

S1 Leitlinie:  
**Atemwegsmanagement**  
**Airwaymanagement**

**AWMF-Register Nr.:** 001/028

**Schlüsselwörter:** Atemweg, Atemwegsmanagement, Leitlinie, Algorithmus, Intubation, Extubation,

**Key Words:** Airway, Airway Management, Guideline, Algorithm, Intubation, Extubation,

**Verfahren zur Konsensbildung:**

Bei dieser Leitlinie handelt es sich um einen Expertenkonsens. Sie wurde vom Präsidium der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V. (DGAI) am 12.03.2015 verabschiedet.

**Erstellungsdatum** 12.03.2015

**Nächste Überprüfung geplant:**

**Erarbeitet von:**

Diese Leitlinie wurde von der „Kommission Atemwegsmanagement“ der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) erstellt, welche in den am 9. Mai 2014 neu gegründeten Wissenschaftlichen Arbeitskreis „Airwaymanagement“ übergegangen ist.

**Autoren:**

Piepho T <sup>1</sup>, Cavus E <sup>2</sup>, Noppens R <sup>1</sup>, Byhahn C <sup>3</sup>, Dörges V <sup>2</sup>, Zwissler B <sup>4</sup>,  
Timmermann A <sup>5</sup>

1. Klinik für Anästhesiologie, Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
2. Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel
3. Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie, Medizinischer Campus Universität Oldenburg, Evangelisches Krankenhaus
4. Klinik für Anästhesiologie, Klinikum der Ludwig-Maximilians-Universität München
5. Abteilung für Anästhesiologie, Intensiv- und Notfallmedizin und Schmerztherapie, DRK Kliniken Berlin Westend und Mitte

## Informationen zu dieser Leitlinie

### Federführende Fachgesellschaft

Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI)

### Besonderer Hinweis

Die Medizin unterliegt einem fortwährenden Entwicklungsprozess, sodass alle Angaben, insbesondere zu diagnostischen und therapeutischen Verfahren, immer nur dem Wissensstand zum Zeitpunkt der Drucklegung der Leitlinie entsprechen können. Hinsichtlich der angegebenen Empfehlungen zur Therapie und der Auswahl sowie Dosierung von Medikamenten wurde die größtmögliche Sorgfalt beachtet.

Der Benutzer selbst bleibt verantwortlich für jede diagnostische und therapeutische Applikation, Medikation und Dosierung.

In dieser Leitlinie sind eingetragene Warenzeichen (geschützte Warennamen) nicht besonders kenntlich gemacht. Es kann also aus dem Fehlen eines entsprechenden Hinweises nicht geschlossen werden, dass es sich um einen freien Warennamen handelt.

### Konsensuseinstufung

Statements/Empfehlungen wurden als Expertenkonsens der Leitliniengruppe beschlossen. Die Stärke des Konsensus ergibt sich aus der verwendeten Formulierung (soll / sollte / kann) entsprechend der Abstufung in folgender Tabelle.

<b>Empfehlung</b>	<b>Empfehlung gegen eine Intervention</b>	<b>Beschreibung</b>
"soll"	„soll nicht“ / „ist nicht indiziert“	Starke Empfehlung
"sollte"	„sollte nicht“	Empfehlung
"kann" / „ist unklar“	„kann verzichtet werden“ / „ist unklar“	Empfehlung offen

## Einführung

Die Sicherung der Atemwege ist eine Kernkompetenz von Anästhesiologen, Intensiv- und Notfallmedizinern, da ohne offene / gesicherte Atemwege keine Oxygenierung möglich ist. Die Einführung neuer Techniken und die Implementierung von Leitlinien und Strategien zur Versorgung des schwierigen Atemwegs haben wesentlich zu einer Reduktion der Morbidität und Letalität beigetragen.

Die erste „Leitlinie Atemwegsmanagement“ wurde von der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) im Jahre 2004 verabschiedet (1). Seitdem haben sich neue Techniken wie beispielsweise die Videolaryngoskopie fest im klinischen Alltag etabliert und es wurden neue Erkenntnisse zu bestehenden Strategien publiziert. Konsequenterweise stellt die neue „Leitlinie Atemwegsmanagement“ den aktuellen Stand der Wissenschaft dar und integriert die derzeit empfohlenen Techniken und Strategien. Die vorliegende Leitlinie soll dazu beitragen, eine optimale Versorgung der anästhesiologisch betreuten Patienten zu gewährleisten. Sie soll dem Anwender zur Orientierung und als Entscheidungshilfe dienen. Für viele der nachfolgenden Empfehlungen zum praktischen Vorgehen bzw. zur Verwendung bestimmter Techniken im Bereich des Atemwegsmanagements fehlen qualitativ hochrangige klinische Studien. Bei der hier vorgelegten Leitlinie handelt es sich daher um den Konsens einer Expertengruppe (entspricht Stufe „S1“ des Klassifikationsschemas der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e.V. – siehe [www.awmf.org](http://www.awmf.org)).

Für die Sicherung der Atemwege in der Präklinik (2), Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung (3) sowie Kinderanästhesie (4) wird auf die bestehenden Handlungsempfehlungen bzw. Leitlinien verwiesen.

## **Definition, Prädiktoren und Inzidenz des schwierigen Atemwegs**

### **Definitionen**

Unter dem Begriff „schwieriger Atemweg“ werden Probleme zusammengefasst, die während der Atemwegssicherung auftreten können. Ungeachtet der Weiterentwicklung der Techniken des Atemwegsmanagements – beispielsweise durch Videolaryngoskope und starre oder flexible Endoskope – folgen die Definitionen des schwierigen Atemwegs auch heute noch den beiden traditionellen Techniken *Maskenbeatmung* und *Intubation mithilfe der direkten Laryngoskopie*. Als fachliche Qualifikation wird der Facharztstandard vorausgesetzt. Im Folgenden beziehen sich alle Empfehlungen auf die Mindestqualifikation Facharztstandard und ausreichender Erfahrung in der routinemäßigen Anwendung der jeweiligen Technik.

Die Beatmung mithilfe der Gesichtsmaske oder einer extraglottischen Atemwegshilfe (EGA, Definition siehe Kapitel „Techniken zur Sicherung der Atemwege“) wird als schwierig bzw. unmöglich definiert, wenn aufgrund eines oder mehrerer Probleme die Beatmung insuffizient ist oder sogar gänzlich scheitert: Undichtigkeit, massive Leckage sowie Widerstand während der In- oder Expiration.

Als schwierig wird das Platzieren einer EGA dann bezeichnet, wenn mehrere Platzierungsversuche notwendig sind. Eine schwierige Laryngoskopie ist definiert als die Unmöglichkeit, die Glottis mithilfe direkter Laryngoskopie zu visualisieren. Dies entspricht einem Laryngoskopiebefund gemäß Cormack & Lehane Grad III oder IV (5).

Eine schwierige endotracheale Intubation liegt vor, wenn mehrere Intubationsversuche notwendig sind.

### **Inzidenz des schwierigen Atemwegs**

Die exakte Ermittlung der Inzidenz einer schwierigen Maskenbeatmung, Laryngoskopie oder Intubation ist bisher nicht möglich, da die Definition des schwierigen Atemwegs in den verschiedenen Studien sehr unterschiedlich ist. Ebenfalls berücksichtigt werden müssen mögliche interindividuelle Unterschiede der praktischen Fähigkeiten der Untersucher. Auch hier kann der

Facharztstandard nur eine unscharfe Kompetenz definieren. Es ist somit denkbar und sogar wahrscheinlich, dass verschiedene Arbeitsgruppen bei einem identischen Patientenkollektiv zu unterschiedlichen Ergebnissen gelangen. Diese Problematik muss bei der Interpretation derartiger klinischer Studien stets mit berücksichtigt werden.

### **Inzidenz der schwierigen Maskenbeatmung**

Fasst man ungeachtet verschiedener divergenter Definitionen die Ergebnisse mehrerer Arbeiten mit hohen Patientenzahlen zusammen, so beträgt die Inzidenz der schwierigen Maskenbeatmung in einem unselektierten Kollektiv von Elektivpatienten 2% (6-8). Die Inzidenz der unmöglichen Maskenbeatmung liegt bei 0,15% (1:670) (6).

### **Inzidenz der schwierigen Laryngoskopie und Intubation**

Häufig werden Probleme während der endotrachealen Intubation unter dem Begriff „schwierige Intubation“ subsummiert, ohne dass zwischen „Laryngoskopie“ und „endotracheale Intubation“ differenziert wird. Da sich bei einer direkten Laryngoskopie die anatomische und optische Achse annähern und daher bei einem akzeptablen Laryngoskopiebefund auch mit einer erfolgreichen Tubusplatzierung gerechnet werden kann, ist diese Unschärfe von untergeordneter Bedeutung. Werden jedoch Techniken der indirekten Laryngoskopie (Definition siehe Kapitel „Techniken zur Sicherung der Atemwege“) genutzt, muss eine scharfe Trennung beider Vorgänge erfolgen, da hier die Inzidenz der schwierigen Laryngoskopie stets niedriger ist als die der schwierigen oder unmöglichen Intubation.

Die Inzidenz der schwierigen direkten Laryngoskopie beträgt 1,5% bis 8,0%, die Inzidenz der schwierigen Intubation ist etwas niedriger (9,10). Mit einer unerwarteten „cannot intubate, cannot ventilate“ - Situation ist mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,008% (1:13.000) bis 0,004% (1:25.000) zu rechnen (6,8).

