

Vergleich von Algorithmen für das Management des schwierigen Atemweges

Zusammenfassung

Das Management des schwierigen Atemweges und die Aufrechterhaltung der Oxygenation sind die zentralen Aufgaben des Anästhesisten. Respiratorische Probleme stellen nach wie vor die häufigste Einzelursache für rein anästhesiebedingte Zwischenfälle mit schlechtem Outcome dar. Algorithmen sind stufenartige Verfahrensweisen, die aus einer Vielzahl von Empfehlungen abgeleitet werden. Sie sind dafür geeignet, Abläufe zu automatisieren und zu trainieren. Unter den Experten herrscht die Meinung, dass klare Strategien das Outcome verbessern, obwohl dies streng genommen im Bereich des schwierigen Atemweges nicht belegt werden kann. Mehrere anästhesiologische Fachgesellschaften, darunter die American Society of Anesthesiology, haben eigene Algorithmen für das Management des schwierigen Atemweges aufgestellt. Der Vergleich von bisher publizierten Algorithmen zeigt, dass beim erwarteten schwierigen Luftweg die Sicherung des Atemweges im Wachzustand erfolgen soll. Dabei spielt die fiberoptische Intubation eine zentrale Rolle. Beim unerwarteten schwierigen Luftweg kommen verschiedenste Techniken (unterschiedliche Spatel, Führungsdrähte, Larynxmaske, Fiberoptik) zur Anwendung. Für das Management der „Cannot-intubate-cannot-ventilate-Situation“ werden v. a. die Larynxmaske, der transtracheale Zugang, aber auch der Combitube™ empfohlen. Wichtiger als die Frage, welcher Algorithmus, welche Technik und welche Instrumente angewendet werden, ist, dass jede anästhesiologische Abteilung einen eigenen Algorithmus hat und praktiziert. Dieser ist sehr von lokalen Gegebenheiten und persönlichen Präferenzen abhängig. Voraussetzung für den erfolgreichen Einsatz im

Notfall ist der regelmäßige Einsatz in der täglichen Praxis. Dies gelingt dann leichter, wenn der Atemwegsalgorithmus möglichst einfach gehalten wird und eine Beschränkung auf wenige Hilfsmittel erfolgt.

Schlüsselwörter

Intubation · Algorithmen · Guidelines · Airway Management

Die Bedeutung des Luftweges

Das Management des Luftweges und damit die Aufrechterhaltung der Oxygenation sind die zentralen Aufgaben des Anästhesisten [14]. Andernfalls kommt es sehr rasch zu einer lebensbedrohlichen Situation mit evtl. deletären Folgen für den Patienten. Dies hat auch im medikolegalen Sinne weit reichende Konsequenzen. Untersuchungen der American Society of Anesthesiology (ASA) über abgeschlossene Haftpflichtfälle [27] zeigten, dass ein „adverse outcome“ aufgrund eines respiratorischen Problems die häufigste Einzelursache (insgesamt 34%) für Haftpflichtfälle darstellt. Von diesen Ereignissen führten 85% zum Tod des Patienten oder hinterließen schwere neurologische Schäden. Die meisten der Fälle wurden als vermeidbar eingestuft und das Management in 90% als Substandard betrachtet. Drei Mechanismen, nämlich inadäquate Maskenventilation (38%), ösophageale Intubation (18%) und schwierige endotracheale Intubation (17%) machten insge-

samt drei Viertel dieser Fälle aus. Die medianen Kosten betragen über 200.000 \$ pro Fall. Eine weitere Analyse von Cheney et al. [32] ergab, dass von den respiratorischen Komplikationen, die weniger häufig zu haftpflichtrechtlichen Verfahren führten, die Verletzung des Luftweges im Rahmen einer (schwierigen) Intubation an erster Stelle stand. Der erste „Report of a Confidential Enquiry into Perioperative Deaths“ in Großbritannien [25] zeigte, dass einer von drei Anästhesie bedingten Todesfällen dadurch zustande kam, dass der Patient nicht intubiert werden konnte. In einer von Stoelting durchgeführten Umfrage unter amerikanischen Anästhesisten wurde das Management eines schwierigen Atemweges als der wichtigste Sicherheitsaspekt in der Anästhesie angesehen [103]. Stringer et al. [104] fordern in ihrem Übersichtsartikel zum Thema „Training in Airway Management“, dass neben technischen Fähigkeiten auch die Fähigkeit „decision making“ erworben werden sollte.

Definition des schwierigen Atemweges

Die ASA Task Force [28] definiert den schwierigen Luftweg als die klinische Situation, in der ein „herkömmlich“ ausgebildeter Anästhesist Schwierigkeiten

© Springer-Verlag 2003

Dr. T. Heidegger
Institut für Anästhesiologie,
Kantonsspital St. Gallen,
Rorschacherstrasse 95, 9007 St. Gallen
E-Mail: thomas.heidegger@kssg.ch

T. Heidegger · H. J. Gerig · C. Keller

Comparison of algorithms for management of the difficult airway

Abstract

Management of the difficult airway and maintenance of the oxygenation are the most important tasks of the anaesthetist. Respiratory problems are still the most important single cause for anaesthesia-related accidents with poor outcome. Algorithms are step-wise procedures developed from a great number of recommendations and are well suited to automation and training procedures. There is strong agreement among consultants that specific strategies lead to improved outcome, although, strictly speaking the degree of benefit on airway management cannot be clearly determined. Several anaesthesia societies, including the American Society of Anesthesiology, have developed their own algorithms for management of the difficult airway. The comparison of published algorithms shows that the management of the anticipated difficult airway has to be performed in the awake patient and fiberoptic intubation is a crucial part of that procedure. There are different techniques (different blades, guide wire, laryngeal mask, fiberoptics) for the management of the unanticipated difficult airway. The laryngeal mask, transtracheal access and the Combitube™ are recommended for the management of the cannot intubate, cannot ventilate situation. More important than the questions which algorithm, which technique and which instruments should be used, is that each department has and practices its own algorithm. This strongly depends on local circumstances and personal preferences. Daily practice is the condition for the successful use in an emergency situation. The management is easier if one uses a simple algorithm and as few instruments as possible.

Keywords

Intubation · Algorithms · Guidelines · Airway management

Leitthema

mit der Maskenventilation, mit der endotrachealen Intubation oder mit beiden Situationen hat. In einer aktualisierten Version vom Oktober 2002 hat die Task Force die einzelnen Begriffe ergänzt bzw. neu definiert (Tabelle 1) [29].

Diese Definitionen (auch die aktualisierten) beinhalten aber einige Schwachstellen. Erstens benötigt nicht jeder Anästhesist für eine schwierige Situation mehrere Versuche. Geschicklichkeit, Erfahrung und auch Zufall spielen hier eine wesentliche Rolle. Zweitens werden die gesamten glottischen Probleme, die primär oft ein anderes Vorgehen als eine konventionelle Intubation erfordern, ausgeklammert [72]. Drittens geben sich heute schwierige Atemwegssituationen durch den Einsatz „alternativer“ Methoden, wie beispielsweise der Larynxmaske, erst gar nicht mehr zu erkennen. Dies führt dazu, dass das Auftreten des schwierigen Atemweges fälschlicherweise als zu niedrig angesehen wird.

Die Inzidenz des schwierigen Atemweges ist, unter der Voraussetzung, dass immer eine Laryngoskopie gemacht wird, abhängig vom Schwierigkeitsgrad und von der Erfahrung des Untersuchers und schwankt von 100–1.800 pro 10.000 Intubationen (Intubation gelingt, aber mehrere Intubationsversuche sind notwendig; Grad 2 und 3 nach Cormack u. Lehane) bis zu 0,01–2,0 pro 10.000 (Cannot-intubate-cannot-ventilate-Situation) [16, 52].

Prädiktoren für den schwierigen Luftweg

Zahlreiche Prädiktoren, Kombinationen von Prädiktoren und auch Algorithmen sind entwickelt worden [1, 42, 66, 82, 87, 114], um die *Vorhersagbarkeit für eine schwierige Intubation* zu bestimmen. Bei deren Beurteilung ist es wichtig, einzelne Begriffe klar auseinander zu halten.

Unter *Sensitivität* versteht man den Prozentsatz der schwierig zu intubierenden Patienten, die korrekt erkannt wurden. Unter *Spezifität* dagegen den Prozentsatz der leicht zu intubierenden Patienten. Ein 100%ig-sensitiver Test würde alle schwierigen Fälle, ein 100%ig spezifischer Test alle einfachen Fälle mit Sicherheit erkennen. Die *positive Vorhersagbarkeit* („positive predictive value“) ist das Verhältnis der wirklich schwierigen zu den als schwierig vorher-

gesagten Intubationen in Prozent. Und genau hier liegt das Dilemma [115]. Obwohl z. T. hohe Sensitivitäten und Spezifitäten erzielt wurden [8, 47, 66, 87], war die positive Vorhersagbarkeit praktisch immer klein [26, 47]. Der Grund dafür ist, dass die wirklich schwierigen Intubation sehr selten sind [113]. Trotz allem wird praktisch von allen Experten gefordert [28, 36], eine genaue Anamnese zu erheben sowie eine Durchführung der „gebräuchlichen“ Tests [106] vorzunehmen, schlicht mit der Begründung, dass man es nicht vergisst [115]. Es gibt hier jedoch keinen Konsens, welche dieser Tests als Minimalvariante durchgeführt werden sollen [51, 107].

