

Interdisziplinäre Versorgung von Kindern nach Fremdkörper *aspiration* und Fremdkörper*ingestion**

Autor

C. Eich, T. Nicolai, J. Hammer, T. Deitmer, P. Schmittenbecher, K.-P. Schubert, M. Laschat, C. Sittel, M. Claßen, K. Becke, F. Bootz, C. Höhne, M. Jungehülsing, J. Windfuhr

Institut

Wissenschaftlicher Arbeitskreis Kinderanästhesie (WAKKA) der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI).

Vorwort

Die wissenschaftliche Evidenz zur Versorgung von Kindern nach Fremdkörper*aspiration* und Fremdkörper*ingestion* ist insgesamt gering. Es gibt zu diesem Themenkomplex keine randomisiert-kontrollierten Studien (RCTs), und es ist nicht zu erwarten, dass sich daran künftig etwas ändert. Die vergleichsweise robustesten Daten stammen aus mehr oder minder großen, unkontrollierten Fallserien bzw. einzelnen Fallberichten. Darüber hinaus existieren strukturierte Expertenübersichten sowie 2 nationale, US-amerikanische Praxisleitlinien zur Fremdkörper*ingestion*. Insgesamt ist die Versorgung nach Fremdkörper*aspiration* und Fremdkörper*ingestion* primär durch strukturelle, organisatorische und praktisch-klinische Aspekte gekennzeichnet. Diese wurden von den an dieser Leitlinie beteiligten und von ihren jeweiligen Fachgesellschaften legitimierten Experten aus allen themenrelevanten Disziplinen auf der Basis eigener fundierter Expertise und klinischer Erfahrung beschrieben. Darüber hinaus wurde die vorhandene wissenschaftliche Evidenz evaluiert und eingearbeitet. Da zudem die bewährten Vorgehensweisen („best clinical practice“) institutionell z.T. erheblich variieren, wurden die Empfehlungen insgesamt eher weit gefasst. Dabei wurden abgestufte Formulierungen gemäß der AWMF-Empfehlungsgraduierung wie „soll“/„soll nicht“, „sollte“/„sollte nicht“ und „kann erwogen werden“/„kann verzichtet werden“ verwendet.

Die Erstellung dieser S2k-Leitlinie erfolgte gemäß AWMF-Protokoll nach umfassender Evidenzevaluation auf der Basis eines Delphi-basierten Konsensusprozesses einer interdisziplinären Expertengruppe, mit abschließender Konsentierung durch die Präsidien bzw. Vorstände der beteiligten Fachgesellschaften. Die Expertengruppe

bestand aus erfahrenen, von ihren jeweiligen Fachgesellschaften legitimierten Kinderanästhesisten, Kinderintensivmedizinerinnen, pädiatrischen Pneumologen, pädiatrischen Gastroenterologen, Hals-Nasen-Ohren-Ärzten und Kinderchirurgen.

1. Einführung

Die vermutete *Aspiration* bzw. *Ingestion* von Fremdkörpern gehört zu den relativ häufigen Verdachtsdiagnosen in der pädiatrischen (Akut-) Medizin (Baharloo et al., 1999; Tan et al., 2000; CDC 2015). Zu differenzieren ist zwischen Fremdkörper*aspiration* und Fremdkörper*ingestion*. Bei der *Aspiration* kommt es zur Einatmung von Fremdkörpern in die Atemwege (Larynx, Trachea oder Bronchien), während bei der *Ingestion* das Verschlucken von Fremdkörpern in den Verdauungstrakt (Hypopharynx, Ösophagus, Magen oder Dünndarm) vorliegt.

Insbesondere die Fremdkörper*aspiration* weist eine relevante Morbidität und Mortalität auf (Ingalls and Wagner 1992; Pinzoni et al., 2007; Fidkowski et al., 2010; Shah et al., 2010; Boufersaoui et al., 2013; Foltran et al., 2013; Zhang et al., 2015; Rodríguez et al., 2015). Zudem kam es in letzten Jahren zu einer auffälligen Häufigkeitszunahme der *Ingestion* von Magneten, bei der die Gefahr einer Nekrose und Darmperforation zwischen den Magneten besteht (Tavarez et al., 2013; De Roo et al., 2013; Strickland et al., 2014; Liao et al., 2015; Waters et al., 2015). Akute Relevanz besitzen darüber hinaus bei der *Ingestion* Fremdkörperinkarzerationen im Hypopharynx und im Ösophagus (meist proximale Ösophagusenge), z.B. Münzen, Batterien. Gefährlich sind zudem unbemerkte *Ingestion*en mit Impaktion im Ösophagus (Litovitz et al., 2010a).

Essentiell für Patientensicherheit und Versorgungsqualität nach Fremdkörper*aspiration* bzw. *ingestion* sind reibungslos funktionierende interdisziplinäre Strukturen, Absprachen, Pro-

Bibliografie

DOI <http://dx.doi.org/10.1055/s-0042-102614>
Laryngo-Rhino-Otol 2016; 95: 321–331 © Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York
ISSN 0935-8943

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. med. Christoph Eich
Abteilung Anästhesie, Kinderintensiv- und Notfallmedizin
Kinder- und Jugendkrankenhaus Auf der Bult
Janusz-Korczak-Allee 12
D-30173 Hannover
eich@hka.de

*Die Erstpublikation erscheint 2016 in der Zeitschrift Anästhesiologie und Intensivmedizin.

zesse und Prozeduren, inkl. einer fundierten Indikationsstellung zu Dringlichkeit, Ort und Technik der diagnostischen und therapeutischen Endoskopie.

Ziel dieser Leitlinie ist die strukturierte Beschreibung der wesentlichen organisatorischen, diagnostischen und therapeutischen Aspekte bei der interdisziplinären, (akut-)medizinischen Versorgung von Kindern nach Fremdkörperaspiration und -ingestion.

2. Epidemiologie und Charakteristik

Von der Fremdkörperaspiration sind meist Kleinkinder im Alter zwischen 6 Monaten und 4 Jahren betroffen; Jungen etwa doppelt so häufig wie Mädchen (Lin et al., 2007; Nicolai 2013).

Aspirierte Objekte sind überwiegend Nahrungsmittel (v.a. Nüsse, Weintrauben, Karotten), bei älteren Kleinkindern auch kleine Spielzeugteile und Gebrauchsgegenstände (z.B. Schrauben, Nadeln). Das rechtsseitige Bronchialsystem ist etwas häufiger betroffen als das linksseitige (Fidkowski et al., 2010; Sahin et al., 2013; Boufersaoui et al., 2013; Rodríguez et al., 2015).

Ingestierte, im Ösophagus verkeilte oder sekundär kritische Objekte sind u.a. Batterien, Münzen, Magnete oder größere Nahrungsmittel (Gregori et al., 2010). In den USA rechnet man mit 4,6 Knopf-Batterie-assoziierten Vorstellungen pro 100 000 Einwohner pro Jahr, wovon 76,6% auf Ingestionen entfallen (Sharpe et al., 2012). Diese Zahlen sind kontinuierlich ansteigend (Sharpe et al., 2012; Litovitz et al., 2010a). Epidemiologische Daten für Deutschland liegen nicht vor. Zwischenfälle mit Ingestionen von Magneten aus seltenen Erden werden seit ca. 1995 berichtet, mit offenbar steigender Inzidenz. In den USA kam es zwischen 2002 und 2011 zu geschätzt 16 000 Ingestionen solcher Magnete (Abbas et al., 2013). Einzelne Todesfälle aufgrund von Darmperforationen sind beschrieben (CDC 2006).

Bei der Präsentation und Symptomatik nach Fremdkörperaspiration bzw. -ingestion kann zwischen akut (<24 h nach dem Ereignis), subakut (>24 h) oder chronisch (Wochen, Monate) unterschieden werden.

Die Atemwegsverlegung kann bei der Fremdkörperaspiration entweder inkomplett (meist) oder komplett (selten) sein (Feltbower et al., 2015), bzw. sekundär durch einen Larynx und/oder Trachea komprimierenden proximalen Ösophagusfremdkörper oder durch eine sich entwickelnde Fremdkörper-bedingte Atemwegsinfektion. Bei vorbestehender (narbiger) Ösophagusenge, z.B. nach Verätzung oder nach Korrektur einer Ösophagusatresie, kann es zum Bolusstopp mit plötzlicher Symptomatik kommen. Da bei der Ösophagusatresie (fast) immer auch eine Tracheomalazie vorliegt, kann die Symptomatik rasch auch Atemwegssymptome hervorrufen.

Die Mortalität nach Fremdkörperaspiration ist überwiegend ereignisnah und beträgt bis zu 3,4% (Shah et al., 2010). Die innerklinische Mortalität im Rahmen der tracheobronchialen Fremdkörperendoskopie wird in verschiedenen Studien mit 0,21–0,94% angegeben (Fidkowski et al., 2010).

Die Mortalität nach Ingestionen ist insbesondere von den mechanischen und physikalischen Eigenschaften der Fremdkörper abhängig. In einer großen multizentrischen Fallserie aus den USA wurden bei 56 535 beobachteten Knopf-Batterie-Ingestionen 13 Todesfälle beschrieben, sämtlich bei Kindern unter 3 Jahren und bei unbemerkter bzw. verzögert behandelter Impaktion im Ösophagus (Litovitz et al., 2010a)

3. Symptomatik

Wegweisend kann die typische Situationsanamnese eines mit Nahrungsmitteln oder Kleinteilen spielenden Kindes mit plötzlich einsetzender Symptomatik sein, wobei das Ereignis selbst häufig nicht aktiv erinnerlich ist bzw. von den Eltern oder Betreuungspersonen nicht als solches wahrgenommen wurde (Hammer 2004; Higuchi et al., 2013).

