

Fremdkörperentfernung aus dem Tracheobronchialsystem im Kindesalter*

Zusammenfassung

Aus dem Zeitraum Januar 1989 bis Juli 1997 wurden 103 starre Tracheobronchoskopien im Kindesalter an der Universitätsklinik für HNO-Heilkunde in Tübingen ausgewertet. Indikation war in 84% der Fälle der Verdacht auf eine Fremdkörperaspiration, weitere Indikationen waren kongenitale Fehlbildungen, Schäden nach Langzeitintubation oder der Verdacht auf Tracheomalazie. Wir haben retrospektiv alle starren Bronchoskopien mit Verdacht auf Fremdkörperaspiration bei Kindern bis zum abgeschlossenen 11. Lebensjahr ausgewertet ($n=84$). Es zeigte sich in 69% der Fälle ein oder mehrere Fremdkörper, die sich bis auf 1 Fall mit dem starren Bronchoskop entfernen ließen. Es kam in keinem Fall zu ernststen Komplikationen wie einer Blutung oder der Notwendigkeit zur Tracheotomie. Die Fremdkörperentfernung mit dem starren Bronchoskop ist ein komplikationsarmer und effektiver Eingriff. Bei klinischem oder anamnestischem Verdacht auf Aspiration eines Fremdkörpers sollte sofort eine Bronchoskopie durchgeführt werden.

Schlüsselwörter

Starre Tracheobronchoskopie ·
Fremdkörperaspiration · Kindesalter

Vor dem 20. Jahrhundert führte die Aspiration eines Fremdkörpers zu einer langen und quälenden Erkrankung, die häufig tödlich endete [20]. Erst im Jahre 1897 gelang Gustav Killian die erste Entfernung eines Bronchialfremdkörpers mit Hilfe der direkten Bronchoskopie, bis dahin wurde nur über Thorakotomien und Tracheotomien zur Fremdkörperentfernung berichtet. Nach der Einführung moderner Endoskope und Optiken in diesem Jahrhundert gilt die starre Bronchoskopie zur Fremdkörperentfernung als ein relativ komplikationsloser und sicherer. McGuirt et al. [16] schätzten die Zahl der Todesopfer durch Fremdkörperaspiration auf 3000 pro Jahr in den USA, diese Zahl läßt sich auf die Verhältnisse in anderen Ländern der westlichen Hemisphäre übertragen.

Die klassische Fremdkörperaspiration ist in erster Linie eine Erkrankung des Kindesalters, nach einer amerikanischen Veröffentlichung von 1991 liegt die Inzidenz zu über 80% im Alter von unter 12 Jahren [17], während Hildmann im Jahre 1990 von 70% spricht. Säuglinge und Kleinkinder führen fast alles, was sie in die Hände bekommen, in den Mund. Ein in den Mund gesteckter Gegenstand wird durch eine plötzliche tiefe Inspiration – bei Schreck, Überraschung, Lachen oder Husten – in die Luftwege befördert. Wird die Bronchoskopie in den ersten 24 h durchgeführt, sieht man fast immer ein unauffälliges Tracheobronchialsystem, wogegen bei längerer Liegedauer des Fremdkörpers häufig ausgeprägte Schleimhautschwellungen und Granulationsbildung auftreten. Vegetabile Fremdkörper, beson-

ders die Erdnuß, scheinen bevorzugt eine Granulationsbildung zu verursachen. Die im Verlauf auftretenden Entzündungen sind bedeutsame Komplikationen der Fremdkörperaspiration. Durch Sekretstau kommt es zur Bronchitis, hieraus kann besonders im Säuglings- und Kleinkindesalter eine Überbeanspruchung des Herz-Kreislauf-Systems resultieren.

Es gibt 4 Arten, wie ein Fremdkörper einen Bronchus obturieren kann: 1. partielle Stenose, 2. Totalverschluß, 3. inspiratorische und 4. expiratorische Ventilstenose. Bei einer Stenose kommt es zu einer Minderbelüftung der distalen Lungenabschnitte, bei einem Totalverschluß zu einer Atelektase. Bei der relativ seltenen inspiratorischen Ventilstenose ist der Bronchus inspiratorisch dicht, expiratorisch kann Luft ausströmen, auch hier folgt poststenotisch eine Atelektase. Bei der expiratorischen Ventilstenose kann die Luft nicht mehr ausströmen, es folgt eine Überblähung distal der Stenose mit möglichen weiteren Komplikationen wie Pneumothorax, Mediastinal- oder Hautemphysem.