Neben der Prädiktion einer schwierigen Intubation spielt auch *Vorhersagbarkeit einer schwierigen Maskenbeatmung* eine wichtige Rolle. In der Australian Incident Monitoring Study [110] waren 15% aller Intubationsprobleme simultan mit Problemen der Maskenbeatmung vergesellschaftet. In keinem dieser Fälle wurden die Schwierigkeiten vorhergesagt. An 1.500 Patienten konnten Langeron et al. [74] zeigen, dass in 5% eine schwierige Maskenbeatmung, definiert als Unmöglichkeit die Sauerstoffsättigung über 92% zu halten, vorlag. Unabhängige Prädiktoren für eine schwierige Maskenbeatmung waren: Alter über 55 Jahre, Bodymass-Index >26 kg/m², Bartwuchs, fehlende Zähne und Schnarchen in der Anamnese. Das Vorhandensein von 2 Prädiktoren führte zu einer Sensitivität 0,72 und einer Spezifität von 0,73 mit allerdings einer sehr geringen „positive predictive value“ von nur 0,12.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass man sich nicht allein auf die Prädiktoren für eine schwierige Maskenbeatmung oder Intubation verlassen kann und daher jederzeit mit einem unerwartet schwierigen Luftweg rechnen muss.

Standards, Richtlinien, Leitlinien, Algorithmen

In den USA sind in den letzten Jahren über 2.000 „practice guidelines“ von mehr als 50 verschiedensten medizinischen Gesellschaften entwickelt worden [70, 109]. In der Anästhesie sind die ersten Richtlinien im Bereich der Überwachung des Patienten aufgestellt worden; hier gibt es mittlerweile verpflichtende

Auflagen [7, 91]. Obwohl genau genommen Unterschiede zwischen diesen Begriffen bestehen (Tabelle 2; Definitionen v. a. aus dem Amerikanischen), sind sie für den Einzelnen gerade in der täglichen Praxis oft schwer auseinander zu halten [39, 91]. Nach Pasch [91] und Eddy [39] haben diese Definitionen v. a. unterschiedlichen Verpflichtungscharakter. Am häufigsten verwendet man den Begriff „Guidelines“. Im folgenden Abschnitt wird daher dieser Begriff vordergründig benutzt, jedoch mit dem Hinweis, dass nicht immer die Unterscheidung,

wie sie in Tabelle 2 aufgeführt ist, eingehalten wird.

Weder Standards, noch Richtlinien oder Leitlinien haben Rechtsnormcharakter, obwohl, gemäß Ulsenheimer, „derjenige, der ihnen folgt, im Regelfall auf der sicheren Seite ist und seine Therapie nicht besonders zu rechtfertigen braucht“ [88, 106].

Der generelle Nutzen von Guidelines wird nach wie vor sehr kontrovers beurteilt (Tabelle 3) [112]. Beispielsweise kann klar belegt werden, dass durch eine adäquate Indikationsstellung oder

durch einen effizienteren Ablauf Kosten eingespart werden können [80]. Es ist auch unbestritten, dass sich z. B. durch die Einführung von Monitoring-Standards die Patientenversorgung verbessert hat [41]. Durch den Einsatz von Guidelines können Tätigkeiten verringert oder eliminiert werden, die nachgewiesenermaßen keinen Sinn machen oder gar gefährlich sind. Dadurch kann es zu einer Qualitätssteigerung und zu einer Zunahme der Sicherheit kommen [89]. Andererseits müssen auch die Entwicklungs- und Implementierungskosten für

Tabelle 1
Einteilung des schwierigen Luftweges nach der ASA Task Force [28, 29]

Schwieriger Luftweg	Defintion 1993	Defintion 2002
Schwierige Maskenbeatmung	Ein allein arbeitender Anästhesist ist nicht in der Lage bei Beatmung mit 100%igem Sauerstoff eine Sättigung von >90% aufrechtzuerhalten und/oder eine adäquate Ventilation zu erreichen (bei einem Patienten, der vor Beginn der Beatmung eine Sättigung von >90% hatte)	Es ist nicht möglich eine adäquate Maskenventilation durchzuführen. Die Gründe dafür sind: Undichtigkeit oder exzessives Gasleck, massiver Widerstand bei der Ein- oder Ausatmung
Schwierige Laryngoskopie	Stimmbänder können mit der konventionellen Laryngoskopie nicht eingesehen werden ^a	Stimmbänder können mit der konventionellen Laryngoskopie auch nach mehreren Versuchen nicht eingesehen werden
Schwierige endotracheale Intubation	Mit der konventionellen Laryngoskopie werden mehr als drei Versuche oder mehr als 10 min für die erfolgreiche Platzierung eines Tubus benötigt	Es werden mehrere Intubationsversuche benötigt; dabei kann eine tracheale Pathologie vorhanden sein
Intubation nicht möglich		Eine endotracheale Intubation ist auch nach mehreren Intubationsversuchen nicht gelungen

^aNach Cormack u. Lehane (Klassifikation der Sicht auf den Larynx bei konventioneller Laryngoskopie ohne Verwendung äußerer Hilfsmittel) [35] entspricht dies einem Grad 3 (nur die Epiglottis ist sichtbar) oder einem Grad 4 (Epiglottis nicht mehr sichtbar)

Tabelle 2
Begriffsdefinitionen [91, 102]

	Definition	Grad der Verpflichtung
Standards (Regeln)	„Generally accepted principles for patient management“ (ASA); müssen praktisch in allen Fällen befolgt werden; Abweichungen sind schwer zu rechtfertigen	Verpflichtend
Guidelines (Richtlinien)	„Systematically developed statements to assist practitioner for specific clinical circumstances“; sollten in Abhängigkeit des Patienten und den Umständen befolgt werden; modifizierbar	Freiwillig
Practice policies (Leitlinien)	Unschärf definiert; Empfehlungen (bestmöglicher Expertenkonsens zum Zeitpunkt der Verabschiedung) für die Entscheidungsfindung	Freiwillig
Recommendations (Empfehlungen)	Vorgehensweise als geeignet und nützlich angesehen; weniger strikt als Standards und Richtlinien	Freiwillig
Options (Optionen)	Verschiedene Möglichkeiten sind verfügbar, Bewertung neutral	Freiwillig
Protocols and algorithms (Protokolle und Algorithmen)	Stufenartige Verfahrensweisen oder Entscheidungsbäume, die den praktisch Tätigen in der Diagnose und Therapie verschiedenster klinischer Situationen unterstützen	Freiwillig

DIFFICULT AIRWAY ALGORITHM

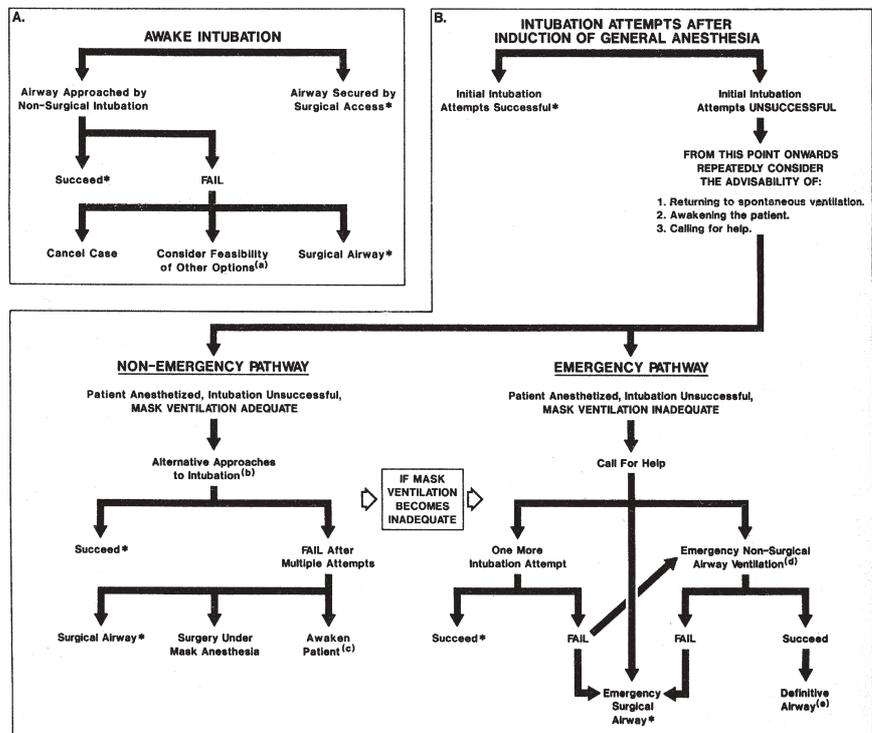
1. Assess the likelihood and clinical impact of basic management problems:

- A. Difficult Intubation
- B. Difficult Ventilation
- C. Difficulty with Patient Cooperation or Consent

2. Consider the relative merits and feasibility of basic management choices:

- A. Non-Surgical Technique for Initial Approach to Intubation vs. Surgical Technique for Initial Approach to Intubation
- B. Awake Intubation vs. Intubation Attempts After Induction of General Anesthesia
- C. Preservation of Spontaneous Ventilation vs. Ablation of Spontaneous Ventilation

3. Develop primary and alternative strategies:



* CONFIRM INTUBATION WITH EXHALED CO₂

(c) See awake intubation.

(a) Other options include (but are not limited to): surgery under mask anesthesia, surgery under local anesthesia infiltration or regional nerve blockade, or intubation attempts after induction of general anesthesia.

(d) Options for emergency non-surgical airway ventilation include (but are not limited to): transtracheal jet ventilation, laryngeal mask ventilation, or esophageal-tracheal combitube ventilation.

(b) Alternative approaches to difficult intubation include (but are not limited to): use of different laryngoscope blades, awake intubation, blind oral or nasal intubation, fiberoptic intubation, intubating stylet or tube changer, light wand, retrograde intubation, and surgical airway access.

(e) Options for establishing a definitive airway include (but are not limited to): returning to awake state with spontaneous ventilation, tracheotomy, or endotracheal intubation.

Guidelines in Erwägung gezogen werden [78]. Ein weiteres Argument gegen den Einsatz von Guidelines ist die Verhinderung von Innovation bzw. der Raub der professionellen ärztlichen Autonomie und Improvisation [38].