## **Prädiktion des schwierigen Atemwegs**

Verschiedene Prädiktoren und Screening-Untersuchungen zur Detektion eines schwierigen Atemwegs wurden beschrieben. Komplikationen während der Atemwegssicherung bei vorangegangenen Eingriffen haben sich hierbei als der beste Prädiktor für einen schwierigen Atemweg erwiesen.

*Empfehlung: Während der präoperativen Visite soll nach Problemen während früherer Anästhesien und dem Vorhandensein eines Anästhesie-Ausweises gefragt werden. Im Rahmen einer klinischen Evaluation sollen zudem Prädiktoren für eine schwierige Atemwegssicherung erfasst werden.*

## **Prädiktoren der schwierigen / unmöglichen Maskenbeatmung**

Die Tabelle 1 zeigt typische Prädiktoren für eine schwierige oder unmögliche Maskenbeatmung (6-8). Die Kombination aus mehreren Faktoren erhöht das Risiko einer schwierigen Maskenbeatmung.

Narben, Tumoren, Entzündungen, Verletzungen von Lippe und Gesicht
Makroglossie und andere pathologische Zungenveränderungen
Bestrahlung oder Tumor im Bereich der Halsregion
Pathologische Veränderungen von Pharynx, Larynx und Trachea
Männliches Geschlecht
Alter >55 Jahre
Schnarch-Anamnese bzw. Schlafapnoe-Syndrom
Desolater Zahnstatus, Zahnlosigkeit
Vollbartträger
Mallampati Grad III oder IV
Deutlich* eingeschränkte Protrusion des Unterkiefers
Body Mass Index >30kg/m <sup>2</sup>
Thyreomentaler Abstand <6cm

\*: Unterkiefer kann nicht soweit vorgeschoben werden, dass eine Berührung von Zähnen bzw. Zahnfleisch des Unterkiefers mit Zähnen bzw. Zahnfleisch des Oberkiefers möglich ist.

**Tabelle 1:** Prädiktoren der schwierigen oder unmöglichen Maskenbeatmung. Mit steigender Anzahl verschiedener Prädiktoren oder Symptome steigt das Risiko einer schwierigen oder unmöglichen Maskenbeatmung.

### **Prädiktoren der schwierigen / unmöglichen direkten Laryngoskopie und Intubation**

Als Screeninguntersuchung ist der von Samssoon & Young modifizierte Mallampati-Test am weitesten verbreitet (11). Sein klinischer Wert als alleiniger Test zur Prädiktion der schwierigen Laryngoskopie und Intubation ist jedoch limitiert. Gleiches gilt für einen thyreomentalen Abstand von weniger als 6-7 cm (12). Weitere Testverfahren, die ebenfalls wenig sensitiv sind, umfassen den Upper Lip Bite - Test (13), die Beweglichkeit der Halswirbelsäule, den Palm Print - Test (14,15) und den Wilson Risk Score (16,17). Der multifaktorielle Risikoindex nach Arne umfasst sieben unterschiedliche Kriterien (18), so dass verschiedene Prädiktoren erfasst werden.

*Empfehlung: Aufgrund der limitierten Aussagekraft von einzelnen Testverfahren sollen die Atemwege auf Symptome und Prädiktoren untersucht werden, die auf eine schwierige oder unmögliche direkte Laryngoskopie oder Intubation hinweisen. Diese Prädiktoren können durch eine Screening-Untersuchung ergänzt werden.*

Die Tabelle 2 zeigt typische Prädiktoren.

Schwierige Intubation in der Anamnese
Stridor
Tumoren, Abszesse im Kopf-Hals- oder Mediastinalbereich
Z.n. Bestrahlung im Kopf-Halsbereich
Z.n. Operationen am Larynx/Pharynx
Progenie, Dysgnathie
Raumfordernde Struma
Makroglossie z.B. bei Patienten mit Mucopolysaccharidose oder Trisomie 21



mandibulo- und maxillofaciale Dysostosen
Eingeschränkte Mundöffnung
Eingeschränkte Reklination des Kopfes
Verringerter thyreoentaler Abstand
Kurzer oder umfangreicher Hals
subglottische Stenose, Trachealstenose, Trachealverlagerung
Schlafapnoe-Syndrom
Schwangerschaft
Mallampati Grad III oder IV

**Tabelle 2:** Prädiktoren der schwierigen oder unmöglichen direkten Laryngoskopie und Intubation. Mit steigender Anzahl verschiedener Prädiktoren oder Symptome steigt das Risiko einer schwierigen oder unmöglichen direkten Laryngoskopie.

### **Prädiktoren der schwierigen indirekten Laryngoskopie**

Die Identifikation von Merkmalen oder Testverfahren, die prädiktiv für die schwierige indirekte Laryngoskopie – insbesondere mit videoassistierten Systemen – sind, gelang bislang noch nicht. Vermehrte Sekretbildung und Blutungen in den Atemwegen können die Sicht behindern. Eine hochgradig eingeschränkte Mundöffnung, die das Einführen des jeweiligen Videolaryngoskops nicht mehr erlaubt, scheint gegenwärtig der einzige Prädiktor zu sein.

## Techniken zur Sicherung der Atemwege

### Präoxygenierung

*Empfehlung: Eine Präoxygenierung soll immer vor Einleitung der Allgemeinanästhesie bei spontan atmenden Patienten durchgeführt werden.*

Studien zeigen, dass unter Präoxygenierung mit 100% Sauerstoff Resorptionsatelektasen auftreten können. Allerdings ist bei reduzierter inspiratorischer Sauerstoffkonzentration die O<sub>2</sub>-Reserve im Falle eines schwierigen Atemwegs reduziert.

*Empfehlung: In Abwägung von Nutzen und Risiko soll die Präoxygenierung über eine dicht sitzende Gesichtsmaske mit 100% Sauerstoff erfolgen.*

Dabei sind verschiedene Techniken möglich: Acht maximal tiefe Atemzüge innerhalb von 60 Sekunden, Präoxygenieren über drei bis vier Minuten oder bis die expiratorisch gemessene Sauerstoffkonzentration 90% übersteigt (19-21).

*Empfehlung: Eine Präoxygenierung sollte wenn möglich mit erhöhtem Oberkörper durchgeführt werden (22,23). Die Anwendung von nichtinvasiver Ventilation (z.B. Druckunterstützung: 8 cmH<sub>2</sub>O, PEEP 5 cmH<sub>2</sub>O) während der Präoxygenierung von hypoxiegefährdeten Patienten kann die Apnoetoleranz verbessern (24,25).*

### Maskenbeatmung

Die Maskenbeatmung ist eine essentielle Maßnahme des Atemwegsmanagements. Sie kann manuell oder mit druckkontrollierter Ventilation (PCV) durchgeführt werden.

Nach Induktion der Allgemeinanästhesie wird derzeit in den meisten Lehrbüchern noch empfohlen, vor einer neuromuskulären Blockade die Durchführbarkeit der Maskenbeatmung zu prüfen. Dieses Dogma wird allerdings in letzter Zeit in Frage gestellt (26,27). Mehrere wissenschaftliche Publikationen zeigen sogar, dass durch eine neuromuskuläre Blockade in den meisten Fällen die Maskenbeatmung erleichtert und in keinem Fall erschwert wurde (28,29).

*Empfehlung: Bei fehlenden Prädiktoren für einen schwierigen Atemweg kann eine neuromuskuläre Blockade sofort nach Erreichen einer suffizienten Narkosetiefe durchgeführt werden, ohne dass vorher die Möglichkeit der Maskenbeatmung überprüft wurde.*

## **Extraglottische Atemwegshilfen**

Unter dem Begriff „extraglottische Atemwegshilfen“ werden alle Ventilationshilfen subsumiert, die ein Offenhalten der Atemwege zwischen Oropharynx und proximalen Ösophagus gewährleisten, aber außerhalb der Glottis liegen. Neben den unterschiedlichen Larynxmaskentypen umfasst dieser Begriff auch die ösophagealen Verschlussstüben (z.B. Larynxtubus, Combitubus).

Publikationen zeigen, dass unter optimiertem Cuffdruck die Abdichtung der EGA besser ist und Komorbiditäten wie Halsschmerzen seltener auftreten (30,31). Der notwendige bzw. maximal zulässige Cuffdruck hängt von der gewählten Atemwegshilfe und deren Größe ab.

*Empfehlung: Nach Platzierung und suffizienter Ventilation soll der Cuffdruck überprüft und ggf. angepasst werden. Hierbei sollen die jeweiligen Herstellerangaben berücksichtigt werden. Im Allgemeinen sollte ein Druck von 60 cmH<sub>2</sub>O nicht überschritten werden.*

Extraglottische Atemwegshilfen der sogenannten zweiten Generation verfügen über einen integrierten Drainagekanal. Durch diesen kann regurgitierter Mageninhalt drainiert werden oder prophylaktisch zur Entlastung eine Magensonde gelegt werden. Verschiedene Tests sind beschrieben, mit denen die Lage dieser EGA überprüft werden kann (siehe Tabelle 3). Nur bei korrekter Einführtiefe (32), suffizienter Ventilation, negativem „Bubble-Test“ (33) und korrekter Lage der Magensonde nach widerstandsfreier Platzierung ist die EGA korrekt platziert.