Bei der Fremdkörperaspiration kommt es meist zu plötzlichem Husten, der im Verlauf regelhaft nachlässt bzw. ganz verschwinden kann, ggf. (Tomaske M, Gerber AC, Stocker S, Weiss M. Swiss Medical Weekly 2006) verbunden mit Luftnot, Stridor, pfeifender Atmung und/oder Zyanose. Die Symptome können initial diskret sein.

Bei der sorgfältigen, seitengetrennten Auskultation der Lunge nach Fremdkörperaspiration findet sich, je nach Lage, Größe und Konsistenz des Fremdkörpers, häufig ein in- oder expiratorischer Stridor oder ein expiratorisches Giemen, ggf. auch ein einseitig oder regional abgeschwächtes oder gar fehlendes Atemgeräusch. Ein unauffälliger Auskultationsbefund schließt eine Fremdkörperaspiration jedoch nicht aus (Hammer 2004).

In manchen Fällen zeigt sich nach unerkannter Fremdkörperaspiration nur eine Sekundärsymptomatik in Form eines akuten oder chronischen Atemwegsinfekts, z.B. im Sinne einer Lobär- bzw. Aspirationspneumonie bzw. eines chronischen Hustens.

Eine Fremdkörperingestion macht sich in der Regel mit Würgen und/oder Erbrechen bzw. Schluckstörungen, Fremdkörpergefühl und (anhaltend) starkem Speichelfluss bemerkbar. Eine evtl. begleitende Larynx- und/oder Trachealkompression kann zudem zu Luftnot führen. In manchen Fällen bleibt eine Fremdkörperingestion zunächst symptomlos, u.a. bei schwerbehinderten Kindern. Die Kinder zeigen dann ggf. im Verlauf eher unspezifische Symptome wie Unruhe, Fieber oder Gedeihstörungen, können aber auch chronische respiratorische Symptome aufweisen (Ikenberry et al., 2011). Bei ösophagealer Nahrungsbolusinkarzeration muss an eine prädisponierende Pathologie gedacht werden (z.B. Zerebralparese, Z.n. Ösophagusatresie, eosinophile Ösophagitis) (Ikenberry et al., 2011).

Bei entsprechender Symptom- und Anamnesekonstellation soll an eine Fremdkörperaspiration bzw. -ingestion gedacht und wiederholt eine gezielte Anamnese erhoben werden (Re-Evaluationen), da das Ereignis häufig in Vergessenheit gerät.

4. Diagnostik

Aspirierte Fremdkörper sind meist nicht röntgendicht und daher im Röntgen-Thorax nur selten unmittelbar zu sehen. Die diagnostische Wertigkeit einer Röntgen-Thorax-Aufnahme (möglichst in Expirationsstellung) zur Evaluation bei V.a. Fremdkörperaspiration ist umstritten (Mu et al., 1990; Merckenschlager et al., 2009; Gang et al., 2012). Häufig sind keine radiologischen Zeichen vorhanden. Manchmal erkennt man eine umschriebene Überblähung durch einen Ventilmechanismus auf der Fremdkörperseite, ggf. mit Mediastinalverlagerung zur Gegenseite. Gelegentlich sieht man nur eine diskrete Verminderung der Lungengefäßzeichnung oder eine primäre Atelektase auf der Fremdkörperseite mit kompensatorischer Überblähung der Gegenseite. Im Notfall ist ein Röntgen-Thorax verzichtbar.

Da bei *chronischen* Atemwegssymptomen auch eine Fremdkörper *ingestion mit proximaler ösophagealer Impaktion vorliegen kann, sollte in diesen Fällen ein Röntgen-Thorax zur Diagnostik erwogen werden.*

Ein unauffälliger Röntgen-Thorax schließt eine Fremdkörper *aspiration* nicht aus. Wenn sich eine Fremdkörper *aspiration* (anamnestisch) nicht zweifelsfrei ausschließen lässt, sollte daher auch bei unauffälligem Auskultations- und Röntgenbefund endoskopiert werden.

Im Gegensatz zu *aspirierten* sind *ingestierten* Fremdkörper häufig röntgendicht (Eisen et al., 2002). Zur Klärung des Verdachts auf *Ingestion* eines oder mehrerer Magnete bzw. zum Nachweis von Batterien sollte sowohl eine a.p.- als auch eine linksseitliche Röntgenaufnahme des Abdomens durchgeführt werden, um die Zahl der Magnete (ein Magnet ist in der Regel unproblematisch, s.u.) und die Lage der Fremdkörper im Gastrointestinaltrakt einschätzen zu können.

Beim Verdacht auf eine Fremdkörper *ingestion* sollte eine Röntgen-Thorax-Aufnahme mit Einblendung des Halses bis zur unteren Thoraxapertur angefertigt werden, ggf. auch nur eine seitliche Thoraxaufnahme.

Bei der Indikationsstellung zur radiologischen Diagnostik bei Kindern sollten in jedem Fall Nutzen (diagnostische Erkenntnis) und Risiko (Strahlenbelastung) besonders sorgfältig gegeneinander abgewogen werden.

5. Interdisziplinäre Organisation

Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten bei der Versorgung von Kindern nach Fremdkörper *aspiration* und *-ingestion* sind in einzelnen Einrichtungen unterschiedlich geregelt.

Beim Verdacht auf eine Fremdkörper *aspiration* bzw. *-ingestion* sollen sich die lokal zuständigen und verantwortlichen kinderakutmedizinischen Disziplinen, Bereiche und Endoskopiedienste, insgesamt also Pädiatrie bzw. pädiatrische Pneumologie und/oder Gastroenterologie, HNO-Heilkunde, Kinderchirurgie, Kinderanästhesie und Kinderintensivmedizin, über die Patientenevaluation sowie die Indikation, den Zeitpunkt und die Technik von Narkose und Endoskopie abstimmen.

Oftmals ist die Entscheidung zu einer Fremdkörperendoskopie eine Ermessensfrage. Im Sinne einer internen SOP sollte ein interdisziplinärer Entscheidungs- und Verantwortlichkeitsplan vorgehalten werden, um eine sichere und angemessene Versorgung des betroffenen Kindes zu gewährleisten. Insbesondere bei symptom- und zeitkritischen Situationen darf es nicht zu organisatorischen Verzögerungen kommen.

Folgende endoskopische Prozeduren sollten hinsichtlich Zuständigkeit und Abläufen innerhalb eines Kinderzentrums interdisziplinär abgesprochen werden:

- ▶ (Video-)Laryngoskopie und Hypopharyngoskopie
- ▶ Flexible Tracheobronchoskopie
- ▶ Starre Tracheobronchoskopie
- ▶ Flexible Ösophagogastroskopie (ggf. mit Ballon-Dilatation)
- ▶ Starre Ösophagogastroskopie

6. Aufklärung und Einwilligung

Die anästhesiologische Aufklärung sollte u.a. folgende Punkte beinhalten: Allgemeinanästhesie mit Intubation, Larynx- oder Endoskopiemaske, ggf. Rapid-Sequence-Induction (RSI) beim nicht-nüchternen Kind, ggf. postop. Intensivstation, ggf. Nachbeatmung mit Analgosedierung/Narkose; Zahnschäden, Kehlkopf-/Luftröhrenverletzung, Aspiration von Mageninhalt, allergische Reaktionen.

Bei der operativ-endoskopischen Aufklärung sollten typische, besonders jedoch seltenere Komplikationen angesprochen werden:

Flexible und/oder starre Tracheobronchoskopie

Blutung, Infektion, Schleimhautverletzung, Zahnschäden, Kehlkopf- und Bronchialverletzung, Atemwegsblutung, Pneumothorax (Lungenriss), Mediastinitis (Mittelfellentzündung), Verbleiben von Fremdkörperresten, erneute Spiegelung, Operation über Hals oder Brustkorb, Notfalltracheotomie bzw. -koniotomie, Läsionen von N. hypoglossus oder N. lingualis. Risiko von Sekundärschäden bei verspäteter Endoskopie bzw. Extraktion.

Flexible und/oder starre Ösophagogastroskopie

Speiseröhrenverletzung mit Blutung und ggf. Perforation (Einriss), Blutung und Perforation durch den Fremdkörper bzw. dessen Folgen für die Schleimhaut, Mediastinitis (Mittelfellentzündung), Verbleiben von Fremdkörperresten, Stimmbandlähmung, erneute Spiegelung, Operation über Hals, Brustkorb oder Bauch. Risiko von Sekundärschäden bei verspäteter Endoskopie bzw. Extraktion. Über eine evtl. geplante Ösophagusdilatation soll aufgrund des erhöhten Perforationsrisikos dezidiert aufgeklärt werden.

7. Dringlichkeit und Nüchternheit

Die Einschätzung der Endoskopie-Dringlichkeit bzw. die Entscheidung für oder gegen das Abwarten der Nüchternheit sollte sorgfältig und im interdisziplinären Konsens getroffen werden. Grundsätzlich sollte stets in Betracht gezogen werden, den Eingriff zu einer günstigeren Zeit mit optimaler Teampräsenz durchzuführen (Mani et al., 2009).

Die beteiligten Disziplinen sollen in Bezug auf die akute Bedrohung des Kindes und die Dringlichkeit der Endoskopie folgende Risiken beurteilen und gegeneinander abwägen:

- ▶ Risiko einer (sub-)totalen Atemwegsobstruktion durch den Fremdkörper.
- ▶ Risiko einer respiratorischen Erschöpfung des Kindes.
- ▶ Risiko von Sekundärschäden (z. B. Batterien, mehrere Magnete).
- ▶ Risiken einer Notfallnarkoseeinleitung (Rapid-Sequence-Induction, RSI) mit dem Risiko der Regurgitation von Mageninhalt und/oder pulmonaler Aspiration bei nicht-nüchternem Kind, ggf. aggraviert durch einen evtl. begleitenden, nicht-kompensierten Atemwegsinfekt.
- ▶ Risiko der Durchführung des Eingriffs mit ggf. nicht optimaler Teambesetzung im Notfallbetrieb.