Ob im Airway Management der Einsatz von Guidelines einen Einfluss auf das Outcome hat, ist zwar nicht eindeutig belegt, doch herrscht klare Übereinstimmung unter den Experten, dass dies der Fall ist [28].

Algorithmen für das Management des schwierigen Atemweges

Das Ziel von Guidelines im Bereiche des Airway Managements ist einerseits die Inzidenz von schweren Zwischenfällen durch klar vorgegebene Verfahrensweisen zu reduzieren [28] und andererseits die Möglichkeit zu bieten, schwierige Situationen in der täglichen Routine zu üben, damit sie in der Notfallsituation beherrscht werden [59].

Primär stellt sich die Frage, welche Situationen durch Algorithmen abgedeckt werden sollen. Ganz allgemein wären Guidelines für das Management des erwartet und unerwartet schwierigen Luftweges wünschenswert. Im Speziellen braucht es aber auch Richtlinien

- für den Umgang mit der schwierigen Maskenbeatmung (erwartet und unerwartet),
- für die schwierige Laryngoskopie und Intubation,
- für den Umgang mit glottischen und subglottischen Problemen,
- für die schwierige Extubation,
- für den Umgang mit speziellen Situationen (Kinder, Geburtshilfe, unkooperativer Patient).

Von nationalen und regionalen Fachgesellschaften, aber auch von einzelnen Kliniken und Instituten sind in den letzten Jahren zahlreiche Algorithmen für das Management des schwierigen Atemweges entwickelt und z. T. publiziert worden; hierbei werden in vielen Fällen nicht alle vorher erwähnten Situationen abgedeckt.

Der wohl bekannteste und am meisten zitierte Algorithmus ist jener der ASA (Abb. 1) [28]. Diese Guidelines sind nicht zuletzt aufgrund der Tatsache, dass zahlreiche, perioperative „adverse events“

Abb. 1 ▲ Difficult-airway-Algorithmus der American Society of Anesthesiologists (ASA) [28]

durch schwierige Intubationen verursacht wurden, entstanden [27, 37].

Der ASA-Algorithmus stellt an den Beginn die Anamnese und die physikalische Untersuchung des Patienten hinsichtlich Prädiktoren für den schwierigen Atemweg; hierbei ist der prädiktive Wert bezüglich des Outcomes gemäß ASA unklar definiert. Beim eigentlichen Algorithmus geht es darum, verschiedenste Methoden der Atemwegssicherung (z. B. wache Intubation vs. Intuba-

tion nach Anästhesieeinleitung oder Erhaltung der Spontanatmung vs. Verzicht der Spontanatmung) gegeneinander abzuwägen. Der ASA-Algorithmus ist sowohl für den erwartet als auch für den unerwartet schwierigen Atemweg gedacht und bietet eine Vielzahl von Möglichkeiten und Alternativen, einen schwierigen Luftweg zu managen. Dies mag auf den ersten Blick schwierig erscheinen, andererseits lässt es dem Einzelnen bzw. der Anästhesieabteilung die Möglichkeit

Tabelle 3

Pro-Contra-Argumente für den Einsatz von Guidelines

Pro	Contra
Kostenargumentation [80, 109]	Kostenargumentation [78]
Qualitätssicherung (durch Konsistenz von Handlungen, die nachgewiesenermaßen einen Nutzen haben); Einsatz in „high risk“ technology [96]; Unterstützung bei seltenen, aber kritischen Ereignissen	„Kochbuchmedizin“, Verhinderung von Innovation [38]; „what is best for patients overall, may be inappropriate for individuals“ [113]
Information und Einbeziehung des Patienten in Entscheidungen anhand von Guidelines [43, 85]	Fraglicher Gesundheitseffekt; fraglich anhaltender Effekt auf das Langzeitverhalten [77]
„Standardisierung macht Sinn“ [112] (Trainingsmöglichkeit durch klar definierte Abläufe)	Praxisfremd [5]; Gefahr der Überreglementierung [6]

offen, die am besten geeignete Vorgehensweise auszuwählen. Die Empfehlung der ASA lautet, dass der Anästhesist eine klare Strategie für das Management des schwierigen Atemweges haben muss, die abhängig ist von lokalen Gegebenheiten, von den Fähigkeiten jedes Einzelnen und teilweise auch vom operativen Eingriff und vom Zustand des Patienten. Ein zentraler Punkt des ASA-

Algorithmus ist die *wache Intubation bei erwartet schwierigem Atemweg*. Weiter wird empfohlen, immer einen alternativen Weg, einen sog. Plan B zu haben [53, 102]. Neben der Auswahl verschiedener Instrumente wird dem chirurgischen Zugang (primär oder als Notfall), der Möglichkeit, den Patienten aufwachen zu lassen und dem Hinweis, Hilfe herbeizuholen, breiten Raum geschenkt.

Die ASA Task Force erachtet es auch als wichtig, für die *Extubation* einen vorgefassten Plan zu haben und erwähnt richtigerweise, dass diesem Problem in der Literatur zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt wird.

Da z. Z. der Entwicklung des ASA-Algorithmus noch zuwenig Erfahrung mit der Larynxmaske bestand, hat Benumof 3 Jahre später deren mögliche Rolle im ASA-Algorithmus beschrieben (Abb. 2) [15] und dabei den Stellenwert der Larynxmaske als Routineinstrument zur Sicherung des Luftweges, als Konduit für die tracheale Intubation und v. a. als Instrument für die Cannot-ventilate-cannot-intubate-Situation hervorgehoben. Mittlerweile ist die Larynxmaske praktisch in jedem Algorithmus zum fixen Bestandteil geworden.

Die Task Force hat vor kurzem den ASA-Algorithmus ergänzt und aktualisiert [29]. Dabei kommt der Larynxmaske eine zentrale Bedeutung zu. Bei inadäquater Maskenbeatmung wird im Gegensatz zum Algorithmus aus dem Jahre 1993 als erster Schritt die Einlage der Larynxmaske (LMA™) empfohlen und erst sekundär ein invasiver Zugang gefordert.

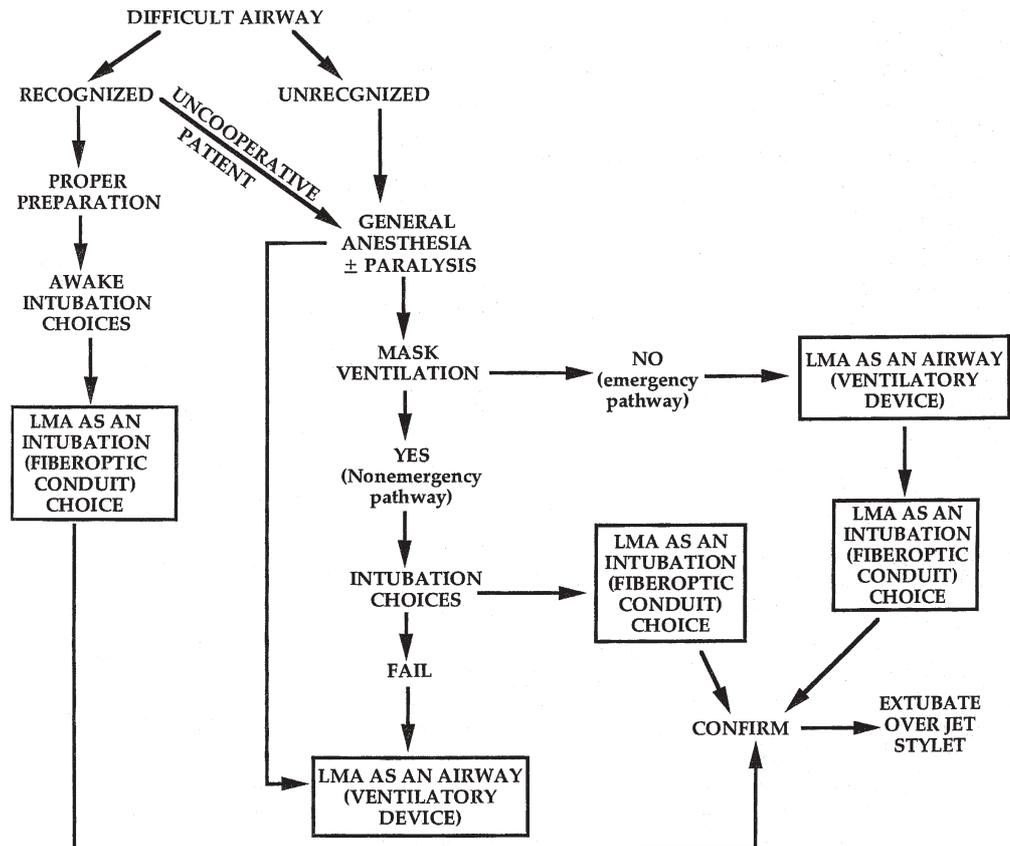


Abb. 2 ► Rolle der Larynxmaske für das Management des schwierigen Atemweges innerhalb des ASA-Algorithmus [15]

