abfälle, wie sie nach höheren Induktionsdosen bei Erwachsenen beobachtet werden, sind bei ansonsten gesunden Kindern nicht zu befürchten. Hypnotikum und Relaxans werden zügig nacheinander injiziert. Prinzipiell sollte die Substanz gewählt werden, mit der der Anästhesist am besten vertraut ist.

Muskelrelaxans

Ein Relaxans bleibt unverzichtbarer Bestandteil der RSI im Kindesalter. Zu Würgen und Husten während der Intubation darf es keinesfalls kommen.

Zeit spielt bei der RSI im Kindesalter meistens keine entscheidende Rolle: es geht nicht darum, dass ein Kind möglichst rasch relaxiert ist. Der scheinbare Vorteil der schnellen Wiederkehr der Spontanatmung nach Succinylcholingabe existiert im Kindesalter nicht. Die Wirkdauer einer Dosis von 1 mg/kg KG beträgt etwa 3-5 Minuten. Das kann bei Atemwegsproblemen („Cannot ventilate–cannot intubate–Situation“) nicht abgewartet werden. Der Einsatz von Succinylcholin in der Kinderanästhesie muss außerdem kritisch hinterfragt werden, weil Muskelerkrankungen häufig erst im Kleinkind- oder Schulalter diagnostiziert werden. Damit gibt es kaum einen Grund, Succinylcholin für die RSI im Kindesalter zu verwenden. Die Substanz ist aber für diese Indikation noch zugelassen. Für eine suffiziente Muskelrelaxierung benötigen Säuglinge und Kleinkinder eine deutlich höhere Dosis als Erwachsene (Neugeborene und Säuglinge 3 mg/kg; Kleinkinder 2 mg/kg) [22,23]. Die Zeitdauer bis zur Rückkehr der Spontanatmung verlängert sich damit auf 7 Minuten.

Nichtdepolarisierenden Muskelrelaxanzien (NDMR) sollte der Vorzug gegeben werden [6,21,29]. Da ohnehin zwischenbeatmet werden muss, spielt die schnellere Anschlagszeit von Rocuronium in den meisten Fällen keine Rolle. Allerdings kann bei akuten Blutungen im HNO-Bereich (z.B. Nachblutung nach Tonsillektomie) die schnelle Anschlagszeit von Rocuronium die Zeit zwischen Narkoseinduktion und Intubation verkürzen.

Primingtechniken bringen keine relevante Verkürzung der Anschlagszeit. Sie werden deshalb nicht empfohlen.

Auch die Technik der Präkurarisierung mittels kleiner Dosen NDMR vor einer Succinylcholingabe wird nicht empfohlen. Eine relevante Verminderung succinylcholinbedingter Nebenwirkungen ist nicht bewiesen. Es kommt aber bei Kindern durch die unvollständige Relaxierung vor der Narkoseeinleitung zu Luftnot und Ateminsuffizienz (Offenhalten der Atemwege bei kleinen Kindern wird erschwert). Außerdem wird durch die Präkurarisierung die Wirkdauer von Succinylcholin verlängert.

Krikoiddruck nach Sellick, Sellick-Manöver

Der Druck auf das Krikoid erfolgt unter der Vorstellung, dass der Ösophagus zwischen Krikoid und Halswirbelsäule komprimiert und somit eine Regurgitation verhindert wird [15]. Die korrekte Anwendung ist schwierig und wird kaum beherrscht [18]:

- Sichere Identifikation des Krikoids mit Daumen, Zeige- und Mittelfinger bei noch wachem Patienten
- Ausübung des adäquaten Drucks (20 - 25 Newton, entsprechend 2 - 2,5 kg bei Kindern)
- Modifikation der Druckrichtung (kranial, dorsal) während der endotrachealen Intubation
- Anwendung des Drucks bis der Tubuscuff geblockt ist.

Nebenwirkungen, wie die Behinderung der Maßnahmen zur Freihaltung der Atemwege, erschwerte Laryngoskopie und Intubation, Auslösen von Würgen und aktivem Erbrechen [15,16] bis hin zur Ösophagusruptur haben den Krikoiddruck nicht nur in der Kinderanästhesie in Frage gestellt. Insgesamt wird der Krikoiddruck heute kritisch beurteilt [5,30], weil sein Nutzen nicht ausreichend belegt ist – nicht einmal die Verhinderung einer Aspiration [4,9,18,20]. Aus den vorgenannten Gründen kann der Einsatz des Krikoiddruckes heute nicht mehr empfohlen werden.