Entscheidungshilfen zur Bestimmung des adäquaten Zeitpunkts von Narkose und Endoskopie

Folgende Kriterien können zur Beurteilung der Dringlichkeit herangezogen werden:

V.a. Fremdkörper aspiration:

Bei einem akuten Ereignis (<24h) bzw. einem Fremdkörper in den oberen Atemwegen (Larynx, Trachea) und/oder einem Kind mit akuter Dyspnoe und/oder einem Säugling sollte die Nüchternheit des Kindes i.d.R. nicht abgewartet werden, da der Fremdkörper dislozieren kann, mit der Gefahr einer vollständigen Atemwegsobstruktion. Handelt es sich hingegen um ein subakutes (>24h) oder chronisches (>2 Wochen) Ereignis bzw. einen Fremdkörper in den unteren Atemwegen ohne Dyspnoe sollte die Nüchternheit i.d.R. abgewartet werden (Mani et al., 2009).

Je länger sich ein tracheobronchialer Fremdkörper in situ befindet, umso schwieriger kann es sein, ihn zu entfernen, da sich innerhalb von Tagen Granulationen um den Fremdkörper bilden, die bei Entfernung zu Blutungen neigen und die Situation unübersichtlich machen können (Tomaske M, Gerber AC, Weiss M. Paediatr Anaesth 2006; Shlizerman et al., 2010; Aggarwal et al., 2015).

V.a. Fremdkörperingestion:

Im Ösophagus steckende Fremdkörper (Speichelfluss, Schluckstörung, retrosternales Fremdkörpergefühl) sollen als dringlich bewertet werden. Besonders beim Verdacht auf eine Ingestion von Batterien-/Knopfzellen (Stromfluss mit tiefgreifender Verätzung bereits nach ein bis zwei Stunden) (Litovitz et al., 2010a), Münzen sowie von spitzen und scharfkantigen Gegenständen (Röntgen-Thorax!) soll die Nüchternheit nicht abgewartet werden, da das Risiko gravierender Komplikationen bereits nach kurzer Zeit deutlich ansteigt (Litovitz et al., 2010a; Kramer et al., 2015).

Mögliche Komplikationen bei verzögerter Entfernung umfassen Schleimhautläsionen mit konsekutiver Ösophagusstriktur sowie Ösophagusperforationen mit der Gefahr tracheo-ösophagealer oder aorto-ösophagealer Fisteln und einer Mediastinitis (Litovitz et al., 2010a; Kramer et al., 2015). Auch die Bolusobstruktion bei

vorbestehender Ösophagustriktur sollte dringlich exploriert werden.

Liegt der Fremdkörper mutmaßlich im Magen, kann, nach radiologischer Verifikation, i.d.R. abgewartet werden (NB: Ausnahmen s.u.).

Das gilt insbesondere für Münzen, die bei gastraler Lage keine Endoskopie erfordern. Zum einen ist ein Fremdkörper in einem vollen Magen nur äußerst schwierig bzw. gar nicht zu finden. Zum anderen besteht meist kein dringlicher Bedarf, da ingestierte Fremdkörper meist per via naturalis abgehen (Spitz 1971; Panieri and Bass, 1995; Aydogdu et al., 2009; Lee et al., 2011). Wird der Fremdkörper von den Eltern nicht innerhalb von 3 bis 4 Tagen gefunden, kann eine Kontroll-Röntgenaufnahme erwogen werden.

Ausnahmen von diesem abwartenden Vorgehen bei gastralen Fremdkörpern sind spitze bzw. scharfkantige Objekte (z. B. Nägel, Nadeln, Reißzwecken, Fischgräten, Knochen) sowie insbesondere *mehrere* kleine (Spiel-) Magnete, die wegen drohender Darmnekrose/-perforation bei transmuralen Magnetkontakt so bald als möglich entfernt werden sollten, auch weil sie nach Passage in das Jejunum endoskopisch nicht mehr erreicht werden können (Chen and Beierle, 2001; Dehghani and Ludemann, 2008; Mirshemirani et al., 2012; Hussain et al., 2012; Naji et al., 2012; Tavarez et al., 2013; De Roo et al., 2013; Strickland et al., 2014; Bini 2015). *Einzelne* Magnete müssen i.d.R. nicht endoskopisch geborgen werden.

Bei Kindern *unter* 5 Jahren, die eine Knopfzelle von ≥ 20 mm im Magen haben, sollte eine unmittelbare Endoskopie erwogen werden, um das Ausmaß eines evtl. Schleimhautschadens im Ösophagus zu erfassen (Kramer et al., 2015). Im Magen befindliche Knopfzellen mit einem Durchmesser von 20 mm oder größer bei Kindern *über* 5 Jahren sollten nach 24–48 Stunden radiologisch kontrolliert und erst bei weiter bestehender intragastraler Lage endoskopisch entfernt werden (Eisen et al., 2002; Litovitz et al., 2010a; Bini 2015; Kramer et al., 2015).

Ösophageale Knopfbatterien und mehrere, gastrointestinal ingestierte Magnete sollen zur Vermeidung schwerwiegender Sekundärkomplikationen so schnell wie möglich (d.h. möglichst innerhalb von 2 Stunden nach Ingestion) endoskopisch entfernt werden.

Bei der Bewertung der Endoskopie-Dringlichkeit gilt, dass grundsätzlich vor Beginn der Narkoseeinleitung die vollständige Einsatzbereitschaft der beteiligten Teams und die Funktionsbereitschaft des Instrumentariums, inkl. der OP-Siebe für eine evtl. Notfallkoniotomie oder -tracheotomie abgewartet werden sollten – außer bei vitaler Bedrohung durch (unmittelbar drohende) vollständige Atemwegsobstruktion. Dann haben Notfalloxygenierung, ggf. Notfalllaryngoskopie bzw. Notfallintubation und ggf. kardiopulmonale Reanimation naturgemäß oberste zeitliche Priorität (Maconochie et al., 2015).

Bei akuter, kompletter Atemwegsverlegung sollte im Rahmen der Notfalllaryngoskopie versucht werden, einen ggf. einen supraglottisch gelegenen Fremdkörper mit einer Magill-Zange umgehend zu entfernen (Feltbower et al., 2015).

8. Anästhesiologische Aspekte



Anästhesievorbereitung

Folgende Materialien und Medikamente sollten für die Endoskopie-Narkose vorbereitet werden:

- ▶ Total-intravenöse Anästhesie (TIVA) mit Propofol & Opioid (z.B. Remifentanyl via Spritzenpumpe; alternativ: Alfentanil oder Sufentanyl) plus Muskelrelaxierung (z.B. Mivacurium oder Rocuronium) oder balancierte Anästhesie mit Sevofluran (s. u., Narkoseführung)
- ▶ Ggf. Dexamethason (PONV-Prophylaxe, ggf. Prophylaxe/Therapie einer Atemwegs-schwellung)
- ▶ Laryngoskope bzw. möglichst Videolaryngoskopiesystem mit passenden Spatel (Macintosh/gebogen und/oder Miller/gerade)
- ▶ Absaugung und Absaugkatheter
- ▶ Bereit liegend: Larynxmaske und Equipment für die orale Intubation (z.B. gecuffter Spiraltubus, passender Führungstab), ggf. Endoskopiemaske, passender Guedel-Tubus
- ▶ Bei Kindern <15 kg konvektive Wärmendecke, Temperaturmessung
- ▶ Bereit liegend: intravenöser β_2 -Agonist (z.B. Reproterol/Bronchospasmin[®]), Salbutamol-Spray und/oder -Inhalat, Adrenalin (InfectoKrupp[®])-Inhalat und Atropin; bei brisanter Risikokonstellation zudem Adrenalin (z.B. in 1:10000-Verdünnung).

Vor der Narkoseeinleitung kann die Inhalation mit Salbutamol erwogen werden, da diese die Belüftung und Oxygenierung der Lunge beim Atemwegsinfekt verbessern und die Inzidenz einer perioperativen Bronchospastik vermindern kann (Von Ungern-Sternberg et al., 2009).

Perioperative Antibiotikaphylaxe

Zur Fremdkörperendoskopie kann i.d.R. auf eine perioperative Antibiotikaphylaxe verzichtet werden. Bei vorbestehendem bzw. begleitendem bakteriellen Atemwegsinfekt oder bei fiebrigem Infekt bei länger liegendem Fremdkörper mit poststenotischer Pneumonie kann eine adäquate Antibiotikatherapie erwogen werden.

Anästhesiemonitoring

Bei der Endoskopie-Narkose soll ein anästhesiologisches Standard-Monitoring (SpO₂, EKG, NIBP, Temperatur, FiO₂ und etCO₂) eingesetzt werden. Ein zusätzliches neuromuskuläres Monitoring (Relaxometrie) kann erwogen werden.

Narkoseeinleitung

Die Technik der Narkoseeinleitung richtet sich nach der Gesamtkonstellation sowie nach der eigenen bzw. institutionellen Expertise und Erfahrung. Folgende Aspekte sollten bewertet werden:

- ▶ Ist das Kind nüchtern bzw. aspirationsgefährdet?
- ▶ Handelt es sich um ein akutes, subakutes oder chronisches Ereignis?
- ▶ Wie ist die Gefahr einer akuten subtotalen oder totalen Atemwegsverlegung einzuschätzen?
- ▶ Gibt es morphologische oder funktionelle Hinweise auf einen schwierigen Atemweg?

Inhalative oder intravenöse Narkoseeinleitung?

Oberstes Ziel ist die stete Kontrolle eines freien Atemwegs (Weiss et al., 2010). Cave: Abrupte Apnoe mit subtotaler oder totaler Atemwegsobstruktion bei unklarem Fremdkörperbefund und konsekutiv schwieriger bzw. unmöglicher Ventilation!