Korrekte Einführtiefe

Suffiziente Ventilation

„Bubble Test“: Hierzu wird der gastrale Drainagekanal mit einem Gel befüllt. Aufsteigende Bläschen während der Beatmung zeigen an, dass die EGA nicht korrekt

platziert ist.
Widerstandsfreie Einlage einer Magensonde und Absaugen von Mageninhalt

**Tabelle 3:** Tests zur Prüfung der korrekten Lage einer EGA mit gastralem Drainagekanal.

Verschiedene Larynxmasken erlauben nach Positionierung auch das Platzieren eines Endotrachealtubus. In einem zweizeitigen Verfahren ist somit bei unerwartet schwierigem Atemweg erst eine Oxygenierung des Patienten über die EGA möglich und im Anschluss kann die Intubation erfolgen. Ein blindes Vorschieben des Endotrachealtubus mit hoher Erfolgsrate ist nur für die Intubationslarynxmaske beschrieben, die speziell als Führungsschiene zur endotrachealen Intubation konzipiert ist. Scheitert das blinde Vorschieben oder wird primär eine andere EGA gewählt, so kann mit Hilfe eines flexiblen Intubationsendoskops der Tubus oder zunächst ein Intubationskatheter als Leitschiene tracheal platziert werden (34-36).

## Direkte Laryngoskopie

Die konventionelle Intubation kann mit Hilfe verschieden geformter Spatel erfolgen. Neben geraden (z.B. Miller) und gebogenen Spateln (z.B. Macintosh) existieren Weiterentwicklungen, wie z.B. der McCoy-Spatel, der (mittels eines Hebelmechanismus) über eine bewegliche Spitze zur Anhebung der Epiglottis verfügt.

## Indirekte Laryngoskopie

Unter dem Begriff „indirekte Laryngoskope“ werden Instrumente subsumiert, mit denen keine direkte Visualisierung der Glottisebene nötig oder möglich ist. Dies kann prinzipiell auf zwei Arten erreicht werden: Zum einen durch Verwendung von kleinen Digitalkameras, deren Bild auf einen Monitor übermittelt wird (z.B. Videolaryngoskope, flexible und starre Intubationsendoskope). Zum anderen mittels eines optischen Systems, mit dem man über Glasfasern (z.B. klassische Fiberoptik) oder über Prismen Sicht durch ein Okular bekommt. Durch das Okular kann man entweder direkt sehen oder das Bild wird mittels einer Kamera auf einen externen Monitor übertragen.

## **Videolaryngoskopie**

Durch die Integration einer kleinen Kamera und Lichtquelle in den Spatel verlagert die Videolaryngoskopie das Auge des Anwenders von extraoral in die Nähe der Glottis. Unabhängig von der Form des verwendeten Laryngoskopspatels wird bereits allein durch diese technische Entwicklung ein verbesserter Blick auf die Glottis ermöglicht. Die Sicht auf die Glottisebene kann nach schwieriger oder unmöglicher direkter Laryngoskopie mit der Videolaryngoskopie oftmals verbessert werden (37-39). Aber trotz guter Sicht kann die Intubation zeitlich verlängert und auch erfolglos sein (40).

Der Begriff Videolaryngoskopie umfasst heute eine Vielzahl von Geräten, die sich in ihrer Form, Technik und Handhabung teilweise grundsätzlich voneinander unterscheiden. Dabei ist ein wichtiges Unterscheidungskriterium der Videolaryngoskope die Spatelform (41,42).

### Videolaryngoskope mit Macintosh (ähnlichem)-Spatel

Großer Vorteil eines Macintosh-Videolaryngoskops ist, dass der Anwender mit der Spatelform vertraut ist und unabhängig von der videolaryngoskopischen Sicht auf dem Monitor auch eine direkte Laryngoskopie durchführen kann. Bei unerwartet schwieriger direkter Laryngoskopie kann mit diesem Spateltyp oftmals eine indirekte Visualisierung der Glottisebene erzielt werden. Mithilfe dieser Instrumente kann eine optimierte und erleichterte Ausbildung in der Technik der endotrachealen Intubation erfolgen (43).

### Videolaryngoskope mit stärker gekrümmtem Spatel

Mit stärker gekrümmten Spateln ist eine Einstellung der oro-pharyngo-laryngealen Achse nicht notwendig, so dass der Intubationsvorgang indirekt mit obligat videolaryngoskopischer Sicht erfolgt. Die eigentliche Schwierigkeit bei der Intubation mit einem Videolaryngoskop mit stark gekrümmtem Spatel ergibt sich, trotz optimaler Visualisierung, beim Intubationsvorgang: Der Tubus muss in einem der Krümmung des Spatels entsprechenden steilen Winkel vorgeschoben und die Tubusspitze nach Passage der Stimmbänder abgesenkt werden. Daher ist bei Verwendung dieser Spatelform generell ein Führungsstab erforderlich und

Erfahrung auch außerhalb von Notfallsituationen notwendig. Die Vermeidung einer zu starken Reklination des Kopfes, ein zungen-mittiges Einführen des Spatels sowie das vorsichtige Aufladen der Epiglottis können während des Intubationsvorgangs hilfreich sein.

#### Videolaryngoskope mit Endotrachealtubusführung

Bei diesen Systemen befindet sich am Laryngoskopspatel eine Führungsschiene, die den Endotrachealtubus zur Glottis dirigieren soll. Aufgrund der stark gekrümmten Spatel sind alle Systeme dieser Art obligat indirekte Laryngoskope.

#### **Starre Intubationsendoskope**

Starre Intubationsendoskope stellen eine Alternative für die Intubation bei unerwartet schwierigem Atemweg dar (44,45). Um diese Instrumente auch in Notfallsituationen erfolgreich einzusetzen, ist eine ausreichende Erfahrung bei Patienten mit normalen Atemweg notwendig (46).

#### **Flexible Intubationsendoskope**

Das flexible endoskopische Vorgehen ist eine gebräuchliche Technik zur endotrachealen Intubation sowohl beim unerwartet als auch beim erwartet schwierigen Atemweg. Das klassische Instrument ist eine Fiberoptik mit Glasfasern für die optische Darstellung über ein Okular. Zunehmend sind Endoskope verfügbar, die einen Kamerachip an der Spitze des Instrumentes haben und das Bild als elektrisches Signal zu einem Monitor übertragen.

### **Translaryngeale / transtracheale Techniken**

Die Sicherung des Atemwegs durch translaryngeale und transtracheale Techniken ist die „ultima ratio“ im Atemwegsmanagement. Dabei können diese sowohl primär, beispielsweise bei einer supraglottischen Atemwegsobstruktion, als auch sekundär bei drohender Asphyxie nach frustranen Versuchen der Atemwegssicherung mit weniger invasiven Techniken erforderlich sein.

## **Koniotomie**

Bei einer Koniotomie (synonym: Cricothyreotomie, Cricothyreoidotomie) wird das Ligamentum cricothyroideum durchtrennt und eine Kanüle oder ein Endotrachealtubus unterhalb der Glottisebene in den Atemweg eingeführt. Es werden drei Techniken unterschieden: Bei der „catheter-over-needle“ - Technik erfolgt die Punktion des Atemwegs vergleichbar der Anlage einer Venenverweilkanüle. Bei der Seldinger-Technik wird nach Punktion der Trachea erst ein Führungsdraht eingelegt und anschließend darüber die Kanüle platziert. Die chirurgische Koniotomie beinhaltet das Durchtrennen des Ligamentum cricothyroideum mithilfe eines Skalpells, das Auseinanderdrängen von Schild- und Ringknorpel sowie das Platzieren eines dünnen Endotrachealtubus.

Zahlreiche Untersuchungen an Patienten (47), menschlichen Leichen (48-50) und Tiermodellen (51-55) liefern sehr widersprüchliche Ergebnisse zur Erfolgsrate bei Durchführung einer Koniotomie und der zu präferierenden Technik. Sowohl die persönliche Erfahrung der Anwender mit dieser „ultima ratio“ des invasiven Atemwegsmanagements als auch der medizinische Ausbildungsstand sind sehr inhomogen und die Fallzahlen meist sehr niedrig, so dass sich eine evidenzbasierte Empfehlung zur optimalen Technik der Koniotomie nicht ableiten lässt. Die Komplikations- und Misserfolgsrate bei notfallmäßigen, durch Anästhesisten durchgeführten Koniotomien ist mit bis zu über 50% sehr hoch (56).

## **Tracheotomie**

Eine Tracheotomie kann elektiv unter erhaltener Spontanatmung in Lokalanästhesie durchgeführt werden. Typische Indikationen sind stenosierende Tumoren im Bereich des Larynx und des Hypopharynx.

Auch im Rahmen eines Atemwegsnotfalls kann die chirurgische Tracheotomie durch einen versierten Chirurgen im Einzelfall (Stichwort: Tracheotomiebereitschaft) eine Alternative zur Koniotomie darstellen (57). Voraussetzung sind die sofortige Verfügbarkeit des Materials, gute Umgebungsbedingungen (z.B. im Operationssaal) und exzellente Routine, um

dieses Verfahren auch in einer Notfallsituation unter hohem Zeitdruck technisch sicher und vor allem sehr rasch durchführen zu können.