Material und Methode

Wir haben retrospektiv 103 starre Bronchoskopien der Jahre 1989 bis 1997 an der Universitäts-HNO-Klinik Tübingen

* Auszugsweise vorgetragen auf dem Gustav-Killian-Symposium, Mannheim, 21. und 22. November 1997

D. Bleß
Universitäts-HNO-Klinik,
Silberstraße 5, D-72076 Tübingen

D. Bleß · P.K. Plinkert

Tracheobronchial foreign body removal in children

Summary

We have reviewed 103 cases of rigid tracheobronchoscopies that were performed in pediatric patients at the ENT University Hospital in Tübingen between 1989 and 1997. In 84% of our patients the indication for endoscopy was the suspicion of foreign body aspiration, while others were congenital dysplasia in the tracheobronchial tree, tracheomalacia or lesions after long-term intubation. After evaluation of all rigid bronchoscopies in children through age 12, we found that 69% had one or more foreign bodies. Except for one case of a needle, all foreign bodies could be removed by rigid bronchoscopy. There were no serious complications such as bleeding or airway obstruction requiring tracheotomy. At the University Hospital rigid tracheobronchoscopy was found to be an effective and safe procedure. In particular, the procedure should be carried out if the history or clinical findings suggest foreign body aspiration.

Key words

Rigid tracheobronchoscopy · Foreign body aspiration · Pediatric airway obstruction

Originalien

ausgewertet. In 84 Fällen war die Indikation der Verdacht auf eine Fremdkörperaspiration. Das Alter unserer Patienten reichte von wenigen Wochen bis zum vollendeten 11. Lebensjahr. Ausgewertet wurden Alter, Geschlecht, Art und Lokalisation der Fremdkörper, Anamnese, Diagnostik und intraoperative Befunde der untersuchten Fälle.

Wir benutzen Bronchoskope (Fa. Storz) in den Längen 20, 26 und 30 cm mit Innendurchmessern von 2,5–6 mm. Hopkins-Optiken lagen für die Kinderbronchoskopie mit Winkeln von 0°, 30°- und 70° vor. Zur Fremdkörperextraktion dienten verschiedene Faßzangen, eine optische Faßzange kann ab einem Bronchoskopdurchmesser von 3,5 mm eingesetzt werden. Zum Absaugen wurden Tip-Sauger benutzt. Die starre Bronchoskopie wird in Allgemeinnarkose durchgeführt, beatmet wird durch das Bronchoskop.

Ergebnisse und Diskussion

Patientengut

Übereinstimmend mit der Literatur fanden wir einen Häufigkeitsgipfel für Fremdkörperaspiration im 2. Lebensjahr [1, 14, 15, 22]; 34% der von uns bronchoskopierte Kinder waren im 2. Lebensjahr. Ursache für diese Häufung ist wahrscheinlich die starke Erweiterung des Nahrungsangebots in diesem Lebensalter und die fehlenden bzw. noch nicht ganz durchgebrochenen Molaren. Nahrung wird abgebissen, aber nicht ausreichend gekaut und die kleinen Stückchen beim Laufen, Toben oder Reden aspiriert. In der Literatur findet sich ein Verhältnis männlich zu weiblich von 2:1 [14, 18, 21], welches noch einer wissenschaftlichen Erklärung bedarf. Auch in unserem Patientengut findet sich mit einem Verhältnis von 1,7:1 ein Überwiegen des männlichen Geschlechts bei Indikationsstellung zur Bronchoskopie. In der Zahl der tatsächlich aufgefundenen Fremdkörper liegen die beiden Geschlechter dichter beieinander (1,5:1). Eine amerikanische Untersuchung, die auch die tatsächliche Aspiration nach Geschlechtern auswertet, findet eine Ratio von 1,5 zu 1,1 [24]. Möglicherweise sind Jungen aber auch ausdrucksstärker in ihren Symptomen, oder sie werden mehr beobachtet. Auch hier kann

keine wissenschaftliche Begründung gegeben werden.