Zwischenbeatmung

Die Oxygenierung des Kindes zu jedem Zeitpunkt der Narkose hat oberste Priorität – das gilt sogar für den Fall einer Aspiration!

Eine sanfte Zwischenbeatmung nach Narkoseeinleitung mit einem Druck von höchstens 10-12 cm H₂O führt zu keiner Luftinsufflation in den Magen, stellt eine optimale Oxygenierung sicher und garantiert damit optimale Intubationsbedingungen [5]. Wahrscheinlich ist sogar die maschinelle druckkontrollierte Beatmung durch den Respiator von Vorteil, weil auf diese Weise gleichbleibende Tidalvolumina bei geringen Atemwegsspitzenrücken möglich sind [19,33].

Die pulmonalen Sauerstoffreserven (FRC) können durch die kontinuierliche Beatmung während der Einleitung aufgefüllt werden. Das bedeutet einen erheblichen Sicherheitsvorteil für die Apnoephase während des Intubationsvorgangs. Diese kontinuierliche Oxygenierung schafft für das Kind einen deutlichen Sicherheitsgewinn und nimmt dem Anästhesisten den Zeitdruck und die Hektik und vermeidet damit eine schnelle und evtl. traumatische Intubation. Komplikationen ergeben sich nicht aus der nicht möglichen Intubation, sondern aus der unterlassenen Beatmung. Selbst unter drohender Aspirationsgefahr muss bei nicht möglicher Intubation das Kind ohne Unterbrechung mit der Gesichtsmaske (oder LaMa, LaTu) weiter beatmet werden. Das mögliche Aspirationsrisiko wird vor diesem Hintergrund des schwierigen Atemweges unbedeutend.

► Narkoseaufrechterhaltung, -ausleitung

Nach erfolgter endotrachealer Intubation erhält das Kind eine ausreichend dicke Magensonde. Die Narkose kann mittels TIVA oder balancierter Anästhesie aufrechterhalten werden. Die Extubation des Kindes sollte erst nach Rückkehr der Schutzreflexe und einer ausreichenden Spontanatmung erfolgen. Die Muskelrelaxation muss, besonders nach der Anwendung höherer Dosen von mittellang wirksamen MR, vollständig abgeklungen sein (Relaxometrie). Eine Restrelaxierung birgt ein vierfach höheres Risiko an postoperativen pulmonalen Komplikationen sowie einer postoperativen Aspiration.

Vorgehen bei Verdacht auf Aspiration

In der Regel sind die meisten Kinder symptomlos. Kinder mit Verdacht auf eine Aspiration müssen im Aufwachraum 2 Stunden mit einem Pulsoximeter überwacht werden. Bei klinischer Verschlechterung (Spastik, Giemen, Sättigungsabfall, Sauerstoffbedarf) sind diagnostische Maßnahmen erforderlich:

- Arterielle Blutgasanalyse (PaO₂)
- Ggf. Thoraxröntgenaufnahme.

Kinder, die während eines Überwachungszeitraumes von 2 Stunden klinisch unauffällig bleiben, können danach auf eine periphere Station oder im Falle einer ambulanten Operation nach Hause entlassen werden, wenn sie dort beaufsichtigt werden.

Vorgehen bei gesicherter Aspiration

- Sofortige Absaugung des Aspirates aus dem Oropharynx
- Endotracheale Intubation! Endotracheal absaugen, erst dann beatmen
- Beatmung zuerst mit 100% O₂ und einem PEEP von 5-10 cm H₂O. FiO₂ nach aktuellem PaO₂ schrittweise reduzieren
- Bei elektivem Eingriff individuelle Nutzen-Risiko-Abwägung. Das Ausmaß der pulmonalen Aspiration kann innerhalb von zwei Stunden nach Aspiration sicher beurteilt werden. Das Kind ggf. zurückstellen und überwachen
- Bronchoskopie möglichst früh nach Aspiration. Ziel: Inspektion, Absaugen flüssigen Aspirates und kleinerer Aspiratpartikel, Dokumentation des Lokalbefundes. Einsatz eines starren Bronchoskops zur Entfernung großer Partikel bedenken. Eine endobronchiale Lavage ist obsolet
- Bei Bronchospastik: β_2 -Mimetika (Salbutamol) initial iv., dann per inhalationem, alternativ Theophyllin
- Keine Glukokortikoide
- Keine prophylaktische Antibiotikatherapie nach Aspiration von saurem Mageninhalt
- Antibiotika nur bei Nachweis einer Infektion (klinisch, laborchemisch, Bildgebung) oder wenn nach massiver Aspiration und schwerer Schädigung eine Infektion zu