### **Translaryngeale / transtracheale Oxygenierung und Ventilation**

Vor allem nach der notfallmäßigen Platzierung von dünnen Kanülen durch das Ligamentum cricothyroideum besteht zwar ein trachealer Zugang, aber aufgrund des kleinen Lumens nur eine sehr eingeschränkte Möglichkeit der Ventilation. Durch Insufflation von Sauerstoff mit hohem Fluss in die Trachea kann nach dem Prinzip der apnoeischen Oxygenierung (58) eine Diffusionsoxygenierung etabliert werden. Methodenimmanente Probleme dieser translaryngealen / transtrachealen Oxygenierung sind die oftmals unzureichende Expiration bzw. Ventilation mit konsekutiver Hyperkarbie sowie die Gefahr eines Barotraumas und einer Störung der Hämodynamik, insbesondere bei Okklusion der supraglottischen Atemwege. Die CO<sub>2</sub>-Elimination kann durch Systeme verbessert werden, die auch bei einem komplett obstruierten oberen Atemweg eine Expiration bzw. ein Abströmen der Expirationsluft gewährleisten (59-62).



## Strategien zur Sicherung der Atemwege

### Ebenen der Atemwegssicherung

Zur Sicherung der Atemwege können vier Ebenen mit möglichen Zugängen für eine Oxygenierung bzw. Ventilation des Patienten unterschieden werden:

- Ebene 1: Spontanatmung, unterstützte Beatmung oder kontrollierte Beatmung mit einer Gesichtsmaske
- Ebene 2: Verwendung einer extraglottischen Atemwegshilfe (EGA)
- Ebene 3: Platzierung eines Endotrachealtubus in der Trachea
- Ebene 4: Translaryngealer / transtrachealer Zugang

### Primäre Atemwegssicherung mit extraglottischen Atemwegshilfen

Die Verwendung von extraglottischen Atemwegshilfen zur primären Atemwegssicherung bei elektiven Eingriffen bietet zahlreiche Vorteile gegenüber der Beatmung mittels Gesichtsmaske und bei bestimmten Eingriffen auch gegenüber der Beatmung über einen Endotrachealtubus. Die Verwendung erscheint daher grundsätzlich bei bestimmten Routineeingriffen indiziert, sofern keine Einschränkungen dagegen sprechen (Tabelle 4).

Kontrovers wird der Einsatz bei den sogenannten erweiterten Indikationen diskutiert. Hierzu zählen vor allem die Anwendung einer Larynxmaske bei einer geplanten OP-Dauer von > 2 h, bei laparoskopischen Operationen, bei Patienten mit einem Body-Mass-Index > 30 kg/m<sup>2</sup> und bei Operationen, die in Bauchlage durchgeführt werden. Hier müssen vor allem die erhöhten Atemwegsdrücke und eine mögliche Aspirationsgefahr in Betracht gezogen werden.

*Empfehlung: Nach der derzeitigen Evidenzlage kann eine Larynxmaske nach individueller Nutzen- / Risiko-Abwägung alternativ zum Endotrachealtubus bei den erweiterten Indikationen angewendet werden. In diesen Fällen sollte eine Larynxmaske der zweiten Generation verwendet und über das gastrale Lumen eine Magensonde vorgeschoben werden. Nach Platzierung soll eine Testung von Lage und Dichtigkeit erfolgen (siehe Kapitel „Techniken zur Sicherung der Atemwege“).*

Patienten mit Entzündungen, Tumoren oder Blutungen in den oberen Atemwegen, die eine suffiziente Platzierung einer EGA nicht ermöglichen
Mundöffnung < 2 cm
Erwartete Beatmungsdrücke oberhalb des individuellen Leckagedruckes
Notwendigkeit des regelmäßigen trachealen Zuganges
Ein-Lungen-Ventilation
Patienten mit symptomatischem gastroösophagealem Reflux, symptomatischer Hiatus- bzw. Zwerchfellhernie oder Ileus
Interferenz mit dem chirurgischen Eingriff

**Tabelle 4:** Einschränkungen zur Anwendung von EGA bei Patienten mit elektiven Eingriffen

### **Vorgehen bei schwierigem Atemweg**

Das grundsätzliche Vorgehen zur Sicherung der Atemwege orientiert sich an der Frage, ob ein erwartet schwieriger Atemweg vorliegt: Liegen keine Prädiktoren vor, die Schwierigkeiten bei der Maskenbeatmung, der Laryngoskopie und beim Platzieren des Endotrachealtubus erwarten lassen, so wird die Atemwegssicherung grundsätzlich nach Einleitung der Narkose bei ausreichender Anästhesietiefe erfolgen.

*Empfehlung: Für den schwierigen Atemweg soll ein der Klinik angepasster Algorithmus verfügbar sein, der allen beteiligten Personen bekannt ist und die Instrumente und Techniken beinhaltet, die vorgehalten sowie beherrscht werden.*

### **Vorgehen bei erwartet schwierigem Atemweg**

Ein erwartet schwieriger Atemweg kann auf allen Ebenen der Atemwegssicherung bestehen. Wichtig bei der Beurteilung des Atemwegs sind vor allem die beiden Techniken "Maskenbeatmung" und "endotracheale Intubation".

*Empfehlung: Bei erwartet schwierigem Atemweg soll primär ein regionalanästhesiologisches Verfahren erwogen werden.*

*Empfehlung: Ist ein regionalanästhesiologisches Verfahren nicht möglich, und eine Allgemeinanästhesie notwendig, soll bei Vorliegen von Prädiktoren oder anamnestischen Hinweisen für eine schwierige oder unmögliche Maskenbeatmung und / oder endotracheale Intubation die Atemwegssicherung unter Erhalt der Spontanatmung erfolgen.*

Obwohl mit zunehmender Anzahl von Prädiktoren die Wahrscheinlichkeit eines schwierigen Atemwegs ansteigt, kann dieses Vorgehen auch bei Vorliegen von nur einem Prädiktor notwendig sein: Typische Beispiele sind eine sehr kleine Mundöffnung oder ein stenosierender subglottischer Tumor.

Grundsätzlich können verschiedene Techniken bei erwartet schwierigem Atemweg zum Einsatz kommen:

*Empfehlung: Den höchsten Stellenwert besitzt der Einsatz eines flexiblen Intubationsendoskops. Zum Management des erwartet schwierigen Atemwegs soll dieses daher verfügbar und der betreuende Anästhesist im Umgang mit seiner Anwendung geübt sein.*

Es kann ein nasales oder orales Vorgehen in Abhängigkeit von den Patientengegebenheiten gewählt werden.

*Empfehlung: Die Spontanatmung soll solange erhalten bleiben, bis der Endotrachealtubus sicher in der Trachea platziert ist. Beim wachen Patienten soll eine topische Anästhesie der Atemwege erfolgen. Eine medikamentöse Sedierung soll so niedrig dosiert wie möglich durchgeführt werden, um eine Apnoe und / oder Atemwegsverlegung zu verhindern.*

Diese Technik der wachen endoskopischen Intubation ist mit einer sehr hohen Erfolgsrate verbunden (63,64).

Weitere beschriebene Techniken nach ausreichender Lokalanästhesie oder topischer Schleimhautanästhesie sind die Tracheotomie (65), die Etablierung eines translaryngealen / transtrachealen Zugangs, die Anwendung der Videolaryngoskopie (66,67) und die Platzierung einer EGA (68,69) am wachen, spontan atmenden Patienten.

Der Algorithmus „Vorgehen bei erwartet schwierigem Atemweg“ im Anhang stellt diese Empfehlungen graphisch dar.

### **Vorgehen bei unerwartet schwierigem Atemweg**

#### Maskenbeatmung

Die Maskenbeatmung als erste Ebene der Atemwegssicherung stellt die Basismaßnahme zur Beatmung des Patienten dar und ist eine wichtige Rückfalloption bei unerwartet schwierigem Atemweg. So dient sie zur Oxygenierung des Patienten, während beispielsweise weiteres Material oder Hilfe herbeigeht werden muss.

*Empfehlung: Im Falle einer schwierigen Maskenbeatmung beim suffizient anästhesierten Patienten sollen Maßnahmen durchgeführt werden, um den Zungengrund anzuheben und damit den oberen Atemweg zu öffnen.*

Zu den einfachen Maßnahmen zählen der Einsatz von naso-pharyngealen (z.B. Wendl-Tubus) und / oder oro-pharyngealen (z.B. Guedel-Tubus) Tuben in adäquater Größe.

*Empfehlung: Bei fehlenden Kontraindikation soll der Kopf rekliniert sowie ein Esmarch-Manöver durchgeführt werden. Die Beatmungsmaske in passender Größe soll dazu mit beiden Händen gehalten werden, um eine bestmögliche Abdichtung zu erreichen.*

Die Ventilation erfolgt durch einen 2. Helfer oder durch einen adäquat eingestellten Ventilator mittels druckkontrollierter Beatmung.

*Empfehlung: Falls noch keine neuromuskuläre Blockade erfolgt ist, sollte diese mit einem schnell anschlagenden Muskelrelaxans (Succinylcholin, Rocuronium) in adäquater Dosierung erwogen werden (27,29).*

#### Direkte Laryngoskopie

Ist bei direkter Laryngoskopie keine ausreichende Sicht auf die Glottis möglich, können einfache Handgriffe die Sicht verbessern. Als Larynx-Manipulationsmanöver sind OELM (optimal external laryngeal manipulation) bzw. BURP (backward upward rightward pressure) beschrieben (70,71). Bestehen

keine Kontraindikationen, kann eine optimierte Positionierung des Kopfes durch Anheben und/oder Reklination hilfreich sein (72,73).