Bei jeder Fremdkörperaspiration bzw. -*ingestion* sollte ein potentiell schwieriger Atemweg antizipiert werden. Präoperativ sollte i.d.R. ein i.v.-Zugang gelegt und gut gesichert werden. Beim nüchternen Kind, stabiler Gesamtkonstellation und hoher Teamexpertise kann der i.v.-Zugang auch nach inhalativer Narkoseeinleitung gelegt werden.

- ▶ Bei fehlender vitalbedrohlicher Symptomatik und nüchternem Kind kann sowohl eine intravenöse als auch eine inhalative Narkoseeinleitung erwogen werden. Die Datenlage und die Expertenmeinungen sind hier uneins (Kain et al., 1994; Moore and Davies, 2000; Farrell 2004; Soodan et al., 2004; Brooks et al., 2005; Buu and Ansermino, 2005; Tomaska M, Gerber AC, Weiss M. Paediatr Anaesth 2006; Pinzoni et al., 2007; Liao et al., 2010; Chen et al., 2013).
- ▶ Bei gefährdetem oder unklarem Atemweg sollte die Spontanatmung erhalten werden, mit kontrolliert zunehmender Narkosetiefe und gradueller Zunahme einer assistierten Beatmung. Dies gelingt z.B. durch eine inhalative Einleitung mit Sevofluran bei liegendem i.v.-Zugang oder alternativ durch vorsichtig titrierende iv.-Gabe von Propofol und/oder Esketamin. (Moore and Davies, 2000; Farrell 2004; Brooks et al., 2005; Russo et al., 2016).
- ▶ Beim nicht-nüchternen Kind (RSI-Indikation?) sollte sorgfältig zwischen Hypoxiegefahr einerseits (z.B. Atemwegsobstruktion durch Fremdkörper) und Aspirationsgefahr andererseits abgewogen werden (Schmidt et al., 2007).

Narkoseführung

Die Anästhesie für eine Fremdkörperendoskopie soll, insbesondere bei starren Endoskopen, tief genug sein, um störende und ggf. gefährliche Abwehrbewegungen und Reflexe, Husten, Würgen, Pressen oder eine Bronchospastik sicher zu unterdrücken. Gleichzeitig sollte ein größerer Narkoseüberhang vermieden werden, da das Kind meist unmittelbar nach der relativ abrupten Beendigung der schmerzhaften Endoskopie ausgeleitet werden kann.

Als sichere und gut steuerbare Anästhesietechnik zur Fremdkörperendoskopie können sowohl eine Total-intravenöse Anästhesie (TIVA) mit Propofol und Opioid (z.B. Remifentanyl via Spritzenpumpe; alternativ: Alfentanil oder Sufentanyl), als auch eine balancierte Anästhesie (z.B. mit Sevofluran) verwendet werden (Meretoja et al., 1996; Litman et al., 2000; Machotta 2002; Tomaska M, Gerber AC, Weiss M. Paediatr Anaesth 2006; Pinzoni et al., 2007). Für die TIVA spricht die sichere Anästhetikaapplikation, die fehlende volatile Umgebungskontamination während der Endoskopie und die gute Dämpfung von Atemwegsreflexen durch Propofol (Westphal et al., 1997; Litman et al., 2000; Babin et al., 2004; Buu and Ansermino, 2005; Oberer et al., 2005). Für die Verwendung von Remifentanyl spricht zudem die optimal steuerbare Analgesietiefe bei starkem Schmerzreiz während der starren Endoskopie und relativ abruptem Endoskopieende (Ross et al., 2001; Teksan et al., 2013; Bakan et al., 2014).

Zur flexiblen Tracheobronchoskopie kann ggf. eine Analgosedierung mit oder ohne topische Anästhesie in Erwägung gezogen werden (Hamilton et al., 2012). Dabei soll allerdings eine ggf. protrahierte Fremdkörperextraktion bzw. ein zügiges Umsteigen auf eine starre Endoskopie antizipiert werden.

Bei kontrollierter Rapid-Sequence-Induction (RSI) bzw. zur sicheren *starren* Tracheobroncho- oder Ösophagoskopie mit der Gefahr tracheobronchialer bzw. ösophagealer Verletzungen durch Husten, Würgen, Bocken, Pressen etc. sollte eine vollständige Muskelrelaxierung erwogen werden (i.d.R. mit einem nicht-depolarisierenden Muskelrelaxans) (Litman et al., 2000; Farrell 2004; Soodan et al., 2004; Pinzoni et al., 2007; Schmidt et al., 2007).

Während der starren Tracheoskopie kann (intermittierend) über das Endoskopie-Rohr mit hohem Frischgasfluss beatmet bzw. oxygeniert werden (ggf. mit Cricoid-Druck zur besseren Abdichtung). Falls darüber (auch mit ggf. größerem Bronchoskop-Rohr) in Einzelfällen keine ausreichende Oxygenierung möglich ist (keine SpO₂ > 95%), kann intermittierend eine Maskenbeatmung durchgeführt werden. Eine intermittierende Intubation ist sehr selten erforderlich, kann ggf. zur Narkoseausleitung erwogen werden (s.u.).

Prä- und postinterventionell sollte ein seitengetrentes, ortsgesetztes Auskultieren der Lunge durchgeführt werden (Vergleich der Belüftung zu Beginn und im Verlauf). Vor Extubation sollte die Durchgängigkeit der Luftwege bis auf Höhe Segmentostien in beiden Lungen dargestellt werden.

Bei der flexiblen Ösophagogastroskopie bei Kindern unter etwa 3 Jahren kann eine nasale Intubation erwogen werden, da ein oral platzierter Tubus durch Manipulation mit dem relativ großen Ösophagogastroskop bzw. dem Fremdkörper leicht disloziert oder obstruiert werden kann.

Zur endoskopischen Entfernung von Fremdkörpern mittels flexibler Ösophagogastroskopie kann die Sicherung der Atemwege mittels Intubation erwogen werden.

Narkoseausleitung

Nach unkomplizierter Fremdkörperendoskopie kann die Narkose via Gesichts- oder ggf. Larynxmaske ausgeleitet werden. Nach schwieriger bzw. protrahierter Fremdkörperextraktion und/oder bei vorstehender respiratorischer Kompromittierung kann eine (passagere) Intubation, ggf. auch eine Nachbeatmung bis zur adäquaten respiratorischen Stabilisierung erwogen werden. Nach (vollständiger) Fremdkörperverlegung eines Hauptbronchus (bzw. des Bronchus intermedius) mit konsekutiver Atelektase kann vor Narkoseausleitung Lungenöffnungsmanöver („Blähen“) und eine anschließende, passagere Beatmung mit erhöhtem PEEP (z.B. 10 mbar) bis zur Extubation erwogen werden.

Eine Prophylaxe bzw. Therapie einer Bronchospastik und/oder eines Atemwegsödems kann erwogen werden. In Frage kommende Medikamente sind Kortikosteroide (z.B. Dexamethason 0,5 mg/kg i.v.) und eine Adrenalin-Vernebelung, sowie evtl. β₂-Agonisten (z.B. Reproterol i.v., Salbutamol-Inhalation). Ggf. muss mit einer initialen respiratorischen Verschlechterung des Kindes gerechnet werden, insbesondere nach spät versorgter Fremdkörperaspiration und nach langer, schwieriger oder traumatischer Endoskopie sowie bei begleitendem akutem Atemwegsinfekt oder anderen relevanten Ko-Morbiditäten. Bei der Narkoseausleitung bzw. frühpostoperativ besteht ein erhöhtes Risiko für Laryngospasmus, Bronchospastik sowie Hypoxämie durch Atelektasenbildung. Die besondere Vigilanz der ver-

sorgenden anästhesiologischen und endoskopischen Teams soll erhalten bleiben, bis das Kind anhaltend stabil ist.

Auch nach Ende der Endoskopie bzw. nach erfolgreicher Fremdkörperextraktion sollte weiterhin mit einer erhöhten Wahrscheinlichkeit respiratorischer Probleme gerechnet werden.

Postoperative Versorgung

Nach einer Fremdkörperextraktion soll entschieden werden, wo und wie das Kind postoperativ versorgt wird. Je nach Akuität, präoperativer Kompromittierung und Verlauf von Narkose und Endoskopie (sicher vollständige Extraktion des Fremdkörpers bzw. sicherer Fremdkörperausschluss? Schädigung der Mukosa? Risiko der 2-zeitigen Perforation oder Stenoseentwicklung?) kann erwogen werden, das Kind entweder auf der Intensivstation oder im Aufwachraum zu überwachen, mit anschließender Normalstationsüberwachung oder Entlassung nach Hause.

Bei unkomplizierter Gesamtkonstellation, und wenn alle medizinischen Aspekte sowie die Sicherheit der ambulanten Nachversorgung unter jedweden strukturellen Aspekten gegeben sind, kann, nach adäquater Überwachungsdauer (sichere Erfüllung der lokal definierten Entlassungskriterien, z.B. gemäß Aldrete-Score oder seiner Modifikationen) (Aldrete JA. *The post-anesthesia recovery score revisited. J Clin Anesth. 1995 Feb;7(1):89–91.*) und bei anhaltend stabilem Kind, eine ambulante Versorgung erwogen werden. In allen anderen Fällen sollte das Kind stationär aufgenommen werden und die postendoskopische Überwachung auf einer Normalpflege- oder ggf. Intensivstation (s.u.) erfolgen.

Nach unkomplizierter ösophagealer oder gastraler Fremdkörperextraktion sollte vor Entlassung des Kindes ein Trinkversuch durchgeführt werden. Nach protrahierter Fremdkörperendoskopie aus den Luftwegen bzw. bei anhaltend kompromittierter oder unklarer respiratorischer Situation (Atemwegsschwellung, aggravierter vorbestehender Atemwegsinfekt, rezidivierende und/oder therapierefraktäre Bronchospastik usw.) kann eine Überwachung bzw. Nachbeatmung auf der Intensivstation erwogen werden.