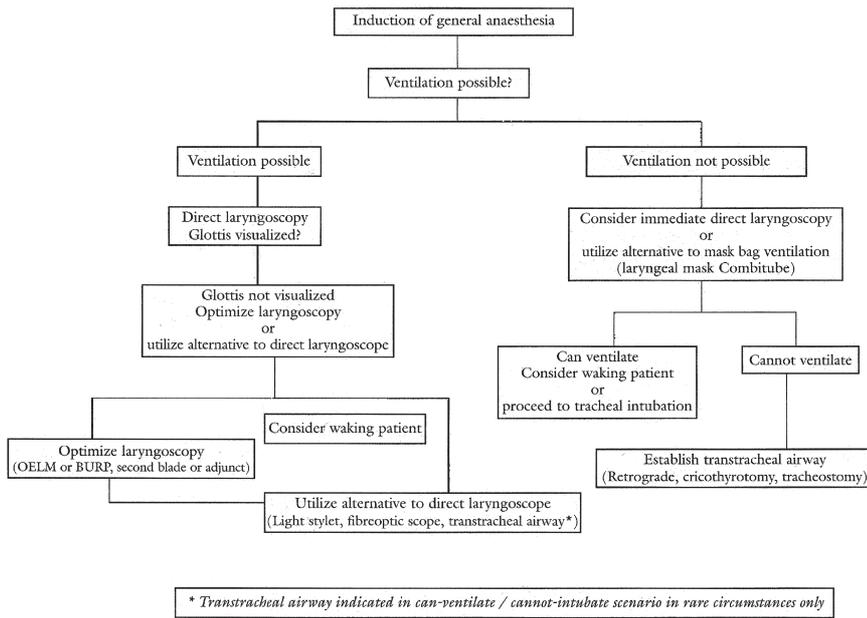


Abb. 3 ▲ Algorithmus der Canadian Airway Focus Group für das Management des unerwartet schwierigen Atemweges [36]

Nicht zuletzt aufgrund der Empfehlung, dass die Guidelines der ASA weiterentwickelt werden sollen, hat die *Canadian Airway Focus Group* Strategien für das Management des unerwartet schwierigen Atemweges entwickelt (Abb. 3) [36]. Ein wichtiger Grund war die Tatsache, dass zwischenzeitlich neue Instrumente entwickelt wurden, beziehungsweise mit damals neu eingeführten eine größere Erfahrung bestand. Ähnlich wie die ASA Task Force empfiehlt auch die kanadische Gruppe die präoperative Beurteilung des Patienten, obwohl ebenfalls klar darauf hingewiesen wird, dass die positive Vorhersagbarkeit des schwierigen Atemweges sehr niedrig ist. Wie bereits erwähnt, beschränken sich Crosby et al. [36] auf den unerwartet schwierigen Atemweg und stellen die Frage der Möglichkeit der Ventilation in den Mittelpunkt. Auch hier wird das „Aufwachen lassen“ wiederum als wichtige Alternative erwähnt. Es wird v. a. auf 3 wichtige klinischen Szenarien eingegangen: Schwierige oder unmögliche Maskenbeatmung, schwierige Laryngoskopie und schwierige oder unmögliche Intubation. Dabei wird festgehalten, dass die Wahl des entsprechenden Instrumentes v. a. von der persönlichen Erfahrung abhängig ist und weniger vom Instrument selbst. Dies, so die kanadische Gruppe, setzt wiederum voraus, dass regelmäßig, auch in der Routine, mit diesem Instru-

ment geübt wird. Auch Crosby et al. legen Wert darauf, dass eine Strategie für die Extubation vorhanden sein sollte, insbesondere bei Patienten mit schwieriger Intubation [36].

Der Algorithmus der Französischen Gesellschaft für Anästhesie und Reanimation [19] unterscheidet primär die wache Intubation (an erster Stelle die fiberoptische Intubation) bei bekannt schwieriger oder gar unmöglicher Intubation von der Maskenventilation bei der unerwartet schwierigen Intubation. Bei der ineffizienten Maskenbeatmung wird der frühzeitige Einsatz der Larynxmaske oder die transtracheale Sauer-

stoffgabe empfohlen (Abb. 4). Bei der „Cannot-intubate-can-ventilate-Situation“ kommt entweder die Larynxmaske zum Einsatz oder bei zwingender Intubationsindikation die fiberoptische Intubation. Ein großer Stellenwert wird der Präoxygenation und der Sauerstoffgabe während einer schwierigen Intubation eingeräumt.

Die „*Difficult Airway Society*“ von Großbritannien ist im Moment ebenfalls dabei, Guidelines für den schwierigen Atemweg zu entwickeln. Traditionellerweise spielt der „gum elastic bougie“ [75, 76] bei der unerwartet schwierigen Intubation eine führende Rolle, während die fiberoptische Intubation aufgrund der geringen Verbreitung von Fiberoptiken in England eher nur regional von großer Bedeutung ist (persönliche Mitteilung von John J. Henderson, Edinburgh, Schottland).

Der *St.-Galler-Algorithmus* für die tracheale Intubation (Abb. 5) [59] ist ein Beispiel eines direkt anwendbaren Verfahrens, das an mehr als 13.000 Patienten erfolgreich validiert wurde. Kernstücke sind die Einfachheit des Vorgehens und die Beschränkung auf nur wenige Hilfsmittel. Bei der unerwartet schwierigen Intubation wird nach 2 konventionellen Versuchen mit dem herkömmlichen Laryngoskopiespatel (inklusive BURP, (Backward-upward-rightward-pressure-Manöver) [105] und Führungsdraht) auf die oral fiberoptische Intubation umgestiegen. Bei der erwarteten schwierigen Intubation kommt ausschließlich die wache fiberoptische Intubation zum Einsatz. Als Methode der ersten Wahl bei der „Cannot-intubate-

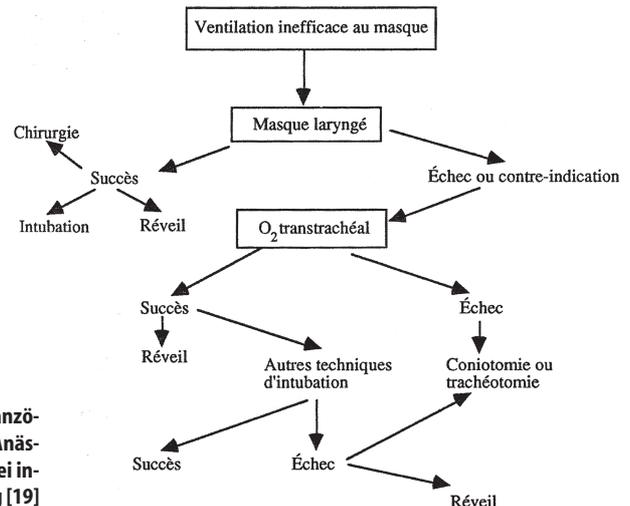


Abb. 4 ► Vorgehen der Französischen Gesellschaft für Anästhesie und Reanimation bei ineffizienter Maskenbeatmung [19]

cannot-ventilate-Situation“ wird die transtracheale Kathetereinlage eingesetzt. Diese Methode wird, wie die fiberoptische Intubation, so oft als möglich in der Routine (unter fiberoptischer Kontrolle) angewendet, damit sie in der Notsituation auch funktioniert [50]. Die transtracheale Kathetereinlage in Lokalanästhesie ist außerdem die Methode der Wahl, wenn die fiberoptische Intubation fehlschlägt oder kontraindiziert ist (z. B. schweres Gesichtschädelt trauma mit Blutung).

In Deutschland, Österreich und der Schweiz haben die anästhesiologischen Fachgesellschaften keine Algorithmen für das Management des schwierigen Atemweges.

Neben den „allgemeinen“ Algorithmen für das Management des schwierigen Luftweges existieren auch Guidelines und Empfehlungen für das Management des „difficult airway“ in speziellen Situationen, wie beispielsweise in der Geburtshilfe und in der Pädiatrie [36, 55]. Die erhöhte Inzidenz des schwierigen Atemweges in der Geburtshilfe [35, 54, 57, 81, 97, 100] und die mangelnde Erfahrung (abnehmende Sectorate in Allgemeinanästhesie) verschärfen die Problematik, sodass zwingend vordefinierte, möglichst einfache und bekannte Techniken eingesetzt werden sollten [55]. In der Pädiatrie stellen die anatomischen und physiologischen Unterschiede, die Größenordnung der Instrumente, die oft fehlende Kooperation des Patienten sowie die mangelnde Erfahrung des „Erwachsenen-Anästhesisten“ mit dem (kindlichen) schwierigen Atemweg besondere Ansprüche an den verantwortlichen Arzt [36]. Neben den konventionellen Techniken (Maskenbeatmung, endotracheale Intubation) spielt v. a. die Larynxmaske eine herausragende Rolle [58, 64, 79, 83, 84, 86, 93].

Auch für die *schwierige Extubation* müssen Guidelines aufgestellt werden [11, 28, 34, 36, 56, 71]. Dabei sind folgende Aspekte zu berücksichtigen: Einerseits das Abwägen einer wachen Extubation gegenüber der Extubation in Narkose unter Spontanatmung; hierbei sollte bei einem bekannt schwierigem Atemweg wach extubiert werden [56]. Weiter kann ein primär leichter Atemweg durch besondere Umstände (Schwellung, Drahtfixation des Unterkiefers an den Oberkiefer usw.) postoperativ zu einem sehr

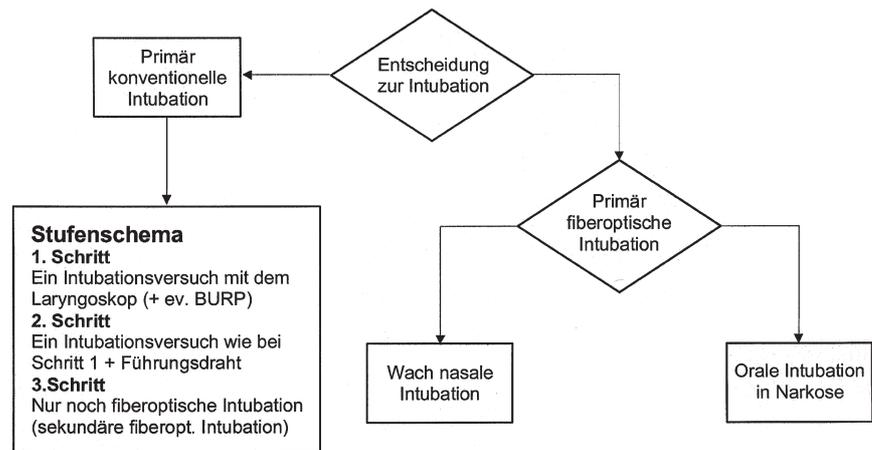


Abb. 5 ▲ St.-Galler-Algorithmus für die tracheale Intubation [59]

schwierigen Luftweg werden. Andererseits ist die Möglichkeit in Betracht zu ziehen, einen Tubuswechsellkatheter („jet stylet“) einzusetzen [33]. Zumindest aber müssen alle Vorkehrungen (z. B. Extubation im HNO-OP) getroffen werden, damit rasch eine Reintubation durchgeführt werden kann.