*Empfehlung: Bei eingeschränkter Sicht auf die Glottis trotz entsprechender Manipulationsmanöver kann die Verwendung von speziellen Tubuseinführhilfen mit weicher, atraumatischer Spitze erwogen werden (74,75). Die Technik des aus dem Endotrachealtubus vorstehenden, starren Führungsstabes soll nicht durchgeführt werden.*

*Empfehlung: Die Anzahl der Intubationsversuche mit direkter Laryngoskopie soll auf maximal zwei limitiert werden.*

Das Risiko von schwerwiegenden, lebensbedrohlichen Komplikationen wie schwere Hypoxie, Regurgitation, Aspiration, Hypotension, Bradykardie und Herz-Kreislauf-Stillstand steigt mit jedem weiteren erfolglosen Intubationsversuch (76-79).

*Empfehlung: Bei unerwartet schwierigem Atemweg soll nach einem erfolglosen Intubationsversuch ein weiterer Versuch mit direkter Laryngoskopie nur dann unternommen werden, wenn Maßnahmen zur Optimierung der Intubationsbedingungen getroffen wurden.*

Zu diesen Maßnahmen zählen u.a. eine verbesserte Lagerung des (Kopfes des) Patienten, Absaugen von Sekret zur Verbesserung der Sicht sowie Verwendung von Tubuseinführhilfen und alternativen Spateln. Dies gilt auch für Situationen, in denen eine Maskenbeatmung möglich ist. Durch wiederholte Manipulation kann es zu Schwellungen kommen, so dass auch eine primär mögliche Maskenbeatmung sekundär insuffizient wird.

### Indirekte Laryngoskopie

Bei der indirekten Laryngoskopie stellt die Videolaryngoskopie heutzutage die wichtigste Technik für das Management des unerwartet schwierigen Atemwegs dar, da nach einem primär erfolglosen direkten Intubationsversuch hierdurch häufig eine korrekte Tubusplatzierung möglich ist (80).

Beim anästhesierten Patienten mit unerwartet schwierigem Atemweg ist eine starre oder flexible endoskopische Intubation ebenfalls möglich. Im

Vergleich zum Vorgehen bei erwartet schwierigem Atemweg ist der Einsatz der flexiblen Intubationsendoskope jedoch häufig schwieriger und zeitaufwändig (81).

### Extraglottische Atemwegshilfen

Extraglottische Atemwegshilfen haben beim Management des unerwartet schwierigen Atemwegs eine zentrale Bedeutung, da eine erfolgreiche Positionierung auch bei schwieriger Maskenbeatmung und / oder frustraner Laryngoskopie möglich sein kann. Ist nach der erfolgreichen Einlage einer EGA eine Intubation zwingend erforderlich, so kann diese je nach verwendeter EGA blind oder mit Hilfe eines flexiblen Intubationsendoskops erfolgen.

### Rückkehr zur Spontanatmung

*Empfehlung: Bleibt die Sicherung der Atemwege bei suffizienter Oxygenierung (z.B. Maskenbeatmung möglich) frustran, soll geprüft werden, ob eine Rückkehr zur Spontanatmung möglich ist. Je nach verwendeten Medikamenten zur Einleitung der Allgemeinanästhesie soll auch eine Antagonisierung bzw. Reversierung erwogen werden.*

*Empfehlung: Im Rahmen einer „cannot intubate, cannot ventilate“ – Situation soll diese Option ebenfalls geprüft werden.*

Allerdings stellt dieses Vorgehen bei unmöglicher Oxygenierung je nach verwendeten Medikamenten zur Einleitung der Allgemeinanästhesie auch bei sofortiger Reversierung der neuromuskulären Blockade (Sugammadex nach Rocuronium) keine verlässliche Option dar, da der tatsächliche Zeitpunkt der Rückkehr der Spontanatmung nicht vorhersagbar ist (82,83).

### Translaryngealer / transtrachealer Zugang

*Empfehlung: Scheitert die Atemwegssicherung auf den ersten drei Ebenen, so soll bei drohender Asphyxie eine Oxygenierung über einen translaryngealen oder transtrachealen Zugang erfolgen.*

Keinesfalls darf die Invasivität dieser Maßnahme oder deren (im Einzelfall unsicherer) Erfolg dahingehend interpretiert werden, aus vermeintlichen Sicherheitsaspekten eine indizierte Koniotomie zu unterlassen, da dies noch fatalere Konsequenzen (hypoxischer Hirnschaden oder Tod) nach sich zieht.

#### Algorithmus für den unerwartet schwierigen Atemweg

Im Anhang befindet sich der Algorithmus „Vorgehen bei unerwartet schwierigem Atemweg“. Unter Beachtung der oben genannten Empfehlungen wird der Ablauf graphisch dargestellt.

Der Algorithmus beginnt mit der Situation „Fehlgeschlagene Sicherung der Atemwege“. Hierdurch ist ein sofortiger Einstieg in den Algorithmus ohne lange Orientierungsphase möglich. Es folgt die wichtige Gabelung „Maskenbeatmung“. Ist eine suffiziente Oxygenierung mit Maskenbeatmung möglich, besteht keine akute Gefährdung des Patienten. Bei erfolgloser Intubation oder frustraner Platzierung einer EGA können weitere, erfolgversprechende Techniken und Instrumente zur Atemwegssicherung eingesetzt werden.

*Empfehlung: Bei suffizienter Maskenbeatmung soll die Alternative verwendet werden, die in der entsprechenden Situation die größten Erfolgsaussichten hat, verfügbar ist und die der Anwender beherrscht. Scheitert auch diese, können bei suffizienter Maskenbeatmung weitere Versuche der Atemwegssicherung durchgeführt werden. Allerdings soll jeder weitere Versuch sorgfältig geplant sein: Bei fehlender Erfolgsaussicht oder Gefahr der Atemwegsverlegung soll dieser unterbleiben und eine Rückkehr zur Spontanatmung angestrebt werden. Nach Spontanisierung und / oder Erwachen des Patienten kann dann ein alternatives Verfahren analog zum Vorgehen bei erwartet schwierigem Atemweg gewählt werden.*

Scheitert die Maskenbeatmung als Rückfalloption nach einem ersten Intubationsversuch oder wird sie im Verlauf insuffizient, so liegt eine „cannot intubate, cannot ventilate“ – Situation vor. Hier besteht eine akute Hypoxiegefahr für den Patienten.

*Empfehlung: In der „cannot intubate, cannot ventilate“ – Situation soll sofort Hilfe geholt werden. Aufgrund der fehlenden Oxygenierung sollen nur wenige Versuche der Atemwegssicherung durchgeführt werden. Zur*

*Oxygenierung soll eine EGA platziert werden. Ist dies primär bereits gescheitert, sollte eine andere Größe oder eine alternative EGA verwendet werden. Scheitert auch dies, soll eine direkte oder indirekte Laryngoskopie erfolgen. Einen wichtigen Stellenwert hat hierbei die Videolaryngoskopie. Bei fortbestehender Erfolglosigkeit ist zu überdenken, ob eine Rückkehr zur Spontanatmung möglich ist. Ist dies der Fall, so soll man den Patienten spontanisieren bzw. aufwachen lassen. Ist dies nicht möglich, soll mit einer weiteren Alternative ein Versuch der Atemwegssicherung durchgeführt werden. Hier soll das Instrument / Hilfsmittel gewählt werden, welches in der entsprechenden Situation die besten Erfolgsaussichten hat, unmittelbar verfügbar ist und vom Anwender beherrscht wird. Parallel soll bereits ein translaryngeales oder transtracheales Verfahren vorbereitet werden. Scheitert auch dieser Versuch, soll bei fallender bzw. unzureichender Sauerstoffsättigung das translaryngeale oder transtracheale Verfahren eingesetzt werden. Nur bei guter Oxygenierung kann erneut über das Aufwachen des Patienten nachgedacht werden und ggf. ein weiterer Versuch zur Atemwegssicherung erfolgen.*

Obwohl mit Hilfe dieses Algorithmus die Mehrzahl von unerwartet schwierigen Atemwegssituationen bewältigt werden können, ist er nicht uneingeschränkt auf jede erdenkliche Situation übertragbar.

*Empfehlung: Eine Beurteilung der Atemwege (Warum scheitert die Sicherung der Atemwege?) sowie eine Kontrolle der Vitalparameter soll bei jedem Schritt des Algorithmus erfolgen und dieser Schritt bei Aussichtslosigkeit oder drohender Asphyxie übersprungen werden.*

Jeder erfolgreiche Versuch der Atemwegssicherung endet mit der Kontrolle der Ventilation bzw. Spontanatmung. Trotzdem kann es möglich sein, dass weitere Maßnahmen notwendig sind: Wird beispielsweise mithilfe einer EGA die akut bedrohliche Situation beherrscht, kann dennoch die anschließende Platzierung eines Endotrachealtubus aus verschiedenen Gründen erforderlich sein.