Nach einer traumatisierenden oder komplizierten tracheobronchialen Fremdkörperendoskopie kann eine empirische Antibiotikatherapie erwogen werden.

Zeigt die Schleimhaut nach Entfernung des Fremdkörpers aus dem Ösophagus eine Schädigung oder gar Perforation, sollte eine stationäre Überwachung über mehrere Tage erfolgen. Je nach Ausmaß der Schädigung können intravenöse Antibiose, Magensäure-blockierende Therapie, Magensonde, Nahrungskarenz sowie bildgebende Diagnostik (CT, MRT) erwogen werden (Litovitz et al., 2010a; Kramer et al., 2015).

Postoperative Analgesie

Der Analgetikabedarf nach Fremdkörperendoskopie ist in der Regel gering. Die Gabe von Nicht-Opioid-Analgetika, wie Metamizol oder Ibuprofen, selten Opioiden (z.B. Nalbuphin) kann erwogen werden.

9. Endoskopie-Vorbereitung



Lagerung

Der Patient soll in Rückenlage liegen. Lagerungsmittel, die eine Überstreckung der HWS mit Stabilisierung des Kopfes ermöglichen (u. a. Nacken-/Schulterrolle, Kopfschale), können hilfreich sein.

(Video-)Laryngoskopie und Hypopharyngoskopie

Zur initialen Beurteilung von Hypopharynx, Larynx und ggf. Ösophaguseingang sollte möglichst ein Videolaryngoskopiesystem mit alters-/größengemäßen Spateln vorhanden sein. Zur Einstellung des oberen Ösophagus eignet sich ggf. ein ausreichend langer Millerspatel. Zur Endoskopie sollten eine klassische oder eine modifizierte (Branchen horizontal) Magillzange und eine robuste Fremdkörperfasszange (z. B. Erdnussfasszange) bereit liegen.

Starre Tracheobronchoskopie und Ösophagoskopie

Unterschiedlich lange und dicke, starre Tracheoskopierohre, längere Bronchoskopierohre, Mikrolaryngoskopierohre und starre Ösophagoscope von sehr kleinen bis zu großen Größen sollen vorgehalten werden. Passende Optiken mit luftdichten Durchführungen sollen vorhanden sein, damit die Beatmung durch das Tracheoskopie- bzw. Bronchoskopierohr möglich ist.

Ab einer gewissen Bronchoskopgröße sind sog. optische Fasszangen verfügbar. Hier kann mit Optik und Fassinstrument gleichzeitig durch das Rohr vorgegangen werden.

Unterschiedliche Saugrohre sollen verfügbar sein. Sinnvoll sind unterschiedliche Fassinstrumente wie Erdnussfasszangen, Hechtmaulzangen, Bohnenzangen, Doppellöffelchen, Fasszängelchen usw. Für feststehende Fremdkörper in einem Bronchus kann die Verwendung eines Fogarty-Katheter aus der Gefäßchirurgie erwogen werden.

OP-Assistenzpersonal und Endoskopieärzte sollen mit dem Instrumentarium gut vertraut sein. Vor Beginn der Narkose soll das passende Instrumentarium vollständig bereit liegen.

Bei Kindern ist das Krikoid der engste Teil des oberen Atemwegs. Man sollte bei der starren Endoskopie daher eine Rohrdicke wählen, die im Krikoid nicht stramm sitzt, da sonst eine Schleimhautschwellung mit postoperativem Stridor droht.

Für die starre Ösophagoskopie sollen gleichfalls spezielle Fasszangen vorgehalten werden, die ein schnelles Fassen, Manipulieren und nötigenfalls Zerkleinern eines Fremdkörpers ermöglichen. Dieser kann dann unter dem Schutz des großen Rohres ohne weitere Verletzungen extrahiert werden.

Flexible Tracheobronchoskopie

Es sollten unterschiedliche Größen von flexiblen Bronchoskopen zur Verfügung stehen, wobei man mit Endoskopen zwischen 2,8–5,0 mm Durchmesser den gesamten pädiatrischen Altersbereich abdeckt.

Zusätzlich zu den Endoskopen soll für die flexible Tracheobronchoskopie ein Atemwegs-interface (Mainz-Adapter mit Larynxmaske oder Endotrachealtubus bzw. Endoskopiemaske) vorhanden sein, welches die Ventilation und Oxygenierung des Patienten ermöglicht.

Zusätzlich kann flexibles Instrumentarium wie Fasszangen, Fangkörbchen oder Schlingen hilfreich sein, wenn man den Fremdkörper mit dem flexiblen Endoskop entfernen möchte. In schwierigen Fällen kann erwogen werden, das flexible Bronchoskop durch das starre Bronchoskoprohr einzuführen, um an

peripher gelegene Fremdkörper zu gelangen. Die Wahl des passenden Instruments minimiert dabei das Risiko, dass der Fremdkörper zu früh losgelassen wird und sekundäre Traumata verursacht.

Zudem ist auf eine adäquate Absaugung zu achten. Bei Anwendung der flexiblen Endoskopie zur Fremdkörperextraktion soll schon bei der Vorbereitung die Möglichkeit zur sofortigen Konversion auf eine starre Endoskopie antizipiert werden.

Flexible Ösophagogastroskopie

Es sollten flexible Gastroskope von ca. 5 und 10 mm Durchmesser vorgehalten werden, wobei die größeren Endoskope mit einem Arbeitskanal von 2,8 mm erfahrungsgemäß bereits für Säuglinge ab ca. 6 kg Körpergewicht geeignet sind. Zusätzlich sollten auch für den Arbeitskanal von 2,0 mm geeignete flexible Instrumente wie Fremdkörperfasszangen, 3- oder 4-beinige Fremdkörpergreifer, Steinextraktionskörbchen, Bergenetze, Schlingen und Magnete vorhanden sein.

10. Endoskopietechniken



Fremdkörperaspiration

Beim V.a. eine Fremdkörperaspiration sollte zunächst eine sorgfältige Laryngoskopie bzw. Videolaryngoskopie (Vorteil: bessere Übersicht, Teamarbeit und Dokumentation) erfolgen. Dabei sollen geeignete Fassinstrumente für die Fremdkörperextraktion aus Larynx- oder Hypopharynx bereit liegen (passende Magill-Zange (s. o.), Blakesley-Zange o.ä.).

Wenn die Fremdkörperaspiration unsicher ist bzw. zum Abschluss einer eher fraglichen Fremdkörperaspiration kann primär eine flexible Tracheobronchoskopie erwogen werden (Nicolai 2001; Babin et al., 2004). Wenn die Fremdkörperaspiration wahrscheinlich oder gesichert ist, sollte primär eine starre Tracheobronchoskopie erfolgen (Hammer 2004). Die Fremdkörperextraktion erfolgt bei Kleinkindern und Kindern in aller Regel mittels starrer Tracheobronchoskopie (Einhülsen des Fremdkörpers oder direkte Extraktion durch das Tracheobronchoskop mit der Fremdkörperzange oder ähnlichem Instrument) (Barbato et al., 1997; Martinot et al., 1997; Nicolai and Reiter, 2004; Hofmann 2011). Es gibt Zentren, die gute Erfahrungen mit der Fremdkörperextraktion über eine flexible Tracheobronchoskopie gemacht haben (Dong et al., 2012; Rodrigues et al., 2012; Sehgal et al., 2015). In jedem Falle soll jedoch die starre Endoskopie vor Ort unmittelbar verfügbar sein, um ein zügiges Umsteigen zu ermöglichen (Hammer 2004).

Fremdkörperingestion

Wenn es sich um eine mutmaßliche Fremdkörperingestion handelt, sollte ebenfalls zunächst eine sorgfältige (Video-)Laryngo- und Hypopharyngoskopie sowie ggf. die Einstellung des proximalen Ösophagus mit einem ausreichend langen, geraden Miller-Spatel erfolgen. Gelingt damit die Darstellung des ingestierten Fremdkörpers, kann ein Extraktionsversuch mit einer klassischen oder einer modifizierten (horizontale Branchen) Magillzange oder einer ausreichend großen Fremdkörperfasszange (z. B. Erdnussfasszange) erwogen werden. Bei tiefer liegendem Ösophagusfremdkörper sollte, je nach lokalen Strukturen und Prozessen, entweder die flexible oder die starre Ösophagoskopie bzw. die flexible Gastroskopie mit anschließender Fremdkörperextraktion erfolgen (Kay and Wyllie, 2005; Russell et al., 2014). Beide Endoskopietechniken, flexibel und starr, soll-

ten verfügbar sein. Je nach Art und Lage des Fremdkörpers kann in Ausnahmefällen erwogen werden, diesen vorsichtig in den Magen vorzuschieben, um eine physiologische Darmpassage zu ermöglichen. Dieses Vorschieben bedarf besonderer Feinfühligkeit und Erfahrung.

Bei Ingestion mehrerer Magnete (s.o.) sollten die technischen Möglichkeiten der gastroenterologischen Endoskopie ausgeschöpft werden, inkl. Duodenoskopie, Push-Jejunoskopie (bei größeren Kindern ggf. auch mittels Doppelballon), Ileokoloskopie und Enteroskopie (Kramer et al., 2015). Lassen sich die Magnete endoskopisch nicht entfernen, sollte bei symptomatischen Patienten, eine Laparotomie erwogen werden. Zumindest jedoch soll das Kind wegen der Gefahr einer Perforation/Peritonitis stationär überwacht werden (Kramer et al., 2015).

Übliche anatomische Engstellen, die zu einer Fremdkörperinkazeration prädisponieren, sind der obere Ösophagusphinkter (Ösophagusmund), das mittlere Ösophagusdrittel, der untere Ösophagusphinkter, der Pylorus und die Bauhin'sche Klappe (Chen and Beierle, 2001; Eisen et al., 2002).