Zahlreiche Anästhesieabteilungen haben mittlerweile „ihren“ Algorithmus entwickelt; hierbei haben die meisten die Guidelines der ASA modifiziert oder vereinfacht übernommen [20, 53].

Vergleich von Algorithmen

Versucht man Algorithmen zu vergleichen, so ist es zweckmäßig, dies anhand der erwartet schwierigen Intubation, anhand der unerwartet schwierigen Intubation, anhand der schwierigen Maskenbeatmung und anhand der Cannot-intubate-cannot-ventilate-Situation zu tun.

Als Goldstandard für den *erwartet schwierigen Atemweg* wird praktisch überall die *Sicherung des Atemweges am wachen Patienten* empfohlen [14, 28, 36, 59]. Dabei steht die fiberoptische Intubation an erster Stelle [90]. In Tabelle 4 werden die einzelnen Algorithmen hinsichtlich der unerwartet schwierigen Maskenbeatmung und Intubation verglichen. Die schwierige oder unmögliche Maskenbeatmung („cannot ventilate“) kann sehr schnell in eine Cannot-ventilate-cannot-intubate-Situation abgleiten. Im Mittelpunkt steht bei allen Algorithmen die Aufrechterhaltung der Oxygenation, mit anderen Worten, bis eine Atemwegssicherung vorliegt, ist die Maskenbeatmung mit 100%-igem Sauerstoff obligatorisch.

Methoden und Instrumente

Maskenbeatmung

Die Sauerstoffverabreichung über die Maske ist eine der fundamentalen Aufgaben des Anästhesisten. Es ist daher auch nicht einzusehen, warum nicht jeder Patient vor Einleitung einer Allgemeinanästhesie präoxygeniert werden soll [40]. Jeder praktisch tätige Anästhesist wird bestätigen, dass die Maskenventilation sehr schwierig sein kann und daher wieder vermehrt geübt werden muss [31]. Hier ergibt sich dadurch ein Dilemma, dass heutzutage wegen dem vermehrten Einsatz der Larynxmaske zunehmend weniger Maskennarkosen durchgeführt werden. Dies könnte zur Folge haben, dass der Einzelne, v. a. junge Anästhesist, in dieser Methode zu wenig Erfahrung hat.

Intubation und Intubationshilfsmittel

Die endotracheale Intubation ist nach wie vor der „gold standard“ zur Sicherung der Atemwege und Bestandteil von allen Algorithmen [17]. Wie bereits erwähnt, muss zwischen der Laryngoskopie und der eigentlichen Intubation unterschieden werden. Bei einer schwierigen Einstellbarkeit sollten primär nichtinvasive Manöver, wie optimale Kopfposition und BURP angewendet werden [36, 105]. Allerdings konnten Adnet et al. [2] zeigen, dass die Schnüffelposition nur bei adipösen Patienten und solchen mit eingeschränkter Halsbeweglichkeit einen Vorteil gegenüber der einfachen Kopfüberstreckung bringt.

Biegsame Führungsdrähte („gum elastic bougie“) erfreuen sich besonders im angelsächsischen Raum großer Beliebtheit [75]. Zahlreiche Laryngoskopiespatelmodifikationen sind auf dem Markt erhältlich [36, 61]. Viele von ihnen sind nur Variationen von früheren Designs und v. a. in der Hand des Erfinders eine Bereicherung. Der Beweis, dass mit solchen Mitteln der schwierige Atemweg besser gemanagt werden kann, ist bis heute ausgeblieben. Dies gilt auch für die Transilluminationstechnik [3].

Larynxmaske

Die LMA™ wird bei Erwachsenen und Kindern zur Luftwegssicherung wie auch als Intubationshilfe sehr häufig eingesetzt [9,10, 68, 108]. Praktisch alle Autoren auf diesem Gebiet haben die Larynxmaske nicht nur in ihren Algorithmen aufgenommen, sondern sehen sie als *erste Wahl bei der Cannot-intubate-cannot-ventilate-Situation* [15, 19, 36]. Die LMA™ ist sehr hilfreich, weil sie i. Allg. schnell und präzise im ersten Versuch eingeführt werden kann. Die Inzidenz einer Gewebetraumatisierung ist sehr gering. Eine erfolgreiche Platzierung ist unabhängig von den Faktoren, die für die Vorhersage einer erschwerten Intubation herangezogen werden. Eine Reihe von Patientenfaktoren können auf

eine erschwerte Platzierung hinweisen: Hyperextension des Halses, eingeschränkte Mundöffnung, oropharyngeale Pathologie und Krikoiddruck. Die Daten aus großen Studien haben die Wirksamkeit und Sicherheit bei elektiven Eingriffen belegt [22, 108]. Voraussetzung für den erfolgreichen Einsatz ist jedoch, wie bei anderen Instrumenten, eine sorgfältige Indikationsstellung [10] sowie die Beachtung von Kontraindikationen [67]. Die ProSeal Larynxmaske (PLMA™) bietet gegenüber der klassischen LMA™ Vorteile, indem sie aufgrund des Drainagetubus einen gewissen Aspirationsschutz bietet und den Magen vor Überdehnung schützt [23]. Sie erleichtert die Einlage einer Magensonde, und Fehlpositionen werden leichter erfasst als mit der klassischen LMA™ [24]. Der Nachteil ist, dass die PLMA™ etwas schwieriger einzulegen ist sowie der höhere Preis. In einer prospektiven Studie an peradipösen Patienten, die direkt laryngoskopisch entweder nur schwer oder gar nicht intubiert werden konnten, wendeten Keller et al. die PLMA™ bei 11/11 Patienten erfolgreich an [69]. Die Rate erfolgreicher Larynxmaskeninsertionen scheint unabhängig von der Klassifikation nach Mallampati et al. [82] und/oder Cormack u. Lehane [35] zu sein. Der Stellenwert der Intubationslarynxmaske (ILMA™) für das Ma-

nagement des schwierigen Atemweges kann zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht bestimmt werden [30], obwohl die Difficult Airway Society in Großbritannien die ILMA™ neben der LMA™ für die unerwartet schwierige Intubation beim elektiven Eingriff (höchstwahrscheinlich) empfehlen wird [60].

Combitube™

Der ösophagotracheale Kombinationstubus (Combitube™) wird entweder blind oder unter laryngoskopischer Kontrolle eingeführt [4, 45, 46]. Er stellt eine etablierte Alternativmethode zur Beherrschung des schwierigen Luftweges dar [62]. Der Combitube™ wird neben der Larynxmaske und der transtrachealen Kathetereinlage von der ASA Task Force für die Situation der inadäquaten Maskenbeatmung empfohlen [28]. Neben dem primären Einsatz im Rettungsdienst, empfohlen von der American Heart Association und dem European Resuscitation Council für den Einsatz bei der kardiopulmonalen Reanimation [12, 13], zeigen neuere Daten den erfolgreichen Einsatz bei Elektiveingriffen [49]. Dies stellt unseres Erachtens auch eine Voraussetzung für den erfolgreichen Einsatz im Notfall dar, weil damit, wie bereits mehrfach betont, eine Trainingssituation geschaffen wird. Von

Tabelle 4

Vergleich von Algorithmen für die unerwartet schwierige Maskenbeatmung und die unerwartet schwierige Intubation

Algorithmus	Unerwartet schwierige Maskenbeatmung („cannot ventilate“)		Unerwartet schwierige Intubation („cannot intubate“)	
	Guidelines 1993	Guidelines 2002	Guidelines 1993	Guidelines 2002
ASA Task Force [28, 29]	Hilfe holen 1 (weiterer) Intubationsversuch, chirurgischer Zugang oder transtracheale Jetventilation, Larynxmaske, Combitube™	Larynxmaske, Hilfe holen, starres Bronchoskop, Combitube™, transtracheale Jetventilation oder chirurgischer Zugang	Rückkehr zur Spontanatmung, Patienten aufwachen lassen, Hilfe holen, verschiedenste Laryngoskopiespatel, blinde Intubation, Fiberoptik, „intubation stylets“, Transilluminationstechnik, retrograde Intubation, chirurgischer Zugang	Hilfe holen, Rückkehr zur Spontanatmung, Patienten aufwachen lassen, verschiedenste Laryngoskopiespatel, Larynxmaske als Intubationshilfe, fiberoptische Intubation, „intubation stylets“, Transilluminationstechnik, retrograde Intubation, blinde Intubation
Canadien Airway Focus Group [36]	1 Intubationsversuch, Larynxmaske, Combitube™, Patient aufwachen lassen, transtrachealer Zugang		Optimierung der Laryngoskopie (verschiedenste Spatel, BURP), Transilluminationstechnik, Fiberoptik	
Französischer Algorithmus [19]	Larynxmaske, transtrachealer Zugang, chirurgischer Zugang		Maximal 2 Intubationsversuche, Fiberoptik oder spezielle Spatel, Larynxmaske	
St.-Galler-Algorithmus [59]	1 Intubationsversuch, transtrachealer Zugang, Larynxmaske		Maximal 2 konventionelle Intubationsversuche (BURP, Führungsdraht), Fiberoptik, Larynxmaske, Patienten aufwachen lassen	

einigen Autoren wird jedoch der routinemäßige Einsatz in der Anästhesie beim normalen Atemweg wegen den seltenen, aber schwer wiegenden Komplikationsmöglichkeiten nicht empfohlen [73].