erwarten ist. Dann kalkulierte Therapie (z.B. mit Ampicillin/Sulbactam oder Ceftriaxon + Clindamycin oder einem Carbapenem)

- Überwachung (Pulsoxymetrie, engmaschige arterielle Blutgasanalysen (paO₂), Thoraxröntgenaufnahmen) nach Aspiration, bei Auftreten klinischer Symptome Verlaufskontrollen
- Die Therapie orientiert sich an der Schwere des klinischen Verlaufs. Nach 2 Stunden ist eine weitere Verschlechterung unwahrscheinlich: Extubationsversuch, wenn das Kind klinisch unauffällig und stabil ist
- Bei leichten Verläufen kann postoperativ eine Extubation versucht werden. Bleibt die arterielle Sauerstoffsättigung unter Atmung von Raumluft für 2 Stunden > 90% und sind die Patienten klinisch unauffällig, ist eine weitere Verschlechterung der Lungenfunktion unwahrscheinlich
- Im Zweifel wird das Kind beatmet auf eine Intensivstation verlegt.

Literatur

1. ASA Task Force on Preoperative Fasting Times. Practice Guidelines for Preoperative Fasting and the Use of Pharmacologic Agents to Reduce the Risk of Pulmonary Aspiration. *Anesthesiology* 1999;90:896-905.
2. Bledsoe GH, Schexnayder SM. Pediatric Rapid Sequence Intubation. *Ped Emerg Care* 2004;20:339-344.
3. Borland LM, et al. Pulmonary Aspiration in Pediatric Patients During General Anesthesia: Incidence and Outcome. *J Clin Anesth* 1998;10:95-102.
4. Brock-Utne JG. Is cricoid pressure necessary? *Paed Anaesth* 2002;12:1-4.
5. Butler J, Sen A. Best evidence topic report. Cricoid pressure in emergency. *Emerg Med J* 2005;22(11):815-816.
6. Cheng CAY, Aun CST, Gin T. Comparison of rocuronium and suxamethonium for rapid tracheal intubation in children. *Paed Anaesth* 2002;12:140-145.
7. Cook-Sather SC, et al. Gastric fluid measurement by blind aspiration in paediatric patients: a gastroscopic evaluation. *Can J Anaesth* 1997;44:168-172.
8. Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI): Präoperatives Nüchternheitsgebot bei elektiven Eingriffen. *Anästh Intensivmed* 2004;45:722.
9. Engelhardt T, et al. Aspiration and regurgitation prophylaxis in paediatric anaesthesia. *Paed Anaesth* 2001;11:147-150.
10. Engelhardt T, Webster NR. Pulmonary aspiration of gastric contents in anaesthesia. *Br J Anaesth* 1999;83:453-460.
11. Flick RP, Schears GJ, Warner MA. Aspiration in pediatric anesthesia: is there a higher incidence compared with adults? *Curr Opin Anesthesiol* 2002;15:323-327.
12. Fretschner R, Unertl K. Nicht-Nüchternheit vor OP. *Anaesthesist* 2002;51:489-490.
13. Hardman JG, Wills JS. The development of hypoxaemia during apnoea in children: a computational modelling investigation. *Brit J Anaesth* 2006;97:564-570.
14. Henderson JM, Spence DG, Clarke WN, Bonn GG, Noel LP. Sodium citrate in paediatric outpatients. *Can J Anaesth* 1987;34:560-562.
15. Janda M, Vagts DA, Nöldge-Schomburg GFE. Krikoid-Druck – Sicherheitsnotwendigkeit oder unnötiges Sicherheitsrisiko? *Anesthesiol Reanim* 2004;29:4-7.
16. Kalinowski CP, Kirsch JR. Strategies for prophylaxis and treatment for aspiration. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2004;18:719-737. ►