Wichtig bei der Fremdkörperaspiration ist die rasche Bronchoskopie. So berichten Schroeder und Grundner [22] von einem über 30tägigen Zeitintervall zwischen Aspirationsereignis und Endoskopie in 1/3 der von ihnen untersuchten Fälle. In unserem Patientengut stellten sich 60% der kleinen Patienten innerhalb von 24 h nach vermutlicher Aspiration in der Klinik vor, weniger als 10% stellten sich nach Ablauf von 30 Tagen vor. Der längste zeitliche Abstand zwischen Aspiration und Bronchoskopie betrug 5 Monate. Im Durchschnitt belief sich der Abstand zwischen fraglicher Aspiration und Bronchoskopie 4 Tage.

Klinische Symptome und Differentialdiagnose

Der typische erstickungsähnliche Hustenanfall bei Aspiration eines Fremdkörpers führt in der Mehrzahl der Fälle zur Verdachtsdiagnose. Auch bei unseren kleinen Patienten war das am häufigsten angegebene Symptom Husten (53,4%). Weitere Symptome waren Atemnot (26,2%), ein pfeifendes Atemgeräusch (16,6%), Fieber (21,4%) und Erbrechen (3,5%) (Tabelle 1).

Vor allem bei Lokalisation im Kehlkopf treten häufig Stridor oder Pfeifgeräusche auf. Zumeist bleibt ein ständiger Hustenreiz bestehen, der rezidivierend zu Hustenanfällen führt. Erst wenn sich der Fremdkörper fest verkeilt, sistiert auch dieser Hustenreiz. Je tiefer der Fremdkörper fällt, desto weniger symptomatisch wird er, da die Empfindlichkeit der Schleimhaut im Tracheobronchialsystem jenseits der Bifurkation schnell nachläßt. Die Mehrzahl der aspirierten Fremdkörper füh-

Tabelle 1
Klinische Symptome
bei FK-Aspiration. Nach [14]

	%
Husten	53,4
Atemnot	26,2
Stridor	16,6
Fieber	21,4
Erbrechen	3,5

ren nicht zur Ateminsuffizienz, bei kleineren Teilen kann sich die akute Symptomatik völlig zurückbilden, was die Diagnose erschwert. Wunderlich beschreibt eine „stille Phase“ nach akuter Aspiration, auf welche nach vielen Stunden oder Tagen Fieber, stärkerer Husten und Dyspnoe auftreten [27].

Auskultation und Perkussion bieten kurz nach Aspiration nur selten eindeutige Hinweise. In unserem Patientengut fanden wir nur bei 20% der Fälle einen auffälligen Auskultationsbefund, vor allem eine seitendifferente Abschwächung oder eine Verschärfung des Atemgeräusches war zu finden. Kommt es durch den Fremdkörper zu einem ventilartigen Verschluss eines Bronchus, überbläht diese Seite mit einer resultierenden Verdrängung des Mediastinums zur Gegenseite. Kommt es zu einer deutlichen Überblähung, ist diese durch hyperesonanten Klopfschall nachweisbar. Auskultatorisch finden sich bei einer Stenosierung im Inspirium pfeifende und glemende Geräusche. Lassen sich eben diese Geräusche auch im Expirium auskultieren, ist der Verschluss des Bronchus bei der Ausatmung unvollständig. Es liegt eine expiratorische Ventilstenose vor, die mit einer astmoiden Bronchitis verwechselt werden kann [1]. Steen und Zimmermann berichten 1990 nach einer Auswertung von 94 Fällen im Kindesalter, daß obstruktives Bronchialasthma, Infekte und allergisches Asthma zu den häufigsten Fehldiagnosen zählen [23]. Rezidivierender Husten, rezidivierende Hämoptysen, Stridor und Dyspnoe, chronische Bronchitis, der Verdacht auf einen einseitigen Lungenprozeß und unklares Fieber sollten differentialdiagnostisch an eine Fremdkörperaspiration denken lassen. Insbesondere ist die Bedeutung einer ausführlichen Anamnese zu unterstreichen. In unserem Patientengut bestätigte sich der anamnestiche Verdacht auf eine Fremdkörperaspiration in 69% der Fälle. „Allerdings darf bei verdächtigen Symptomen eine leere Anamnese einen Fremdkörper nicht ausschließen“ [5]. Eine Untersuchung über 822 Bronchoskopien im Kindesalter in der Türkei ergab, daß zwar bei 77,7% der Kinder ein Fremdkörper vorlag, jedoch nur in 394 Fällen auch eine positive Fremdkörperanamnese erhoben wurde [18].