Fiberoptische Intubation

Die fiberoptische Intubation mit dem flexiblen Bronchoskop hat das Management des erwarteten oder bekannt schwierigen Atemweges wie kein anderes Instrument revolutioniert [48]. Benumof empfiehlt, dass bei erwartet schwieriger Maskenbeatmung oder Intubation eine Sicherung des Atemweges im Wachzustand vorgenommen werden muss [14]. Verglichen mit anderen Verfahren für eine Wachintubation (direkte Laryngoskopie, blinde oder retrograde Intubation) bietet die wache, fiberoptische Intubation klare Vorteile, nämlich eine ausgezeichnete Patientenakzeptanz, die Möglichkeit Sauerstoff und Lokalanästhetika zu applizieren, eine geringere kardiovaskuläre Belastung und v. a. eine hohe Erfolgsrate [94]. Eine Umfrage unter amerikanischen und kanadischen Anästhesisten zeigte, dass die konventionelle Intubation und das fiberoptische Verfahren die 2 häufigsten Methoden sind, die zur Sicherung des schwierigen Atemweges verwendet werden [65, 99]. Daran hat sich in den letzten 10 Jahren zumindest in Kanada und in den USA praktisch nichts geändert [63, 98].

Transtrachealer Zugang

Praktische alle Algorithmen beinhalten die transtracheale Sauerstoffverabreichung bei der Cannot-intubate-cannot-ventilate-Situation [18, 19, 28, 36, 50, 101]. Crosby et al. verlangen, dass ein transtrachealer Zugang im Repertoire eines jeden Anästhesisten vorhanden sein muss [36]. Die vorhandenen Daten zeigen, dass die Methode in der Hand des Erfahrenen einfach, effizient und sicher ist [21, 50, 92]. Daher ist es auch gerechtfertigt, diese Methode bei entsprechenden Indikationen im Rahmen von elektiven Eingriffen regelmäßig anzuwenden [14, 50, 95], um dadurch die nötige Erfahrung zu erlangen und zu erhalten.

Koniotomie, Tracheotomie

Sehr selten bleibt als letzte Möglichkeit für eine Oxygenation nur die „offene“

Koniotomie oder die chirurgische Tracheotomie. Sie muss zwingend angewendet werden, wenn der Atemweg vollständig verschlossen ist und kein Gasabstrom erfolgen kann. Es wird mit Recht darauf hingewiesen, dass das Anlegen eines Tracheostomas, insbesondere bei schwierigen anatomischen Verhältnissen, meist mehr als 5 min benötigt. Deshalb ist es nicht ratsam, sich bei einer schwierigen Maskenbeatmung einzig und allein auf diese Möglichkeit zu verlassen [44].

Anforderungen und Voraussetzungen

Bei der Wahl, welche(r) Algorithmus (Algorithmen) in der Praxis zur Anwendung kommen soll(en) und welche Voraussetzungen dafür notwendig sind, müssen folgende Überlegungen getroffen werden:

1. Der gewählte Algorithmus sollte sowohl für den erwarteten, als auch für den unerwarteten schwierigen Atemweg verwendet werden können. Dies erleichtert den Ablauf in der täglichen Praxis entscheidend.
2. Der gewählte Algorithmus sollte möglichst einfach konzipiert sein, und der Anästhesist sollte eine klare Strategie für das Management des Atemweges haben. Es ist ein Irrglaube, dass in der Notsituation die Zeit verbleibt, ein komplexes Flowchart abzuwickeln.
3. Einfachheit beinhaltet auch die Beschränkung auf möglichst wenige Hilfsmittel. Erst dadurch ergibt sich die Möglichkeit mit den entsprechenden Instrumenten genügend Erfahrung zu sammeln [59]. „It is far more important that the kit contains tools with which the physician is familiar and practised than that it contains a larger number of items“ (Crosby et al. [36]).
4. Neben diesen Prozesskriterien sind auch strukturelle Voraussetzungen notwendig. Einheitlich ausgerüstete „mobile Einheiten“, jederzeit an jedem Ort einsatzbereit verfügbar, sind von großer Bedeutung. Dies führt mit sich, dass auch die Pflege in das Konzept des Atemwegsmanagement miteinbezogen werden muss.
5. Die Techniken, Abläufe und Instrumente in der täglichen Praxis zu

üben, stellt ein zentraler Punkt im Management des schwierigen Luftweges dar. Guidelines sollen nicht nur praktikabel sein, sie müssen auch praktiziert werden.

6. Der gewählte Algorithmus muss so konzipiert sein, dass er auch dem „schwierigsten“ Atemweg trotzt. Es macht keinen Sinn, primär die Improvisation in den Vordergrund zu stellen. Dies führt zur Verunsicherung und v. a. auch zu einer Abnahme der Glaubwürdigkeit und Akzeptanz des Algorithmus. Auf der anderen Seite gibt es (sehr selten) Situationen, in denen begründet vom Algorithmus abgewichen werden muss. Dies muss aber dem Erfahrenen vorbehalten sein [6, 96]. Von einer Gefahr oder eines Paradoxons der Überreglementierung, wie das z. B. in der militärischen und zivilen Luftfahrt diskutiert wird, kann keine Rede sein, da ja gerade die Reglementierung (neben anderen Faktoren) in den hoch technisierten Industrien zu diesem hohen Sicherheitslevel geführt hat.
7. Welcher Algorithmus schlussendlich verwendet wird, ist nicht entscheidend. Vielmehr ist zu fordern, dass jede Anästhesieabteilung einen Algorithmus hat und auch anwendet. Die Wahl der Methode und der Instrumente ist stark abhängig von lokalen Gegebenheiten und persönlichen Präferenzen.

Fazit für die Praxis

Algorithmen haben sich in vielen medizinischen Gebieten, u. a. im Bereich des Airway Managements, in der Praxis bewährt. Beim erwarteten schwierigen Atemweg ist die Sicherung des Luftweges im Wachzustand anzustreben, und hier wiederum ist die wache, fiberoptische Intubation die Methode der Wahl. Der unerwartet schwierige Luftweg kann sehr schnell in eine Cannot-intubate-cannot-ventilate-Situation abgleiten. Neben der Aufrechterhaltung der Oxygenation via Maskenbeatmung ist hier der frühzeitige Einsatz der Larynxmaske oder eine Sauerstoffzufuhr via transtrachealem Zugang zu fordern. Immer ist ein aufwachen lassen des Patienten in Betracht zu ziehen. Dazu ist die Erhaltung oder die frühzeitige Rückkehr der Spontanatmung Voraussetzung. Wel-

cher Algorithmus zum Einsatz kommt, ist nicht entscheidend. Die Wahl der Instrumente ist oft abhängig von lokalen Gegebenheiten und auch von persönlichen Präferenzen. Entscheidend sind der Einsatz der Instrumente und die Anwendung des betreffenden Algorithmus in der täglichen Routine. Um entsprechende Fertigkeiten mit den Instrumenten und dem Algorithmus zu erlangen und zu bewahren, ist die Verwendung eines einfachen Algorithmus zu empfehlen und eine Beschränkung auf möglichst wenig Hilfsmittel zu fordern. Schließlich spielt die Erfahrung eine sehr große Rolle. Dies bedeutet, dass frühzeitige Hilfe angefordert werden soll. In der Situation eines schwierigen Atemweges sind zusätzliche Fachkräfte wegen den vielen gleichzeitig auszuführenden Tätigkeiten meist unentbehrlich.

Danksagung Wir danken Herrn PD Dr. Thomas Schnider, Chefarzt des Instituts für Anästhesiologie des Kantonsspitals St. Gallen, für die Diskussionen im Zusammenhang mit der Erstellung des vorliegenden Manuskripts.