### **Sicherung der Atemwege bei Patienten mit Aspirationsrisiko**

*Empfehlung: Bei Patienten mit hohem Aspirationsrisiko soll die Einleitung der Allgemeinanästhesie primär ohne Maskenbeatmung erfolgen. Sind*



*Prädiktoren für einen schwierigen Atemweg vorhanden, sollte die Indikation zur Intubation unter erhaltener Spontanatmung großzügig gestellt werden.*

*Empfehlung: Bei der sogenannten „rapid sequence induction“ (RSI, synonym: Ileus-Einleitung, Crush-Intubation, Blitzeinleitung) soll nach Einleitung der Allgemeinanästhesie und suffizienter neuromuskulärer Blockade ohne Zwischenbeatmung die endotracheale Intubation erfolgen. Bei akut hypoxiegefährdeten Patienten kann eine druckbegrenzte Zwischenbeatmung oder eine maschinelle druckkontrollierte Beatmung die Oxygenierung sicherstellen (84).*

Die Datenlage zur Anwendung des Krikoiddrucks zur Verhinderung einer möglichen Regurgitation von Mageninhalt bei aspirationsgefährdeten Patienten ist nicht eindeutig. So zeigen Publikationen, dass der Krikoiddruck häufig technisch inkorrekt durchgeführt wird (85), ein zuverlässiger Verschluss des Ösophagus durch den Krikoiddruck nicht regelhaft erreicht werden kann (86,87) und der Muskeltonus des unteren Ösophagus sphinkters durch das Manöver herabgesetzt werden kann (88). Zudem kann die Anwendung des Krikoiddrucks eine Maskenbeatmung und direkte sowie indirekte Laryngoskopie erschweren (89). Andererseits ist die Kompression des Ösophagus möglich (90), so dass eine gewisse Barriere bei einer Regurgitation besteht (91).

*Empfehlung: In Abwägung von potentielltem Nutzen und Risiko kann auf die routinemäßige Anwendung des Krikoiddrucks verzichtet werden. In Einzelfällen, speziell unter Sichtkontrolle, kann der Krikoiddruck hilfreich sein, um eine Regurgitation zu verringern oder zu verhindern. Bei schwieriger Maskenbeatmung oder schwieriger Laryngoskopie soll der Krikoiddruck gelockert oder aufgehoben werden.*

## **Mindestausstattung des anästhesiologischen Arbeitsplatzes**

*Empfehlung: Grundsätzlich sollen an jedem anästhesiologischen Arbeitsplatz Material und Instrumente kurzfristig verfügbar sein, die eine Atemwegssicherung auf jeder der vier Ebenen im Rahmen von elektiven Eingriffen, aber auch bei Notfällen erlauben (Tabelle 5).*

<b>Ebene</b>	<b>Material und Instrumente</b>
Versorgung von Patienten mit erwartet schwierigem Atemweg	Flexibles Intubationsendoskop
Ebene 1	Gesichtsmasken, Guedel- und Wendl-Tuben in verschiedenen Größen
Ebene 2	Extraglottische Atemwegshilfe in verschiedenen Größen
Ebene 3	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Direktes Laryngoskop mit Spateln unterschiedlicher Größe</li> <li>2. Alternatives Instrument zum konventionellen Macintosh-Laryngoskop (z.B. Videolaryngoskop)</li> <li>3. Tubuseinführhilfe</li> </ol>
Ebene 4	Material für den translaryngealen / transtrachealen Zugang
Zubehör	Technisch-apparative Ausstattung nach Empfehlung der DGAI

**Tabelle 5:** Mindestausstattung für den anästhesiologischen Arbeitsplatz

## **Dokumentation und Aufklärung**

*Empfehlung: Die Dokumentation jeder Atemwegssicherung soll erfolgen und detaillierte Auskunft über aufgetretene Schwierigkeiten geben.*

Die zur Maskenbeatmung, Atemwegssicherung und Intubation verwendeten Hilfsmittel, Instrumente, ggf. die beste erreichte Sicht auf die Glottis, sowie die Anzahl der Versuche bis zur definitiven Sicherung der Atemwege sollen aus der Dokumentation hervorgehen.

*Empfehlung: Die Klassifikation nach Cormack & Lehane soll auch für die Videolaryngoskopie verwendet werden.*

Die Aufzeichnung soll so erfolgen, dass zu einem späteren Zeitpunkt nachvollziehbar ist, mit welchem Instrument welcher Laryngoskopiebefund möglich war (92). Ebenso soll dokumentiert werden, ob für den erhobenen

Befund eine externe Manipulation (OELM oder BURP) durchgeführt wurde und ob für die erfolgreiche Intubation ein Führungsstab oder anderes Hilfsmittel notwendig war.

*Empfehlung: Für eine spätere Betrachtung sollte Tubusgröße, Cuffdruck, Intubationstiefe, Platzierung einer Rachentamponade und besondere Kopflagerungen dokumentiert werden.*

*Empfehlung: Nach einer erschwerten Atemwegssicherung sollen die Umstände und die zur Lösung des Problems verwendeten Verfahren im Narkoseprotokoll sorgfältig dokumentiert werden. Zudem soll in diesem Fall immer eine Patienteninformation in allgemein verständlicher Form erfolgen. Dabei sollen Zeitpunkt, Klinik sowie Art und Lösung der Probleme in schriftlicher Form mitgeteilt werden. Dafür soll der von der DGAI herausgegebene Anästhesieausweis vorgehalten und dem Patienten mit den entsprechenden Informationen ausgehändigt werden.*

## Maßnahmen nach der Atemwegssicherung

*Empfehlung: Nach erfolgter Atemwegssicherung soll die korrekte Lage des Endotrachealtubus bzw. der EGA verifiziert werden.*

Sichere Verfahren bei Verwendung eines Endotrachealtubus sind die expiratorische CO<sub>2</sub>-Messung mittels Kapnographie und die Intubation unter (direkter bzw. indirekter) Sicht.

*Empfehlung: Zum Ausschluss einer zu tiefen Tubuslage soll die Auskultation des Thorax erfolgen.*

Nach adäquat tiefem Vorschieben einer EGA sind eine typische Kapnographie- sowie Flow-Kurve, hohe Dichtigkeit während der Beatmung und beidseitiges Atemgeräusch Zeichen einer korrekten Lage. Zur Positionskontrolle von EGA mit gastralem Drainagekanal sind verschiedene Tests beschrieben (siehe Kapitel Techniken zur Sicherung der Atemwege).

*Empfehlung: Sowohl nach Platzierung eines Endotrachealtubus als auch einer EGA soll der Cuffdruck überprüft und ggf. angepasst werden.*

Für die Applikation von Kortikosteroiden nach schwieriger Atemwegssicherung oder prolongierten Manipulationen im Bereich des Larynx zur Prävention eines Larynxödems gibt es keine klare Studienlage. Die Gabe einer Einmaldosis eine Stunde vor geplanter Extubation ist ineffektiv (93,94). Im Gegensatz hierzu senken mehrere Einzeldosen beginnend 12 bis 24 Stunden vor Extubation die Inzidenz eines Postextubationsstridor (95,96).

## Extubation nach schwieriger Atemwegssicherung

Die Extubation kann vor allem nach schwieriger Atemwegssicherung ebenso kritisch wie die Intubation sein. Ungefähr ein Drittel der im Rahmen des Atemwegsmanagements beobachteten schwerwiegenden Zwischenfälle treten direkt nach Extubation bzw. in der anschließenden Aufwachraumphase auf (97). Häufige Ursachen für Atemwegsprobleme nach Extubation zeigt Tabelle 6.

Ödem- oder Sekretbildung durch - Manipulation an den Atemwegen z.B. im Rahmen einer schwierigen Atemwegssicherung - Operationen und Prozeduren im Kopf- / Halsbereich
Bronchospasmus
Respiratorische Insuffizienz
Überhang von Narkotika und / oder Muskelrelaxantien
Blutungen im Bereich der Atemwege bzw. des umliegenden Gewebes
Emphysembildung aufgrund von (Spannungs-) Pneumothorax oder Perforationen im Bereich von Trachea oder Ösophagus

**Tabelle 6:** Häufige Ursachen für Atemwegsprobleme nach Extubation

### Empfehlungen für die Extubation

*Empfehlung: Vor der Extubation sollen Prädiktoren für eine schwierige Re-Intubation erkannt werden. Bei möglichen Problemen sollte für die geplante schwierige Extubation eine klare Strategie verfolgt werden.*

In Abhängigkeit vom Patienten und der durchgeführten Prozedur kann die Evaluation des supraglottischen Bereichs vor Extubation am schlafenden Patienten sinnvoll sein. Dies kann mit Hilfe der Videolaryngoskopie erfolgen.

*Empfehlung: Zur Erkennung eines Larynxödems kann der Nebenlufttest durchgeführt werden.*

Hierzu wird der Cuff entblockt und bei den ersten sechs Atemzügen die Differenz aus in- und expiratorischem Tidalvolumen bestimmt. Bei einem

(mittleren) Nebenluftvolumen von mehr als 110 ml pro Atemzug besteht ein geringes Risiko für ein klinisch relevantes Larynxödem (98).

Die fachliche Kompetenz eines Hals-Nasen-Ohren- oder Mund-Kiefer-Gesichts-Chirurgen kann unmittelbar erforderlich sein. Ggf. ist eine „Koniotomie- / Tracheotomiebereitschaft“ notwendig.

*Empfehlung: In besonderen Situationen kann ein Atemwegskatheter (z.B. spezieller Extubationskatheter) vor Extubation endotracheal platziert werden, über den eine Sauerstoffinsufflation bzw. (Jet-) Ventilation möglich ist und der als Leitschiene für eine notwendige Re-Intubation dienen kann.*

Bei Patienten mit erwarteten Schwierigkeiten während der Extubation aufgrund eines hyperreagiblen Tracheobronchialsystems kann in besonderen Situationen zur assistierten Ventilation und zur Vermeidung eines Hustenreizes der Endotrachealtubus frühzeitig entfernt und eine EGA platziert werden.