Radiologische Diagnostik

Nur ein geringer Teil der Fremdkörper ist schattengebend, so daß der direkte röntgenologische Fremdkörpernachweis nur bei metallenen oder kalkhaltigen Gegenständen möglich ist. Nicht kontrastgebende Fremdkörper wie die so häufig anzutreffende Erdnuß können neben der Bronchographie erst durch die diagnostische und gleichzeitig therapeutische Endoskopie nachgewiesen werden. Deshalb sind in den ersten 24 h nach Aspiration eines Fremdkörpers die Thoraxaufnahmen häufig unauffällig. Auch werden bei der normalen Thoraxaufnahme der subglottische Raum und der Larynx nicht abgebildet. Der indirekte röntgenologische Fremdkörpernachweis ist anhand von statischen und dynamischen Zeichen zu führen. In der Durchleuchtung läßt sich auch akut bei der Inspiration ein Abweichen des Mediastinums zur betroffenen Seite feststellen, das sog. Holzknecht-Zeichen [24]. Im Verlauf der Erkrankung kommt es in Abhängigkeit einer inspiratorischen oder expiratorischen Ventilstenose zu einer Überblähung oder Atelektase eines Lungenabschnitts und zu einem Verziehen des Mediastinums.

Im Rahmen der Akuterkrankung schließen wir uns der Meinung von Hörmann an, welcher der radiologischen Untersuchung eine eher untergeordnete Bedeutung beimißt [13]. In unserem Patientengut fand sich bei allerdings bei über 50% der radiologisch untersuchten Patienten ein pathologischer Befund. Die Röntgenuntersuchung kann nützlich sein zur Bestätigung und zur Lokalisation des Fremdkörpers, sie kann die Tracheobronchoskopie, die immer durchgeführt werden sollte, jedoch nicht ersetzen.

Technik

Ein starres Bronchoskop muß drei Anforderungen erfüllen: Ventilation, Einsicht in das Tracheobronchialsystem und Manipulationsmöglichkeit. Die Tracheobronchoskopie sollte mit den geringstmöglichen Traumata von Endolarynx und Trachea erfolgen. Die kleine Krikoidregion des Kindesalters sollte mit dem Bronchoskop leicht passiert werden können. Je länger endoskopiert wird und je größer das Bron-

choskop, desto größer ist die Gefahr eines subglottischen Ödems [8].

Das vorsichtige Fassen des Fremdkörpers mit einer Faßzange scheint auch in der Literatur als die beste Methode bevorzugt zu werden [17]. Cohen et al. empfehlen, große Fremdkörper wie Bohnen vor der Extraktion zu zerbrechen, um völlige Obstruktion der Trachea bei Extraktion zu vermeiden [8]. Hier besteht allerdings die Gefahr des Abrutschens kleiner Teile in die Peripherie, so daß wir die Extraktion in einem Schritt bevorzugen. Wenn größere Fremdkörper nicht durch das Endoskopierrohr passen, werden sie nach dem Umfassen mit der Zange gemeinsam mit dem starren Rohr zurückgezogen. Bei drohender Totalverlegung der Trachea bzw. bei drohender Erstickung wird die Möglichkeit beschrieben, den Fremdkörper in einen Bronchus zu stoßen, um wenigstens einen Lungenflügel beatmen zu können [8].

Fremdkörper

Man kann Fremdkörper nach verschiedenen Kriterien einteilen, nach Konsistenz, Form und nach Material. Bezüglich der Form sind vor allem die eindimensionalen Fremdkörper von besonderer Gefahr, da sie die Tendenz zeigen, bis in die tiefsten Luftwege einzudringen. Dies läßt sich auch in unserer Retrospektive bestätigen. Der einzig frustrierte Versuch einer bronchoskopischen Fremdkörperentfernung in unserem Untersuchungsgut war der Fall einer aspirierten Nadel, die unerreichbar im linken Unterlappenbronchus lag. Auch mit dem flexiblen Bronchoskop konnte keine Extraktion erreicht werden. Dieser Patient mußte schließlich thorakotomiert werden.