Literatur¹

- Adnet F, Borron SW, Racine SX, Clemessy J, Fournier J, Plaisance P, Lapandry C (1997) The Intubation Difficulty Scale (IDS): proposal and evaluation of a new score characterizing the complexity of endotracheal intubation. *Anesthesiology* 87:1290–1297
- Adnet F, Baillard C, Borron SW et al. (2001) Randomized study comparing the „sniffing“ position with simple head extension for laryngoscopic view in elective surgery patients. *Anesthesiology* 95:836–841
- Agro F, Hung OR, Cataldo R, Carassiti M, Gherardi S (2001) Lightwand intubation using the Trachlight™: a brief review of current knowledge. *Can J Anaesth* 48:592–599
- Agro F, Frass M, Benumof JL, Krafft P (2002) Current status of the combitube™: a review of the literature. *J Clin Anesth* 14:307–314
- Alston RP (1997) Guidelines and cardiac anaesthetists: not in my back yard. *Anaesthesia* 52:328–331
- Amalberti R (2001) The paradoxes of almost totally safe transportation systems. *Safety Sci* 37:109–126
- American Guidelines of Anesthesiologists: Annual Directory of Members (1968) Guidelines for patient care in anesthesiology. American Society of Anesthesiologists
- Arné J, Decoins P, Fuscuardi J, Ingrand P, Ferrier B, Boudigues D, Ariès J (1998) Preoperative assessment for difficult intubation in general and ENT surgery. Predictive value of a clinical multivariate risk index. *Br J Anaesth* 80:140–146
- Asai T, Latto P (1997) Role of the laryngeal mask in patients with difficult tracheal intubation and difficult ventilation. In: Latto IP, Vaughan RS (eds) *Difficulties in tracheal intubation*, 2. edn. Saunders, London, pp 177–196
- Asai T, Morris S (1994) The laryngeal airway: its features, effects and role. *Can J Anaesth* 41:930–960
- Asai T, Koga K, Vaughan RS (1998) Respiratory complications associated with tracheal intubation and extubation. *Br J Anaesth* 80:767–775
- Barnes TA, MacDonald D, Nolan J et al. (2001) Airway devices. In: *Proceedings of the International Guidelines 2000 Conference for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care*. *Ann Emerg Med* 37:145–151
- Baskett PJF, Bossaert L, Carli P et al. (1996) Guidelines for the advanced management of the airway and ventilation during resuscitation. (A statement by the airway and ventilation management working group of the European Resuscitation Council. *Resuscitation* 31:201–230
- * Benumof JL (1991) Management of the difficult adult airway with special emphasis on awake tracheal intubation. *Anesthesiology* 75:1087–1110 (*Umfassende Übersichtsarbeit zum Thema „Sicherung des Atemweges am wachen Patienten bei erwartet schwierigem Luftweg“. Der Stellenwert der wach fiberoptischen Intubation wird besonders hervorgehoben.*)
- Benumof JL (1996) Laryngeal mask airway and the ASA difficult airway algorithm. *Anesthesiology* 84:686–699
- Benumof JL (1996) Definition and incidence of the difficult airway. In: Benumof JL (ed) *Airway management: principles and practice*, 1. edn. Mosby, St. Louis, pp 121–125
- Benumof JL (1996) Indication for tracheal intubation. In: Benumof JL (ed) *Airway management: principles and practice*, 1st edn. Mosby, St. Louis, pp 255–260
- Benumof JL, Scheller MS (1989) The importance of transtracheal jet ventilation in the management of the difficult airway. *Anesthesiology* 71:769–778
- Boisson-Bertrand D, Bourgain JL, Camboulives J et al. (1996) Intubation difficile. *Ann Fr Anesth Réanim* 15:207–214
- Borg PA, Stuart C, Derckson B, Einhoven GB (2001) Anaesthetic management of the airway in The Netherlands: a postal survey. *Eur J Anaesthesiol* 18:730–738
- Bourgain JL, Desruennes E, Fischler M, Ravussin P (2001) Transtracheal high frequency jet ventilation for endoscopic airway surgery: a multicentre study. *Br J Anaesth* 87:870–875
- Brimacombe J (1996) Analysis of 1500 laryngeal mask uses by one anaesthetist in adults undergoing routine anesthesia. *Anaesthesia* 51:76–80
- Brimacombe J, Keller C (2002) The ProSeal laryngeal mask airway. *Anesthesiol Clin North Am* 20:871–891
- * Brimacombe J, Keller C, Fullekrug B et al. (2002) A multicenter study comparing the ProSeal and classic laryngeal mask airway in anesthetized, nonparalyzed patients. *Anesthesiology* 96:289–295 (*Randomisierte Studie an knapp 400 Patienten, die schön zeigt, dass sowohl die klassische Larynxmaske, als auch die ProSeal Larynxmaske Vorteile bieten.*)
- Buck N, Devlin HB, Lunn JN (1987) The report of a confidential enquiry into perioperative deaths. National Confidential Enquiry into Perioperative Deaths (NCEPOD), London
- Calder I (1992) Predicting difficult intubation. *Anaesthesia* 47:528–529
- Caplan RA, Posner KL, Ward RJ, Cheney FW (1990) Adverse respiratory events in anesthesia: a closed claims analysis. *Anesthesiology* 72:828–833
- Caplan RA, Benumof JL, Berry FA et al. (1993) Practice guidelines for management of the difficult airway: A report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on management of the difficult airway. *Anesthesiology* 78:597–602
- Caplan RA, Benumof JL, Berry FA et al. (2002) Practice guidelines for management of the difficult airway (amended version). <http://www.asahq.org/PublicationsAndServices/>. Cited March 2003
- Caponas G (2002) Intubating laryngeal mask airway. *Anaesth Intensive Care* 30:551–569
- Cartwright P (2002) The College view on airway training. Difficult Airway Society Annual Scientific Meeting, London, 21–22 Nov
- Cheney FW, Posner KL, Caplan RA (1991) Adverse respiratory events infrequently leading to malpractice suits. A closed claims analysis. *Anesthesiology* 75:932–939
- * Cooper RM (1996) Extubation and changing endotracheal tubes. In: Benumof JL (ed) *Airway management: principles and practice*, 1st edn. Mosby, St. Louis, pp 864–885 (*Umfassendes Kapitel zum Thema schwierige Extubation und klare Anleitungen für das Management; ausführliche Erläuterung für den Umgang mit Tubuswechsellkathetern.*)
- Cooper RM (2001) Extubation of the difficult airway. Difficult Airway Society Annual Scientific Meeting, Oxford, 22–23 Nov
- Cormack RS, Lehane J (1984) Difficult tracheal intubation in obstetrics. *Anaesthesia* 39:1105–1111
- * Crosby ET, Cooper RM, Douglas MJ et al. (1998) The unanticipated difficult airway with recommendations for management. *Can J Anaesth* 45:757–776 (*Sehr übersichtliche und ausführliche Darstellung des unerwartet schwierigen Atemweges mit klaren Anweisungen für das Management.*)
- Department of Health and Social Security (1986) Report on health and social subjects 29. Report on the confidential enquiry into maternal deaths in the England and Wales 1979–1981. HMSO, London

¹ * von Interesse,
** von besonderem Interesse.

38. Eagle KA, Mulley AG, Skates SJ et al. (1990) Length of hospital stay in the intensive care unit. Effects of practice guidelines and feedback. *JAMA* 264:992–997
39. Eddy DM (1990) Designing a practice policy: standards, guidelines and options. *JAMA* 263:3077
40. Edmark L, Kostova-Aherdan K, Edlund M, Hedenstierna G (2003) Optimal oxygen concentration during induction of general anesthesia. *Anesthesiology* 98:28–33
41. Eichorn JH (1989) Prevention of intraoperative anesthesia accidents and related severe injury through safety monitoring. *Anesthesiology* 70:572–577
42. el-Ganzouri AR, McCarthy RJ, Tuman KJ, Tanck EN, Ivankovich AD (1996) Preoperative airway assessment. Predictive value of a multivariate risk index. *Anesth Analg* 82:1197–1204
43. Field MJ, Lohr KN (eds) (1992) Guidelines for clinical practice: from development to use. National Academy Press, Washington DC
44. Finucane B (1998) The difficult airway – a Canadian perspective. *Can J Anaesth* 45:713–718
45. Frass M (1996) The combitube: esophageal-tracheal double lumen airway. In: Benumof JL (ed) *Airway management: principles and practice*, 1st edn. Mosby, St. Louis, pp 444–454
46. Frass M, Frenzer R, Zdrahal F, Hoflehner G, Porges P, Lackner FX (1987) The esophageal tracheal combitube: preliminary results with a new airway for CPR. *Ann Emerg Med* 16:768–772
47. Frerk CM (1994) Predicting difficult intubation. *Anaesthesia* 46:1005–1008
48. Gaba DM (2000) Anaesthesiology as a model for patient safety in health care. *BMJ* 320:785–788
49. Gaitini LA, Vaida SJ, Yanovski B et al. (2001) The Combitube in elective surgery. A report of 200 cases. *Anesthesiology* 94:79–82
50. Gerig HJ, Heidegger T, Ulrich B, Grossenbacher R, Kreienbühl G (2001) Fiberoptically-guided insertion of transtracheal catheters. *Anesth Analg* 93:663–666
51. Georgi R (2001) Diagnostik der schwierigen Atemwegssicherung. In: Krier C, Georgi R (Hrsg) *Airway-Management*, 1. Auflage. Thieme, Stuttgart, S 113–138
52. Georgi R, Krier C (2001) Inzidenz der schwierigen Atemwegssicherung. In: Krier C, Georgi R (Hrsg) *Airway-Management*, 1. Auflage. Thieme, Stuttgart, S 108–112
53. Georgi R, Krier C (2001) Management der schwierigen Atemwegssicherung. In: Krier C, Georgi R (Hrsg) *Airway-Management*, 1. Auflage. Thieme, Stuttgart, S 257–271
54. Harmer M (1997) Difficult and failed intubation in obstetrics. *Int J Obstetr Anesth* 6:25–31
55. Harmer M (2001) Difficult and failed intubation in obstetrics. In: Latto IP, Vaughan RS (eds) *Difficulties in tracheal intubation*, 2nd edn. Saunders, London, pp 307–320
56. Hartley M (2001) Difficulties at tracheal extubation. In: Latto IP, Vaughan RS (eds) *Difficulties in tracheal intubation*, 2nd edn. Saunders, London, pp 347–360
57. Hawthorne L, Wilson R, Lyons G, Dresner M (1996) Failed intubation revisited: 17-yr experience in a teaching maternity unit. *Br J Anaesth* 76:680–684
58. Haynes SR, Morton NS (1993) The laryngeal mask airway: a review of its use in paediatric anaesthesia. *Paediatr Anaesth* 3:65–73
59. Heidegger T, Gerig HJ, Ulrich B, Kreienbühl G (2001) Validation of a simple algorithm for tracheal intubation: daily practice is the key to success in emergencies – an analysis of 13,248 intubations. *Anesth Analg* 92:517–522
60. Henderson JJ (2001) Difficult Airway Society Guidelines. *Difficult Airway Society Annual Scientific Meeting*, Oxford, 22–23 Nov
61. Henn-Beilharz A (2001) Laryngoskopiemodifikationen und starre Optiken. In: Krier C, Georgi R (Hrsg) *Airway-Management*, 1. Auflage. Thieme, Stuttgart, S 164–170
62. Hrska F, Hofbauer R, Staudinger T, Schellongowski P, Frass M (2002) Die Bedeutung des ösophago-trachealen Kombinationstubus in der klinischen Routine und bei Notfällen. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 37:378–385
63. Hung O (2002) Airway management: the good, the bad, and the ugly. *Can J Anaesth* 49:767–769
64. Inada T, Fujise K, Tachibana K, Shingu K (1995) Orotracheal intubation through the laryngeal mask airway in paediatric patients with Treacher-Collins syndrome. *Paediatr Anaesth* 5:129–132
65. Jenkins K, Wong D, Correa R (2002) Management choices for the difficult airway by anesthesiologists in Canada. *Can J Anesth* 49:850–856
66. Karkouti K, Rose DK, Wigglesworth D, Cohen MM (2000) Predicting difficult intubation: a multivariate analysis. *Can J Anesth* 47:730–739
67. Keller C (2002) Review: Standard Larynxmaske. *Anesthesiol Intensiv Care (Journal der Österreichischen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin)*, S-Print, Wien Nr.49, Dezember
68. Keller C, Brimacombe J (2001) Spontanatmung versus kontrollierte Beatmung mit der Larynxmaske. Eine Übersicht. *Anaesthesist* 50:187–191
69. Keller C, Brimacombe J, Kleinsasser A, Brimacombe L (2002) The Laryngeal Mask Airway ProSeal™ as a temporary ventilatory device in grossly and morbidly obese patients before laryngoscope-guided tracheal intubation. *Anesth Analg* 94:737–740
70. Kelly JT, Toepp MC (1992) Practice parameters: development, evaluation, dissemination, and implementation. *Qual Rev Bull* 18:405
71. Kienzle F (1995) Management der Extubation. Einführung, Systematik, Vorbereitung der Extubation, Strategie der Extubation, Information des Patienten und Schlussfolgerung. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 30:186–188
72. Knill RL (1993) Defining the difficult airway. *Anesthesiology* 79:413–414
73. Krier C, Georgi R (2002) Der ösophago-tracheale Kombinationstubus – Stellenwert in Anästhesie und Notfallmedizin oder, „Spiegelin, Spiegelin an der Wand, was ist das beste Instrument im ganzen Land?“ *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 37:373–374
74. Langeron O, Masso E, Huraux C, Guggiari M, Bianchi A, Coriat P, Riou B (2000) Prediction of difficult mask ventilation. *Anesthesiology* 92:1229–1236
75. Latto IP, Stacey M, Mecklenburgh J, Vaughan RS (2002) Survey of the use of the gum elastic bougie in clinical practice. *Anaesthesia* 57:379–384
76. Latto P (1997) Management of difficult intubation. In: Latto IP, Vaughan RS (eds) *Difficulties in tracheal intubation*, 2nd edn. Saunders, London, pp 107–160
77. Lomas J, Anderson GM, Domnick-Pierrek K, Vayda E, Enkin MW, Hannah WJ (1989) Do practice guidelines guide practice? The effect of a consensus statement on the practice of physicians. *N Engl J Med* 321:1306–1311
78. Lomas J, Enkin M, Anderson GM, Hannah WJ, Vayda E, Singer J (1991) Opinion leaders vs audit and feedback to implement practice guidelines. Delivery after previous cesarean section. *JAMA* 265:2202–2207
79. Lopez-Gil M, Brimacombe J, Alvarez M (1996) Safety and efficacy of the laryngeal mask airway. A prospective survey of 1,400 children. *Anaesthesia* 51:969–972
80. Lubarsky DA, Glass PSA, Ginsberg B et al. (1997) The successful implementation of pharmaceutical practice guidelines: analysis of associated outcomes and cost savings. *Anesthesiology* 86:1145–1160
81. Lyons G (1985) Failed intubation. Six years' experience in a teaching maternity unit. *Anaesthesia* 40:759–762
82. Mallampati SR, Gatt SP, Gugino LD, Desai SP, Waraksa B, Freiburger D, Liu PL (1985) A clinical sign to predict difficult tracheal intubation: a prospective study. *Can Anaesth Soc J* 32:429–434
83. Mason DG, Bingham RM (1990) The laryngeal mask airway in children. *Anaesthesia* 45:760–763
84. Mitzushima A, Wardall GJ, Simpson DL (1992) The laryngeal mask airway in infants. *Anaesthesia* 47:849–851
85. Murray E, Davis H, See Tai S, Coulter A, Gray A, Haines A (2001) Randomised controlled trial of an interactive multimedia decision aid on benign prostatic hypertrophy in primary care. *BMJ* 323:490–493
86. Naht G, Major V (1992) The laryngeal mask airway in the management of a paediatric difficult airway. *Anesth Intensiv Care* 20:518–520
87. Naht G, Sekar M (1997) Predicting difficult intubation – a comprehensive scoring system. *Anesth Intensiv Care* 25:482–486