Eine direkte Dilatation evtl. vorbestehender Ösophagusengen sollte nur erfolgen, wenn der Patient bekannt ist (Einschätzung der Gesamtkonstellation) und lokal ausreichende Erfahrung mit der Ballondilatation besteht.

Bei einem im Ösophagus sitzenden Nahrungsbolus kann erwogen werden diesen ggf. zu zerkleinern und in den Magen zu schieben. Cave: Bei vorbestehender Striktur besteht ein erhöhtes Perforationsrisiko. Der distale Ösophagus sollte jenseits der Stenose sorgfältig inspiziert und auf eine Refluxösophagitis geachtet werden. Ein impakterter Nahrungsbolus ohne Nachweis einer Enge weist auf eine eosinophile Ösophagitis hin (Liacouras et al., 2011). Hier wird in möglichst gleicher Sitzung eine diagnostische Endoskopie, inkl. der Entnahme von Biopsien in 2 verschiedenen Höhen, empfohlen.

Bei im proximalen Ösophagus verkeiltem Fremdkörper kann eine adäquate Muskelrelaxierung erwogen werden, um den Fremdkörper leichter durch den relaxierten oberen Ösophagusphinkter zu extrahieren. Bei behutsamem Zug gelingt es nahezu immer, auch sperrige Fremdkörper atraumatisch in die Mundhöhle zu luxieren. Je nach Querschnitt des Fremdkörpers (fehlender Rand, ovalärer Querschnitt) kann es schwierig sein, mit einer Fremdkörperfazzange ausreichend Zug auszuüben. Dann können andere Hilfsmittel, wie ein Bergenetz, eine Polypektomie-Schlinge, durch Öffnungen der Fremdkörper gefädertes Nahtmaterial oder distal des Fremdkörpers gefüllte Ballonkatheter hilfreich sein (Kay and Wyllie, 2005; Kramer et al., 2015).

Knopfbatterien können so stark an der durch Hydroxid verätzten Schleimhaut des Ösophagus anhaften, dass der Zug mit Fremdkörperfazzangen nicht zur Ablösung ausreicht. Hier kann ein an der Batterie vorbei vorgeschobener Ballonkatheter oder der Einsatz der starren Ösophagoskopie erwogen werden (Kramer et al., 2015). Bei lang bestehender Ingestion ist das hohe Mortalitätsrisiko durch eine potentiell entstehende ösophago-aortale Fistel zu berücksichtigen (Litovitz et al., 2010a).

11. Endoskopiedauer

Oft dauert eine tracheobronchiale Fremdkörperendoskopie nur wenige Minuten. Bei schwierigem Befund kann sich die Proze-

dur jedoch deutlich länger hinziehen. Die klinische Erfahrung legt nahe, dass die Komplikationsrate mit zunehmender Endoskopiedauer deutlich ansteigt (Bittencourt et al., 2013). Länger als eine bis im äußersten Falle 2 Stunden sollte die Endoskopie daher nicht dauern. Falls sich ein aspirierter Fremdkörper in Einzelfällen nicht bzw. nicht vollständig entfernen lässt, erscheint es nicht sinnvoll zu sein, die Tracheobronchoskopie weiter in die Länge zu ziehen. Hier kann erwogen werden, die Endoskopie abubrechen, das Kind ggf. antibiotisch und mit Kortikosteroiden zu behandeln und nach 3–5 Tagen einen zweiten Endoskopieversuch durchzuführen. Dieses Vorgehen ist bei vegetabilen Fremdkörpern (z.B. Nüsse, Rosinen) allerdings nicht ganz unumstritten. Grundsätzlich sollte eine frühzeitige Verlegung des stabilen Kindes in ein Zentrum mit weitergehender Expertise erwogen werden.

Die Komplikationsrate (bis 19%) steigt mit zunehmender Dauer der Fremdkörperaspiration und mutmaßlich auch mit der Endoskopiedauer (Tomaske M, Gerber AC, Weiss M. Paediatr Anaesth 2006; Shlizerman et al., 2010; Bittencourt et al., 2013; Aggarwal et al., 2015).

12. Risiken, Komplikationen und anästhesiologische Besonderheiten



Fremdkörperaspiration und Tracheobronchoskopie Intraoperativ

- ▶ Rezidivierende Apnoe mit Hypoxämiegefahr und regelhafter Hyperkapnie während der Endoskopie
- ▶ Intraoperative Verlagerung eines Fremdkörpers innerhalb des Bronchialsystems
- ▶ Im Extremfall hypoxischer Kreislaufstillstand bei Laryngo-/Bronchospasmus oder vollständiger Atemwegsverlegung (z. B. bei einem „dropped foreign body“) (Pawar, 2000).
- ▶ Anästhesie-bedingt: u. a. Regurgitation und Aspiration
- ▶ Endoskopie-bedingt: u. a. Pneumothorax, Pneumomediastinum, Atemwegsblutung
- ▶ Rezidivierende, ggf. therapierefraktäre Bronchospastik

Postoperativ

- ▶ Larynxödem, Pneumonie, rezidivierende Bronchospastik (meist besser nach Fremdkörperextraktion)
- ▶ Aggravierung oder Demaskierung eines Atemwegsinfekts
- ▶ Starke Sekretmobilisation nach Fremdkörperextraktion
- ▶ Pneumothorax und Pneumomediastinum
- ▶ Dislokation des Fremdkörpers in die bronchiale Peripherie
- ▶ Bronchiale Schleimhautblutung durch Fremdkörperextraktion
- ▶ Bronchiales Schleimhautödem
- ▶ Bronchusperforation
- ▶ Atelektasenbildung mit Hypoxämie

Fremdkörperingestion und Ösophagogastroskopie Intraoperativ

- ▶ Hohlorgan-, insbesondere Ösophagusverletzungen mit Blutung, Perforation und/oder Infektion durch die Fremdkörpermanipulation mit oder ohne vorbestehende Gewebsschädigung durch den Fremdkörper
- ▶ Schwere, lebensbedrohliche, aortale Blutung (insbesondere nach länger bestehender Batterie-Ingestion)
- ▶ Akzidentelle intestinale oder tracheale Verlagerung des Fremdkörpers im Rahmen des Extraktionsversuchs

- ▶ Im Extremfall hypoxischer Kreislaufstillstand bei Laryngo-/Bronchospasmus oder vollständiger Atemwegsverlegung (z.B. bei einem „dropped foreign body“) (Pawar, 2000).
- ▶ Regurgitation und Aspiration
- ▶ Zahnschädigung/-lockerung bzw. Zahnverlust

Postoperativ

- ▶ Larynxödem, Pneumonie, rezidivierende Bronchospastik
- ▶ Aggravierung oder Demaskierung eines Atemwegsinfekts
- ▶ Nicht erkannte Fisteln (ösophago-tracheal, ösophago-aortal) (Liao et al., 2015)

Beteiligte Fachgesellschaften und Autoren

Federführend (anmeldende und koordinierende Fachgesellschaft):

Wissenschaftlicher Arbeitskreis Kinderanästhesie (WAKKA) der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI).

Mandatsträger: Prof. Dr. Christoph Bernhard Eich (Kinder- und Jugendkrankenhaus Auf der Bult, Hannover);

Stellvertreter: Dr. Michael Laschat (Kinderkrankenhaus Amsterdamer Straße, Köln);

Weitere Ko-Autoren: Dr. Karin Becke (Cnopf'sche Kinderklinik/Klinik Hallerwiese, Nürnberg), Prof. Dr. Claudia Höhne (Universitätsklinikum Leipzig)

Gesellschaft für Pädiatrische Pneumologie (GPP).

Mandatsträger: Prof. Dr. Thomas Nicolai (von Haunersches Kinderspital, München)

Schweizerische Gesellschaft für Pädiatrische Pneumologie (SGPP).

Mandatsträger: Prof. Dr. Jürg Hammer (Universitäts-Kinderspital beider Basel, Schweiz)

Arbeitsgemeinschaft Pädiatrische HNO-Heilkunde (AG PädHNO) der Deutschen Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf-Hals-Chirurgie (DG HNO KCH).

Mandatsträger: Prof. Dr. Thomas Deitmer (Klinikum Dortmund); Stellvertreter: Prof. Dr. Christian Sittel (Olgahospital, Stuttgart);

Weitere Ko-Autoren: Prof. Dr. Friedrich Bootz (Universitätsklinikum Bonn), Prof. Dr. Markus Jungehülsing (Ernst-von-Bergmann-Klinikum, Potsdam), Prof. Dr. Jochen Windfuhr (Kliniken Maria Hilf, Mönchengladbach)

Deutsche Gesellschaft für Kinderchirurgie (DGKCH).

Prof. Dr. Peter Schmittbecher (Städtisches Klinikum Karlsruhe)
Gesellschaft für Pädiatrische Gastroenterologie und Ernährung (GPGE).

Mandatsträger: Kai-Peter Schubert (Kinder- und Jugendkrankenhaus Auf der Bult, Hannover); Stellvertreter: Dr. Martin Claßen (Klinikum Links der Weser, Bremen)

Gesellschaft für Neonatologie und Pädiatrische Intensivmedizin (GNPI).

Prof. Dr. Thomas Nicolai (von Haunersches Kinderspital, München)

Anmerkung



In den Einrichtungen der beteiligten Autoren gibt es interdisziplinäre Standard Operationsprozeduren (SOPs) zur Versorgung von Kindern nach Fremdkörperaspiration und -ingestion, in denen die lokalen Organisationsstrukturen, Prozesse und Prozeduren definiert sind. Die Anwender dieser Leitlinie werden dazu ermutigt, diese auch für ihre Institutionen interdisziplinär zu beschreiben.