Der in Europa am häufigsten aspirierte Fremdkörper, die Erdnuß, stellte auch in unserer Auswertung mit 46% den Löwenanteil der aufgefundenen Fremdkörper dar (Tabelle 2). Die Erdnuß bewirkt mit ihrer rauen oder unregelmäßigen Oberfläche in der Regel keinen vollständigen Bronchusverschluss, meist aber eine baldige Ventilstenose. Insbesondere durch die Quellfähigkeit der Erdnüsse wird ihre Pathogenität verstärkt [3]. Sie verschließen so den Bronchus. Anhaftende Keime und der Gehalt an ungesättigten Ölen führen zu Schwellungen und Granulationen der Bronchialschleimhaut. Weite-

re aufgefundene Gegenstände waren Möhrenstückchen (10%), Metallteile (12%), Walnußstückchen (8%), Apfelstückchen (8%), Plastikteile (6%), Teile von Hühnerknochen (4%) sowie mit 8% sonstige Gegenstände, in einem Fall fand sich Puder in beiden Hauptbronchen. Die Art der Fremdkörper in einer Population ist stark von Eß- und sonstigen Lebensgewohnheiten abhängig. Am Ende des 20. Jahrhunderts häufiger auftretende Fremdkörper sind Plastikteile, die sich durch ihren kaum schleimhautirritierenden Charakter und ihre mangelnde Röntgendichte auszeichnen [20].

Neben den erwähnten exogenen Fremdkörpern besteht auch die Möglichkeit der endogenen Fremdkörperentstehung im Tracheobronchialsystem. Letzere sind sicherlich sehr selten, können aber zur vollständigen Verlegung der Trachea führen. Link [14] erwähnt hier in erster Linie Broncholithen, verursacht durch Lungentuberkulose und *Ascaris lumbricoides*. Bei langzeitbeatmeten Kindern findet man häufig Granulationen, die einen Bronchus völlig verlegen können. Auch Schleim oder Schleimpfropfe können den Tracheobronchialbaum verlegen. Godbersen et al. [10] berichten 1991 von einem die Trachea fast vollständig verlegenden Fremdkörper aus Zelldetritus, Epithelien und Schleim. Wir fanden in 24% der Fälle stark verschleimte Tracheobronchialbäume, die sicherlich auch mechanisch zu einer Minderbelüftung einzelner Lungenabschnitte geführt hatten.

Lokalisation der Fremdkörper

Während im Erwachsenenalter die Fremdkörper den die Trachea fast grad-

linig verlängernden, gleichfalls größeren rechten Hauptbronchus bevorzugen, findet man im Kindes- und Säuglingsalter eine gleichmäßige Verteilung auf beide Bronchialbäume [14]. In unserer Auswertung zeigte sich ein Verhältnis links:rechts von 1:1,2. Mögliche Erklärungen für dieses Phänomen könnte die durch den Aortenbogen verursachte Rechtsdeviation der Trachea in den ersten Lebensmonaten sein. Hierdurch stellte der linke Hauptbronchus die annähernd senkrechte Fortsetzung der Trachea dar. Eine andere Theorie [6] verweist auf die zumeist liegende Position der Säuglinge und Kleinkindern in linker Halbseitenlage bei Aspiration. Der Fremdkörper würde dann der Schwerkraft zufolge eher in den linken als in den rechten Hauptbronchus fallen.

Indikation

„Ohne Einschränkung gilt, daß schon der Verdacht auf tracheobronchiale Fremdkörper eine absolute Indikation zur alsbaldigen Endoskopie darstellt“ [13]. Hildmann [12] fordert in einer Übersicht zur Indikation der starren Bronchoskopie eine ausreichende Erfahrung des Operators und eine ständige Einsatzbereitschaft des zuständigen Zentrums. Auch hält er es für wichtig, daß die Fälle mit Fremdkörperaspiration in einer Region zentral versorgt und behandelt werden. Anästhesie und Endoskopie teilen sich die oberen Luftwege, hier ist eine gute Kommunikation der Teams essentiell.