*Empfehlung: Die Überwachung des extubierten Patienten soll durch qualifiziertes Personal erfolgen. Neu auftretende Symptome, die auf die Entstehung einer Atemwegskomplikation hinweisen, wie z.B. Heiserkeit, (zunehmende) Schwellung, Schluckbeschwerden, Thoraxschmerzen und Emphysembildung sollen frühzeitig erkannt werden.*

Im Anhang befindet sich der Algorithmus „Vorgehen bei geplanter Extubation“.

## Ausbildung und Training

*Empfehlung: Für die erfolgreiche Sicherung des unerwartet und erwartet schwierigen Atemwegs sollen eine fundierte Ausbildung und regelmäßiges Training erfolgen.*

Bei Problemen der Atemwegssicherung sind nur die Instrumente und Techniken erfolgsversprechend, die auch bei elektiven Patienten regelmäßig eingesetzt und somit beherrscht werden.

*Empfehlung: Für die translaryngealen / transtrachealen Techniken sollte ein regelmäßiges Training an Atemwegstrainern erfolgen.*

Zudem kann durch die regelmäßige Anwendung der translaryngealen Anästhesie im Rahmen von flexiblen endoskopischen Intubationen unter Spontanatmung die Identifizierung und die Punction des Ligamentum cricothyroideum erlernt werden.

*Empfehlung: Das Erlernen der einzelnen Techniken sollte grundsätzlich in vier Schritten erfolgen:*

- 1. Erwerben der theoretischen Kenntnisse*
- 2. Übung der Techniken und Fertigkeiten an Atemwegsphantomen und Atemwegssimulatoren*
- 3. Einsatz der Techniken unter Aufsicht bei Patienten mit einem unauffälligen Atemweg. Dies soll solange erfolgen, bis eine sichere Handhabung auch in Notfallsituationen gewährleistet ist.*
- 4. Einsatz der Techniken unter Aufsicht bei Patienten mit schwierigem Atemweg und regelmäßiger Einsatz in der klinischen Routine*

**Kernbotschaften:**

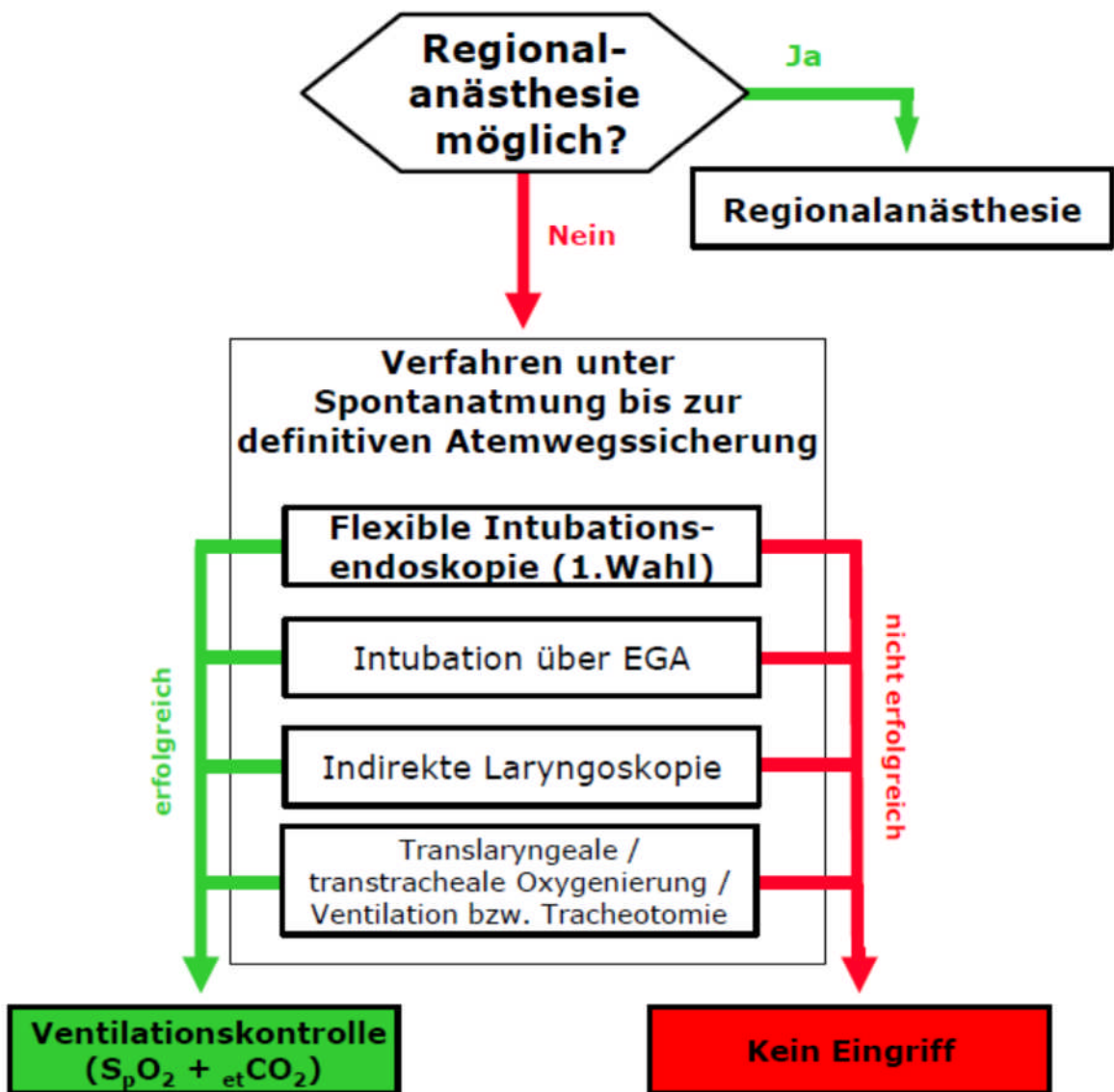
1. *Zur präoperativen Evaluation des Atemwegs soll eine Anamnese erhoben und eine klinische Untersuchung durchgeführt werden.*
2. *Folgende Mindestanforderungen zur Sicherung der Atemwege gelten für jeden anästhesiologischen Arbeitsplatz: Möglichkeit der Maskenbeatmung, Vorhaltung von EGA, Hilfsmittel zur direkten Laryngoskopie, Alternative zum Macintosh-Spatel (z.B. Videolaryngoskop) und Instrumentarium zur translaryngealen / transtrachealen Oxygenierung / Ventilation.*
3. *Bei Vorliegen von Prädiktoren oder anamnestischen Hinweisen für eine schwierige oder unmögliche Maskenbeatmung und / oder endotracheale Intubation soll die Intubation beim wachen, spontan atmenden Patienten mit Hilfe von flexiblen Intubationsendoskopen erfolgen.*
4. *Für den Einsatz von EGA im Rahmen der erweiterten Indikationen sollten Larynxmasken der zweiten Generation verwendet werden.*
5. *Nach Platzierung von EGA und suffizienter Ventilation soll der Cuffdruck überprüft und ggf. angepasst werden. Im Allgemeinen sollte ein Druck von 60 cmH<sub>2</sub>O nicht überschritten werden.*
6. *Bei unerwartet schwierigem Atemweg soll die Anzahl der primären direkten Laryngoskopieversuche auf zwei begrenzt bleiben.*
7. *Die Videolaryngoskopie hat einen wichtigen Stellenwert beim Management des unerwartet schwierigen Atemwegs.*
8. *Bei gescheiterter Intubation und frustriertem Oxygenierungsversuch mit anderen Hilfsmitteln soll bei fallender bzw. unzureichender Sauerstoffsättigung umgehend ein translaryngealer oder transtrachealer Zugang etabliert werden.*
9. *Für eine geplante schwierige Extubation soll eine klare Strategie bestehen.*
10. *Für das erfolgreiche Management des unerwartet und erwartet schwierigen Atemwegs sollen eine fundierte Ausbildung und regelmäßiges Training erfolgen sowie ein an die jeweilige Klinik adaptierter Algorithmus verfügbar sein.*