88. Opderbecke HW (1997) Welche Bedeutung haben Leitlinien, Richtlinien und Standards für den Anästhesisten? *Anaesthesiol Intensivmed* 38:313–315
89. Orkin FK, Cohen MM, Duncan PG (1993) The quest for meaningful outcomes. *Anesthesiology* 78:417–422
90. Ovassapian A (2001) The flexible bronchoscope. A tool for anesthesiologists. *Clin Chest Med* 22:281–299
91. Pasch T (1995) Standards, Richtlinien, Empfehlungen. In: List WF, Metzler H, Pasch T (Hrsg) *Monitoring in Anästhesie und Intensivmedizin*, 2. Auflage. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, S 124–135
92. Patel RG (1999) Percutaneous transtracheal jet ventilation. A safe, quick, and temporary way to provide oxygenation and ventilation when conventional methods are unsuccessful. *Chest* 116:1689–1694
93. Paterson SJ, Byrne PJ, Molesky MG, Seal RF, Finuncane BT (1994) Neonatal resuscitation using the laryngeal mask airway. *Anesthesiology* 80:1248–1253
94. Popat M (2001) *Practical fiberoptic intubation*, 1st edn. Butterworth Heinemann, Oxford, pp 55–74
95. Prabhu AJ, Wong DT, Correa RK, Lanzieri M, Imasogie N, Chung F (2001) Training improves cricothyroidotomy success rate. *Difficult Airway Society Annual Scientific Meeting*, Oxford, 22–23 Nov
96. Reason J (2000) Human error: models and management. *BMJ* 320:768–770
97. Rocke DA, Murray WB, Rout CC, Gouws E (1992) Relative risk analysis of factors associated with difficult intubation in obstetric anesthesia. *Anesthesiology* 77:67–73
98. Rose DK, Cohen MM (1994) The airway: problems and predictions in 18,500 patients. *Can J Anaesth* 41:372–383
99. Rosenblatt WH, Wagner PJ, Ovassapian A, Kain ZN (1998) Practice patterns in managing the difficult airway by anesthesiologists in the United States. *Anesth Analg* 87:153–157
100. Samsoun GLT, Young JRB (1987) Difficult tracheal intubation: a retrospective study. *Anaesthesia* 42:487–490
101. Sanghvi R, Goskowitz R, Benumof JL (2000) Difficult airway: unrecognized, cannot ventilate, cannot intubate. In: Bready LL, Mullins RM, Noorily SH, Smith RB (eds) *Decision making in anaesthesiology. An algorithm approach*, 3rd edn. Mosby, St. Louis, pp 18–19
102. **Shoemaker TS (1999) Practice guidelines in cardiovascular anaesthesia. In: Tuman KJ (ed) *Outcome measurement in cardiovascular medicine. A Society of Cardiovascular Anesthesiologists Monograph*. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, pp 125–157 (*Exzellenter Übersichtsartikel zur Entwicklung, Definition und zum Stellenwert von Guidelines.*)
103. Stoelting R (1999) Results of APSF survey regarding anesthesia patient safety issues. *Anesthesia Patient Safety Foundation. Newsletter* 13:6–7
104. Stringer KR, Bajenow S, Yentis SM (2002) Training in airway management. *Anaesthesia* 57:967–983
105. Ulrich B, Listyo R, Gerig HJ, Gabi K, Kreienbühl G (1998) Die schwierige Intubation: Der Nutzen von BURP und die Aussagekraft von Prädiktoren. *Anaesthesist* 47:45–50
106. Ulsenheimer K (1999) Leitlinien und Standards – Fallstricke der ärztlichen Therapiefreiheit. *Niedersachs Arztebl* 8:6–11
107. Vaughn RS (2001) Predicting a difficult intubation. In: Latta IP, Vaughan RS (eds) *Difficulties in tracheal intubation*, 2nd edn. Saunders, London, pp 79–88
108. **Verghese C, Brimacombe JR (1996) Survey of laryngeal mask airway usage in 11,910 patients: safety and efficacy for conventional and nonconventional usage. *Anesth Analg* 82:129–133 (*Exzellente Übersicht über den sicheren Einsatz der Larynxmaske an einem sehr großen Patientenkollektiv. Genaue Darstellung der Problemfälle.*)
109. Walker RD, Howard MO, Lambert MD, Suchinsky R (1994) Medical practice guidelines. *West J Med* 161:39
110. Williamson JA, Webb RK, Szekely S, Gillies ERN, Dresoti A (1993) Difficult intubation: an analysis of 2,000 incident reports. *Anaesth Intensive Care* 21:602–607
111. Wilson ME, Spiegelhalter D, Robertson JA, Lesser P (1988) Predicting difficult intubation. *Br J Anaesth* 61:211–216
112. Woolf SH (1990) Practice guidelines, a new reality in medicine. I. Recent developments. *Arch Intern Med* 150:1811–1818
113. *Woolf SH, Grol R, Hutchinson A, Eccles M, Grimshaw J (1999) Clinical guidelines. Potential benefits, limitations, and harms of clinical guidelines. *BMJ* 318:527–530 (*Gute Übersicht über den potenziellen Nutzen von Guidelines, aber auch deren Grenzen und Gefahren.*)
114. Yamamoto K, Tsubokawa T, Shibata K, Ohmura S, Nitta S, Kobayashi T (1997) Predicting difficult intubation with indirect laryngoscopy. *Anesthesiology* 86:316–321
115. *Yentis SM (2002) Predicting difficult intubation – worthwhile exercise or pointless ritual? *Anaesthesia* 57:105–109 (*Pointiertes Editorial mit äußerst klarer Darstellung (Text und Graphik) der Begriffe Sensitivität, Spezifität und positive Vorhersagbarkeit.*)