Nach Hörmann [13] ist die Indikation zur Tracheobronchoskopie mit dem starren Rohr die Fremdkörperaspiration, die Notfalltracheobronchoskopie bei plötzlicher Atemwegsobstruktion, die CO₂-Laser-Therapie im Tracheobronchialsystem, die Stillung einer Massenblutung und die Bronchographie (Tabelle 3). Alternative zur starren Bronchoskopie ist die flexible, deren Vorteile in der geringeren Verletzungsgefahr und in der leichteren Handbarkeit auch für den weniger erfahrenen Operator liegen. Auch Fremdkörper können mit Hilfe von bestimmten Faßzangen oder Körbchen entfernt werden. Im Gegensatz zur starren Bronchoskopie kann die flexible Bronchoskopie auch in lokaler Betäubung durchgeführt werden.

Tabelle 3
Indikationen zur starren
Tracheobronchoskopie [13]

- Fremdkörperaspiration
- Notfalltracheobronchoskopie bei plötzlicher Atemwegsobstruktion
- Stillung einer Massenblutung
- Bronchographie
- CO₂-Lasertherapie im Tracheobronchialsystem

Ursache für den Einsatz der starren Bronchoskopie im Kindesalter ist das enge Lumen der kindlichen Trachea, so hat die Trachea eines Neugeborenen einen Durchmesser von ungefähr 5 mm [26]. Aufgrund dieses engen Lumens bei Kleinkind und Säugling wird hier die starre Bronchoskopie zunächst von Bedeutung bleiben, weil nur sie eine adäquate Beatmung bei gleichzeitiger Fremdkörperentfernung ermöglicht. Von Hörmann stammt der Satz: „Flexible und starre Endoskope ergänzen sich, sie sind keine konkurrierenden Verfahren“ [13]. Dennoch finden sich in der Literatur polarisierende Ansichten. Cunanan [9] bevorzugt die flexible Bronchoskopie auch zur Fremdkörperentfernung im Kindesalter. Ein Argument ist der größere Radius der flexiblen Instrumente, man kann Fremdkörper sehen, die man mit dem starren Rohr übersehen würde. Perez und Wood [19] halten in einer 1994 veröffentlichten Zustandsbeschreibung der flexiblen Bronchoskopie im Kindesalter die starre Bronchoskopie für die bessere Methode, auch Arnold fordert 1989 in diesem Fall das starre Rohr.

Wir halten die starre Bronchoskopie für die Methode der Wahl zum Erkennen möglicher Fremdkörper im Kindesalter sowie einer komplikationslosen Entfernung derselben bei suffizienter Beatmung. Im Erwachsenenalter wird das Verletzungsrisiko deutlich minimiert, vorausgesetzt immer ein erfahrener Operator. Insbesondere bei länger liegenden Fremdkörpern, die eine inspiratorische Ventilstenose verursachen, kann sich eine iatrogene Verlagerung des Fremdkörpers von einem Hauptbronchus in den anderen fatal auswirken.

Bei der Fremdkörperaspiration mit Dyspnoe gibt es keine Kontraindi-

Tabelle 2
Häufigkeit verschiedener
Fremdkörper

	n
Erdnuß	28
Walnuß	5
Apfel	4
Möhre	5
Knochen	2
Plastik	6
Metall	4
Sonstige	4

kation. Der Wechsel auf die offene chirurgische Technik sollte nur nach der vergeblichen endoskopischen Fremdkörperextraktion durch den erfahrenen Operateur erfolgen.

Fazit für die Praxis

Die Fremdkörperaspiration ist ein gefährliches und potentiell tödliches Ereignis, besonders im Kindesalter. Die Bronchoskopie ist die Methode der Wahl bei Verdacht auf Aspiration, die Möglichkeit der spontanen Expektorierung ist zu vernachlässigen. Bei anamnestische oder klinischem Verdacht auf eine Aspiration sollte die Bronchoskopie erfolgen. In unserem Patientengut bestätigten 69% der Bronchoskopien den Verdacht auf Aspiration.