Literatur

- 1 Abbas MI, Oliva-Hemker M, Choi J, Lustik M, Gilger MA, Noel RA, Schwarz K, Nylund CM. Magnet ingestions in children presenting to US emergency departments, 2002–2011. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2013; 57: 18–22
- 2 Aggarwal SK, Sinha SK, Ratan SK, Dhua A, Sethi GR. Complications of long-standing foreign body in the airway and their outcomes after endoscopic management: an experience of 20 cases. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A* 2015; 25: 81–87
- 3 Aldrete JA. The post-anesthesia recovery score revisited. *J Clin Anesth* 1995; 7: 89–91
- 4 Aydogdu S, Arıkan C, Çakır M, Baran M, Yükksekaya HA, Saz UE, Arslan MT. Foreign body ingestion in Turkish children. *Turk J Pediatr* 51: 2009; 127–132
- 5 Babin E, Sigston E, Bignon JY, Doppia MA, Edy E. How we do it: management of tracheobronchial foreign bodies in children. *Clin Otolaryngol Allied Sci* 2004; 29: 750–753
- 6 Barbato A, Magarotto M, Crivellaro M, Novello A Jr, Cracco A, de Blic J, Scheinmann P, Warner JO, Zach M. Use of the paediatric bronchoscope, flexible and rigid, in 51 European centres. *Eur Respir J* 1997; 10: 1761–1766
- 7 Baharloo F, Veyckemans F, Francis C, Bieltlot MP, Rodenstein DO. Tracheobronchial foreign bodies: presentation and management in children and adults. *Chest* 1999; 115: 1357–1362
- 8 Bakan M, Topuz U, Umutoglu T, Gundogdu G, Ilce Z, Elicevik M, Kaya G. Remifentanyl-based total intravenous anesthesia for pediatric rigid bronchoscopy: comparison of adjuvant propofol and ketamine. *Clinics (Sao Paulo)* 2014; 69: 372–377
- 9 Bini M. Gastrointestinal foreign bodies: Clinical aspects and endoscopic management. *Journal of GHR* 2015; 4: 1524–1532
- 10 Bittencourt PF, Camargos P, Picinin IF. Risk factors associated with hypoxemia during foreign body removal from airways in childhood. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2013; 77: 986–989
- 11 Boufersaoui A, Smati L, Benhalla KN, Boukari R, Smail S, Anik K, Aouameur R, Chaouche H, Baghrich M. Foreign body aspiration in children: experience from 2624 patients. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2013; 77: 1683–1688
- 12 Brooks P, Ree R, Rosen D, Ansermino M. Canadian pediatric anesthesiologists prefer inhalational anesthesia to manage difficult airways. *Can J Anaesth* 2005; 52: 285–290
- 13 Buu NT, Ansermino M. Anesthesia for removal of inhaled foreign bodies in children. *Paediatr Anaesth* 2005; 15: 533
- 14 Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Gastrointestinal injuries from magnet ingestion in children – United States, 2003–2006. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 55: 1296–1300
- 15 Centers for Disease Control and Prevention (CDC). National estimates of the 10 leading causes of nonfatal injuries treated in hospital emergency departments. United States 2013; www.cdc.gov/injury/images/ic-charts/leading_cause_of_nonfatal_injury_2013-a.gif (eingesehen 03.12.2015)
- 16 Chen L, Yu L, Fan Y, Manyande A. A comparison between total intravenous anaesthesia using propofol plus remifentanyl and volatile induction/maintenance of anaesthesia using sevoflurane in children undergoing flexible fiberoptic bronchoscopy. *Anaesth Intensive Care* 2013; 41: 742–749
- 17 Chen MK, Beierle EA. Gastrointestinal foreign bodies. *Pediatr Ann* 2001; 30: 736–742
- 18 Dehghani N, Ludemann JP. Ingested foreign bodies in children: BC Children's Hospital emergency room protocol. *BCM J* 2008; 50: 257–262
- 19 De Roo AC, Thompson MC, Chounthirath T, Xiang H, Cowles NA, Shmuylovskaya L, Smith GA. Rare-earth magnet ingestion-related injuries among children, 2000–2012. *Clin Pediatr (Phila)* 2013; 52: 1006–1013
- 20 Dong YC, Zhou GW, Bai C, Huang HD, Sun QY, Huang Y, Han YP, Li Q. Removal of tracheobronchial foreign bodies in adults using a flexible bronchoscope: experience with 200 cases in China. *Intern Med* 2012; 51: 2515–2519
- 21 Eisen GM, Baron TH, Dominitz JA, Faigel DO, Goldstein JL, Johanson JF, Mallory JS, Raddawi HM, Vargo JJ 2nd, Waring JP, Fanelli RD, Wheeler-Harborough J. *American Society for Gastrointestinal Endoscopy. Guideline for the management of ingested foreign bodies. Gastrointest Endosc* 2002; 55: 802–806
- 22 Farrell PT. Rigid bronchoscopy for foreign body removal: anaesthesia and ventilation. *Paediatr Anaesth* 2004; 14: 84–94
- 23 Feltbower S, McCormack J, Theilen U. *Pediatr Emer Care.* 2015; 31: 422–424
- 24 Fidkowski CW, Hui Zheng H, Firth PG. The Anesthetic Considerations of Tracheobronchial Foreign Bodies in Children: A Literature Review of 12,979 Cases. *Anesth Analg* 2010; 111: 1016–1025