- **17. Kluger MT, Short TG.** Aspiration during anesthesia: a review of 133 cases from the Australian Anaesthetic Incident Monitoring Study (AIMS). *Anaesthesia* 1999;54:19-26.
- 18. Landsman I.** Cricoid pressure: indications and complications. *Paed Anaesth* 2004;14:43-47.
- 19. Lawes EG, Campbell I, Mercer D.** Inflation pressure, gastric insufflation and rapid sequence induction. *Br J Anaesth* 1987;59(3):315-318.
- 20. Lerman J.** Is cricoid pressure necessary? (letter) *Paed Anaesth* 2002;12:655-658.
- 21. Mazurek AJ, et al.** Rocuronium Versus Succinylcholine: Are They Equally Effective During Rapid-Sequence Induction of Anesthesia? *Anesth Analg* 1998;87:1259-1262.
- 22. Meakin G, McKierman EP, Morris P, Baker RD.** Dose-response curves for suxamethonium in neonates, infants and children. *Br J Anaesth* 1989;62:655-658.
- 23. Meakin G, Walker RWM, Dearlove OR.** Myotonic and neuromuscular blocking effects of increased doses of suxamethonium in infants and children. *Brit J Anaesth* 1990;65:816-818.
- 24. Milross JG, Negus BH, Street NE, et al.** Gastro-oesophageal reflux and adverse respiratory events in children under anaesthesia. *Anaesth Intensive Care* 1995;23:587-590.
- 25. Murat I, et al.** Perioperative anaesthetic morbidity in children: a database of 24 165 anaesthetics over a 30-month period. *Ped Anesth* 2004;14:158-166.
- 26. Nishikawa M.** A study of aspiration in infants with recurrent pneumonia by barium swallow examination using different concentrations of barium. *Nippon Acta Radiol* 1994;54:129-136.
- 27. Olsson GL, Hallen B, Hambraeus-Jonzon K.** Aspiration during anaesthesia: a computer aided study of 185 385 anaesthetics. *Acta Anaesthesiol Scand* 1986;30:84-92.
- 28. Patel R, et al.** Age and the onset of desaturation in apnoeic children. *Can J Anaesth* 1994;41:771-774.
- 29. Perry J, Lee J, Wells G.** Rocuronium versus succinylcholine for rapid sequence induction intubation (Review). *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2006, Issue 3.
- 30. Priebe HJ.** Cricoid pressure: an evidence-based practice? *Middle East J Anesthesiol* 2005;18:485-492.
- 31. Salem MR.** Cricoid Pressure for Preventing Gastric Insufflation in Infants and Children. *Anesthesiology* 1994;80:699.
- 32. Tiret L, Nivoche Y, Hatton F, et al.** Complications related to anaesthesia in infants and children. A prospective survey of 40240 anaesthetics; *Brit J Anaesth* 1988;61(3):263-269.
- 33. Von Goedecke A, et al.** Mechanical Versus Manual Ventilation via a Face Mask During the Induction of Anesthesia: A Prospective, Randomized, Crossover Study. *Anesth Analg* 2004;98:260-263.
- 34. Warner MA, Warner ME, Warner DO, Warner LO, Warner EJI.** Perioperative pulmonary aspiration in infants and children. *Anesthesiology* 1999;90:66-71.
- 35. Warner MA.** Is pulmonary aspiration still an important problem in anesthesia? *Curr Opin Anesthesiol* 2000;13:215-218.
- 36. Xue FS, et al.** Study of the Safe Threshold of Apneic Period in Children during Anesthesia Induction. *J Clin Anesth* 1996;8:568-574.
- 37. Zelicof-Paul A, et al.** Controversies in rapid sequence intubation in children. *Curr Opin Pediatr* 2005;17:355-362.

Korrespondenzadresse:

Dr. med. Jürgen Schmidt
 Klinik und Poliklinik für Anaesthesiologie
 und Intensivtherapie
 Universitätsklinikum Dresden
 Fetscherstraße 74
 01307 Dresden
 Deutschland
 Tel.: 0351 458 2785
 Fax.: 0351 458 4336
 E-Mail: juergen.schmidt@uniklinikum-dresden.de