Literatur

- Arndt HJ (1969) **Einige diagnostische und therapeutische Schwierigkeiten bei Bronchialfremdkörpern im Kindesalter.** HNO 17: 16–19
- Arnold JE (1989) **Advances in pediatric flexible bronchoscopy.** Otolaryngol Clin North Am 22: 545–551
- Becker W (1961) **Die Klinik der Bronchial-Fremdkörper.** Laryngol Rhinol Otol 40: 149–166
- Beckmann G (1964) **Zur Ätiologie der bronchialen Ventilstenose.** HNO 12: 287–288
- Biesalski P (1960) **Fremdkörper in den oberen Luftwegen.** In: Biesalski P (Hrsg) HNO-Krankheiten im Kindesalter. Thieme, Stuttgart New York, S 17–22
- Bremer F (1974) **Bronchialfremdkörper im Kindes- und Erwachsenenalter.** Dissertation, Universität Hamburg
- Butenandt I (1984) **Fremdkörperaspiration.** In: Betke K, Künzer W (Hrsg) Lehrbuch der Kinderheilkunde. Thieme, Stuttgart New York, S 23.30–23.31
- Cohen SR, Herbert WI, Lewis GB, Geller KA (1980) **Foreign bodies in the airway.** Ann Otol 89: 437–442
- Cunanan OS (1978) **The flexible fiberoptic bronchoscope in foreign body removal.** Chest 73/5: 725–726
- Godberson GS, Werner JA, Schröder H, Rabenhorst G, Gutschmidt HJ (1991) **Endogene Tracheobronchialfremdkörper.** HNO 39: 392–395
- Herrmann A (1968) **Fremdkörper im Kehlkopf und im Tracheobronchialbaum.** In: Herrmann A (Hrsg) Gefahren bei Operationen an Hals, Ohr und Gesicht und die Korrektur fehlerhafter Eingriffe. Springer, Berlin Heidelberg New York, S 58–61
- Hildmann H (1990) **Die Entfernung von Trachealfremdkörpern.** HNO 38: 382–384
- Hörmann K (1995) **Tracheobronchoskopie sowie Medianoskopie.** In: Naumann HH, Helms J, Herberhold C, Kastenbauer E (Hrsg) Oto-Rhino-Laryngologie in Klinik und Praxis, Bd 3, S 438–445
- Link R (1977) **Fremdkörper der Trachea und der Bronchien.** In: Berendes J, Link R, Zöllner F (Hrsg) HNO-Heilkunde, Bd 2. Thieme, Stuttgart New York, S 33.1.–33.16
- Mantel K, Butenandt I (1986) **Tracheobronchial foreign body aspiration in childhood.** Eur J Pediatr 145: 211–216
- McGuirt WF, Holmes KD, Feehs R, Browne JD (1988) **Tracheobronchial foreign bodies.** Laryngoscope 98: 615–618
- Mohr RM (1991) **Endoscopy and foreign body removal.** In: Paparella MM, Shumrick DA, Gluckmann JL, Meyerhoff WL (eds) Otolaryngology. Saunders, Philadelphia, pp 2399–2445
- Pasaoglu I, Dogan R, Demircin M, Hatipoglu A, Bozer AY (1991) **Bronchoscopic removal of foreign bodies in children: retrospective analysis of 822 cases.** Thorac Cardiovasc Surg 39: 95–98
- Perez CR, Wood RE (1994) **Update on pediatric flexible bronchoscopy.** Pediatr Clin North Am 41: 385–400
- Reichert TJ (1983) **Foreign bodies of the larynx, trachea, and bronchi.** In: Bluestone CD, Stool SE (eds) Pediatric otorhinolaryngology. Saunders, Philadelphia, S 1302–1311
- Rothmann BF, Boeckmann CR (1980) **Foreign bodies in the larynx and tracheobronchial tree in children.** Ann Otol 89: 434–436
- Schroeder HG, Grundner HG (1984) **Diagnostische Probleme bei Fremdkörperaspiration im Kindesalter.** Laryngol Rhinol Otol 63: 215–218
- Steen KH, Zimmermann TH (1990) **Tracheobronchial aspiration of foreign bodies in children: a study of 94 cases.** Laryngoscope 100: 525–530
- Strome M (1977) **Tracheobronchial foreign bodies: an updated approach.** Ann Otol 86: 649–654
- Theissing J (1996) **Tracheobronchoskopie.** In: Theissing J (Hrsg) HNO-Operationslehre. Thieme, Stuttgart New York, S 209–214
- Wood RE (1984) **Spelunking in the pediatric airway: Explorations with the flexible fiberoptic bronchoscope.** Pediatr Clin North Am 31: 785–799
- Wunderlich P, Dietzsch HJ, Leupold W, Burkhardt J, Wehner J (1988) **Die akute Fremdkörperaspiration als respiratorischer Notfall im Kindesalter.** Pädiatr Pädol 23: 223–232

Eingegangen am 15. Dezember 1997
Angenommen am 7. April 1998