- 25 Foltran F, Ballali S, Rodriguez H, Sebastian van As AB, Passali D, Gulati A, Gregori D. Inhaled foreign bodies in children: a global perspective on their epidemiological, clinical, and preventive aspects. *Pediatr Pulmonol* 2013; 48: 344–351
- 26 Gang W, Zhengxia P, Hongbo L, Yonggang L, Jiangtao D, Shengde W, Chun W. Diagnosis and treatment of tracheobronchial foreign bodies in 1024 children. *J Pediatr Surg* 2012; 47: 2004–2010
- 27 Gregori D, Scarinzi C, Morra B, Salerni L, Berchiolla P, Snidero S, Corradetti R, Passali D. ESFBI Study Group. Ingested foreign bodies causing complications and requiring hospitalization in European children: results from the ESFBI study. *Pediatr Int* 2010; 52: 26–32
- 28 Hamilton ND, Hegarty M, Calder A, Erb TO, von Ungern-Sternberg BS. Does topical lidocaine before tracheal intubation attenuate airway responses in children? An observational audit. *Pediatr Anesth* 2012; 22: 345–350
- 29 Hammer J. Acquired upper airway obstruction. *Paediatr Respir Rev* 2004; 5: 25–33
- 30 Higuchi O, Adachi Y, Adachi YS, Taneichi H, Ichimaru T, Kawasaki K. Mothers' knowledge about foreign body aspiration in young children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2013; 77: 41–44
- 31 Hofmann U. in: Nicolai, Griese. *Praktische Pneumologie in der Pädiatrie*. Thieme 2011
- 32 Hussain SZ, Bousvaros A, Gilger M, Mamula P, Gupta S, Kramer R, Noel RA. Management of ingested magnets in children. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2012; 55: 239–242
- 33 Ikenberry SO, Jue TL, Anderson MA, Appalaneni V, Banerjee S, Ben-Menachem T, Decker GA, Fanelli RD, Fisher LR, Fukami N, Harrison ME, Jain R, Khan KM, Krinsky ML, Maple JT, Sharaf R, Strohmeyer L, Dominitz JA. ASGE Standards of Practice Committee. Management of ingested foreign bodies and food impactions. *Gastrointest Endosc* 2011; 73: 1085–1091
- 34 Inglis AF Jr, Wagner DV. Lower complication rates associated with bronchial foreign bodies over the last 20 years. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1992; 101: 61–66
- 35 Kain ZN, O'Connor TZ, Berde CB. Management of tracheobronchial and esophageal foreign bodies in children: a survey study. *J Clin Anesth* 1994; 6: 28–32
- 36 Kay M, Wyllie R. Pediatric foreign bodies and their management. *Curr Gastroenterol Rep* 2005; 7: 212–218
- 37 Kramer RE, Lerner DB, Lin T, Manfredi M, Shah M, Stephen TC, Gibbons TE, Pall H, Sahn B, McOmber M, Zacur G, Friedlander J, Quiros AJ, Fishman DS, Mamula P. Management of ingested foreign bodies in children: a clinical report of the NASPGHAN Endoscopy Committee. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2015; 60: 562–574
- 38 Lee JH, Lee JS, Kim MJ, Choe YH. Initial location determines spontaneous passage of foreign bodies from the gastrointestinal tract in children. *Pediatr Emerg Care* 2011; 27: 284–289
- 39 Liao R, Li JY, Liu GY. Comparison of sevoflurane volatile induction/maintenance anaesthesia and propofol-remifentanyl total intravenous anaesthesia for rigid bronchoscopy under spontaneous breathing for tracheal/bronchial foreign body removal in children. *Eur J Anaesthesiol* 2010; 27: 930–934
- 40 Liao W, Wen G, Zhang X. *Pediatr Emer Care* 2015; 31: 412–415
- 41 Liacouras CA, Furuta GT, Hirano I, Atkins D, Attwood SE, Bonis PA, Burks AW, Chehade M, Collins MH, Dellon ES, Dohil R, Falk GW, Gonsalves N, Gupta SK, Katzka DA, Lucendo AJ, Markowitz JE, Noel RJ, Odze RD, Putnam PE, Richter JE, Romero Y, Ruchelli E, Sampson HA, Schoepfer A, Shaheen NJ, Sicherer SH, Spechler S, Spergel JM, Straumann A, Wershil BK, Rothenberg ME, Aceves SS. Eosinophilic esophagitis: updated consensus recommendations for children and adults. *Allergy Clin Immunol* 2011; 128: 3–20
- 42 Lin C-H, Chen A-C, Tsai J-D, Wei S-H, Hsueh K-C, Lin W-C. Endoscopic removal of foreign bodies in children. *Kaohsiung J Med Sci* 2007; 23: 447–452
- 43 Litman RS, Ponnuri J, Trogan I. Anesthesia for tracheal or bronchial foreign body removal in children: an analysis of ninety-four cases. *Anesth Analg* 2000; 91: 1389–1391 62
- 44 Litovitz T, Whitaker N, Clark L, White NC, Marsolek M. Emerging battery-ingestion hazard: clinical implications. *Pediatrics* 2010; 125: 1168–1177 (Litovitz 2010 a)
- 45 Litovitz T, Whitaker N, Clark L. Preventing battery ingestions: an analysis of 8648 cases. *Pediatrics* 2010; 125: 1178–1183 (Litovitz 2010 b)
- 46 Machotta A. Anästhesiologisches Management zur Endoskopie der Atemwege bei Kindern. *Anaesthesist* 2002; 51: 668–678
- 47 Maconochie IK, Bingham R, Eich C, López-Herce J, Maconochie I, Rodríguez-Núñez A, Rajka T, Van de Voorde P, Zideman D, Biarent D. Paediatric life support section Collaborators. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015 Section 6. Paediatric life support. *Resuscitation* 2015; 95: 223–248
- 48 Mani N, Soma M, Massey S, Albert D, Bailey CM. Removal of inhaled foreign bodies—middle of the night or the next morning? *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2009; 73: 1085–1089
- 49 Martinot A, Closset M, Marquette CH, Hue V, Deschildre A, Ramon P, Remy J, Leclerc F. Indications for flexible versus rigid bronchoscopy in children with suspected foreign-body aspiration. *Am J Respir Crit Care Med* 1997; 155: 1676–1679
- 50 Meretoja OA, Taivainen T, Rähä L, Korpela R, Virtavuori K. Sevoflurane-nitrous oxide or halothane-nitrous oxide for paediatric bronchoscopy and gastroscopy. *Br J Anaesth* 1996; 76: 767–771
- 51 Merckenschlager A, Sanktjohanser L, Hundt C, Schneider K, Nicolai T. Diagnostic value of a plain radiograph of the chest in suspected tracheobronchial foreign body aspiration in children. *Pneumologie* 2009; 63: 325–328
- 52 Mirshemirani AR, Khaleghnejad-Tabari A, Kouranloo J, Sadeghian N, Rouzrokh M, Roshanzamir F, Razavi S, Sayary AA, Imanzadeh F. Clinical evaluation of disc battery ingestion in children. *Middle East J Dig Dis* 2012; 4: 107–110
- 53 Moore EW, Davies MW. Inhalational versus intravenous induction. A survey of emergency anaesthetic practice in the United Kingdom. *Eur J Anaesthesiol* 2000; 17: 33–37
- 54 Mu LC, Sun DQ, He P. Radiological diagnosis of aspirated foreign bodies in children: review of 343 cases. *J Laryngol Otol* 1990; 104: 778–782
- 55 Naji H, Isacson D, Svensson JF, Wester T. Bowel injuries caused by ingestion of multiple magnets in children: a growing hazard. *Pediatr Surg Int* 2012; 28: 367–374
- 56 Nicolai T. Pediatric bronchoscopy. *Pediatr Pulmonol* 2001; 31: 150–164
- 57 Nicolai T, Reiter K. Notfalltherapie der akuten Fremdkörperaspiration beim Kind. *Notfall & Rettungsmedizin* 2004; 7: 501–506
- 58 Nicolai T. Fremdkörperaspiration bei Kindern. *MMW. Fortschr Med* 2013; 155: 36–37
- 59 Oberer C, von Ungern-Sternberg BS, Frei FJ, Erb TO. Respiratory reflex responses of the larynx differ between sevoflurane and propofol in pediatric patients. *Anesthesiology* 2005; 103: 1142–1148
- 60 Panieri E, Bass DH. The management of ingested bodies in children – areview of 663 cases. *Eur J Emerg Med* 1995; 83–87
- 61 Pawar DK. Dislodgement of bronchial foreign body during retrieval in children. *Paediatr Anaesth* 2000; 10: 333–335
- 62 Pinzoni F, Boniotti C, Molinaro SM, Baraldi A, Berlucchi M. Inhaled foreign bodies in pediatric patients: review of personal experience. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2007; 71: 1897–1903
- 63 Rodrigues AJ, Oliveira EQ, Scordamaglio PR, Gregório MG, Jacomelli M, Figueiredo VR. Flexible bronchoscopy as the first-choice method of removing foreign bodies from the airways of adults. *J Bras Pneumol* 2012; 38: 315–320
- 64 Rodríguez H, Cuestas G, Botto H, Nieto M, Cocciaglia A, Passali D, Gregori D. Complications in children from foreign bodies in the airway. *Acta Otorrinolaringol Esp* 2015
- 65 Ross AK, Davis PJ, Dear Gd GL, Ginsberg B, McGowan FX, Stiller RD, Henson LG, Huffman C, Muir KT. Pharmacokinetics of remifentanyl in anesthetized pediatric patients undergoing elective surgery or diagnostic procedures. *Anesth Analg* 2001; 93: 1393–1401
- 66 Russell R, Lucas A, Johnson J, Yannam G, Griffin R, Beierle E, Anderson S, Chen M, Harmon C. Extraction of esophageal foreign bodies in children: rigid versus flexible endoscopy. *Pediatr Surg Int* 2014; 30: 417–422
- 67 Russo SG, Eich C, Höhne C, Stelzner J, Weiss M, Becke K. Handlungsempfehlung für das Management des erwartet schwierigen Atemwegs beim Kind. (in Publikation 2016)
- 68 Sahin A, Meteroglu F, Eren S, Celik Y. Inhalation of foreign bodies in children: experience of 22 years. *J Trauma Acute Care Surg* 2013; 74: 658–663
- 69 Schmidt J, Strauss J, Becke K, Giest J, Schmitz B. Handlungsempfehlung zur Rapid-Sequence-Induction im Kindesalter. *Anästh Intensivmed* 2007; 48: S88–S93
- 70 Sehgal IS, Dhooria S, Ram B, Singh N, Aggarwal AN, Gupta D, Behera D, Agarwal R. Foreign Body Inhalation in the Adult Population: Experience of 25,998 Bronchoscopies and Systematic Review of the Literature. *Respir Care* 2015 (Epub ahead of print)
- 71 Shah RK, Patel A, Lander L, Choi SS. Management of foreign bodies obstructing the airway in children. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2010; 136: 373–379
- 72 Sharpe SJ, Rochette LM, Smith GA. Pediatric battery-related emergency department visits in the United States, 1990–2009. *Pediatrics* 2012; 129: 1111–1117
- 73 Shlizerman L, Mazzawi S, Rakover Y, Ashkenazi D. Foreign body aspiration in children: the effects of delayed diagnosis. *Am J Otolaryngol* 2010; 31: 320–324

- 74 Soodan A, Pawar D, Subramaniam R. Anesthesia for removal of inhaled foreign bodies in children. *Paediatr Anaesth* 2004; 14: 947–952
- 75 Spitz L. Management of ingested foreign bodies in childhood. *Br Med J* 1971; 4: 469–472
- 76 Strickland M, Rosenfield D, Fecteau A. Magnetic foreign body injuries: a large pediatric hospital experience. *J Pediatr* 2014; 165: 332–335
- 77 Tan HK, Brown K, McGill T, Kenna MA, Lund DP, Healy GB. Airway foreign bodies (FB): a 10-year review. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2000; 56: 91–99
- 78 Tavarez MM, Saladino RA, Gaines BA, Manole MD. Prevalence, clinical features and management of pediatric magnetic foreign body ingestions. *J Emerg Med* 2013; 44: 261–268
- 79 Teksan L, Baris S, Karakaya D, Dilek A. A dose study of remifentanyl in combination with propofol during tracheobronchial foreign body removal in children. *J Clin Anesth* 2013; 25: 198–201
- 80 Tomaske M, Gerber AC, Weiss M. Anesthesia and periinterventional morbidity of rigid bronchoscopy for tracheobronchial foreign body diagnosis and removal. *Paediatr Anaesth* 2006; 16: 123–129
- 81 Tomaske M, Gerber AC, Stocker S, Weiss M. Tracheobronchial foreign body aspiration in children - diagnostic value of symptoms and signs. *Swiss Med Wkly* 2006; 136: 533–538
- 82 Von Ungern-Sternberg BS, Habre W, Erb TO, Heaney M. Salbutamol premedication in children with a recent respiratory tract infection. *Paediatr Anaesth* 2009; 19: 1064–1069
- 83 Waters AM, Teitelbaum DH, Thorne V, Bousvaros A, Noel RA, Beierle EA. Surgical management and morbidity of pediatric magnet ingestions. *J Surg Res* 2015; 199: 137–140
- 84 Weiss M, Schmidt J, Eich C, Stelzner J, Trieschmann U, Müller-Lobeck L, Philippi-Höhne C, Becke K, Jöhr M, Strauß J. Handlungsempfehlung zur Prävention und Behandlung des unerwartet schwierigen Atemwegs in der Kinderanästhesie Vom Wissenschaftlichen Arbeitskreis Kinderanästhesie der Deutschen Gesellschaft für Anesthesiologie und Intensivmedizin (DGAI). *Anästh Intensivmed* 2010; 52
- 85 Westphal K, Strouhal U, Kessler P, Schneider J. Arbeitsplatzbelastung durch Sevofluran -Konzentrationsmessungen während Bronchoskopien bei Kindern Anaesthesist. 1997; 46: 677–682
- 86 Zhang X, Li WX, Cai YR. A time series observation of Chinese children undergoing rigid bronchoscopy for an inhaled foreign body: 3,149 cases in 1991–2010. *Chin Med J (Engl)* 2015; 128: 504–509