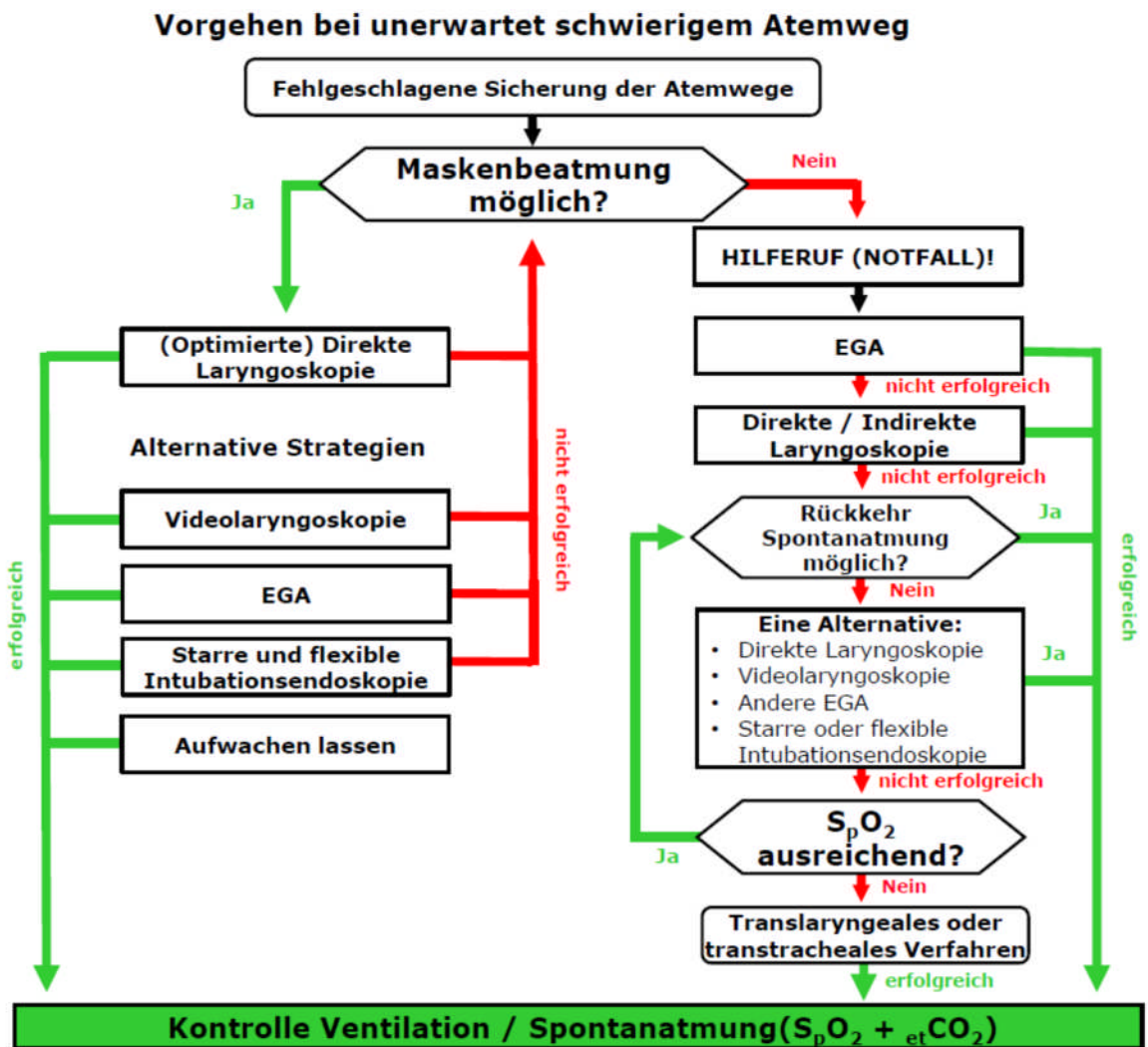
**Anhang**

Algorithmus „Vorgehen bei erwartet schwierigem Atemweg“

**Vorgehen bei erwartet schwierigem Atemweg**

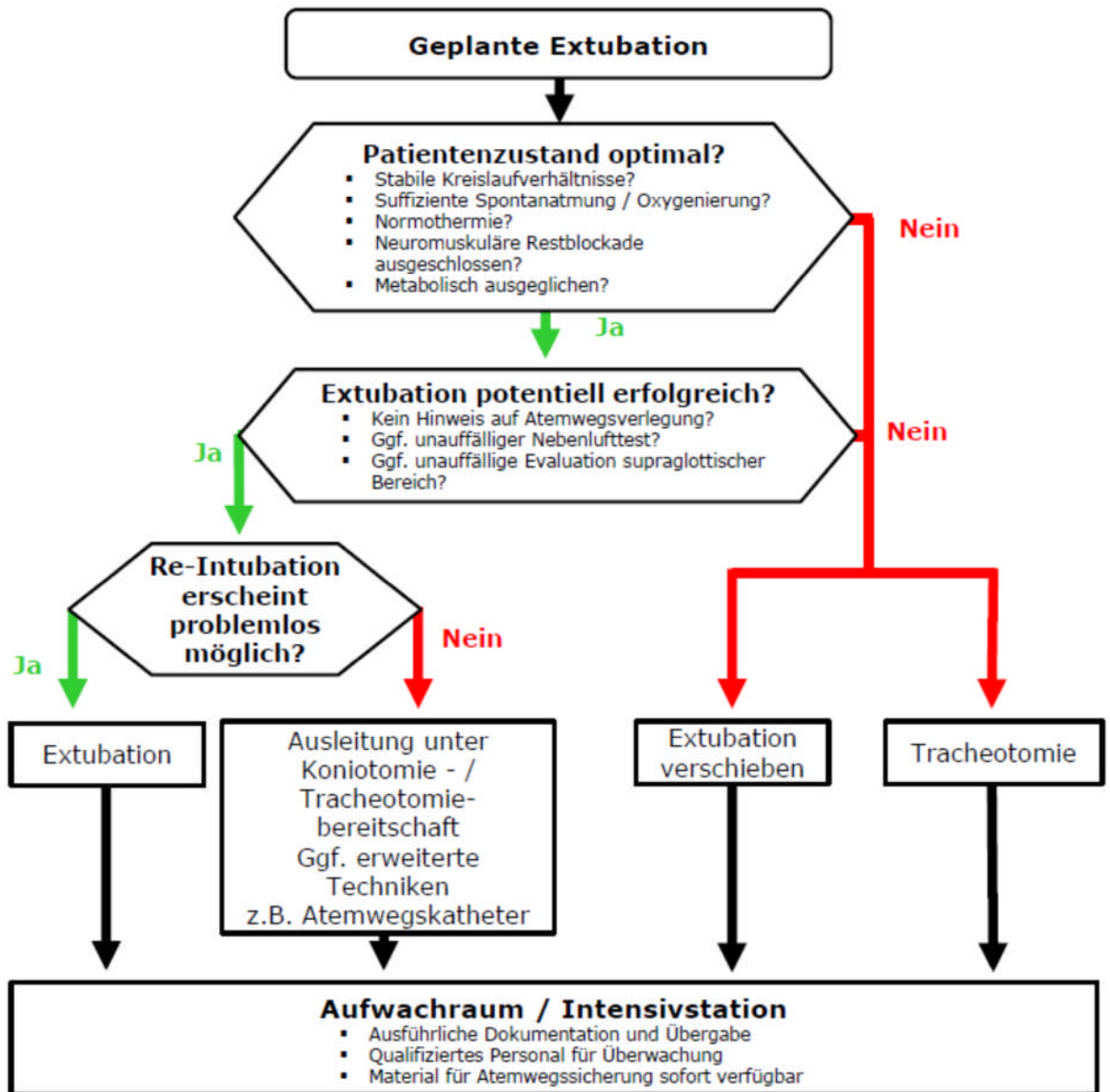


Algorithmus „Vorgehen bei unerwartet schwierigem Atemweg“



Algorithmus „Vorgehen bei geplanter Extubation“

**Vorgehen bei geplanter Extubation**



## Literatur

1. Braun U, Goldmann K, Hempel V, Krier C. Airway Management. Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie. *Anaesth Intensivmed* 2004;45:302-6.
2. Timmermann A, Byhahn C, Wenzel V, Eich C, Piepho T, Bernhard M, Döriges V. Handlungsempfehlung für das präklinische Atemwegsmanagement. *Anaesth Intensivmed* 2012;53:294-308.
3. Böttiger B, Bernhard M, Lier H, Fischer M, Schüttler J. Trauma-Update: S3-Leitlinie Polytrauma. Was muss der Anästhesist wissen? *Anaesth Intensivmed* 2011;52:S649-56.
4. 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. *Anaesth Intensivmed* 2011:S54-63.
5. Cormack RS, Lehane J. Difficult tracheal intubation in obstetrics. *Anaesthesia* 1984;39:1105-11.
6. Kheterpal S, Han R, Tremper KK, Shanks A, Tait AR, O'Reilly M, Ludwig TA. Incidence and predictors of difficult and impossible mask ventilation. *Anesthesiology* 2006;105:885-91.
7. Langeron O, Masso E, Huraux C, Guggiari M, Bianchi A, Coriat P, Riou B. Prediction of difficult mask ventilation. *Anesthesiology* 2000;92:1229-36.
8. Kheterpal S, Healy D, Aziz MF, Shanks AM, Freundlich RE, Linton F, Martin LD, Linton J, Epps JL, Fernandez-Bustamante A, Jameson LC, Tremper T, Tremper KK; Multicenter Perioperative Outcomes Group (MPOG) Perioperative Clinical Research Committee. Incidence, predictors, and outcome of difficult mask ventilation combined with difficult laryngoscopy: a report from the multicenter perioperative outcomes group. *Anesthesiology* 2013;119:1360-9.
9. Lavery GG, McCloskey BV. The difficult airway in adult critical care. *Crit Care Med* 2008;36:2163-73.
10. Adnet F, Racine SX, Borron SW, Clemessy JL, Fournier JL, Lapostolle F, Cupa M. A survey of tracheal intubation difficulty in the operating room: a prospective observational study. *Acta Anaesthesiol Scand* 2001;45:327-32.
11. Samsoon GL, Young JR. Difficult tracheal intubation: a retrospective study. *Anaesthesia* 1987;42:487-90.
12. Krobbuaban B, Diregpoke S, Kumkeaw S, Tanomsat M. The predictive value of the height ratio and thyromental distance: four predictive tests for difficult laryngoscopy. *Anesth Analg* 2005;101:1542-5.
13. Khan ZH, Kashfi A, Ebrahimkhani E. A comparison of the upper lip bite test (a simple new technique) with modified Mallampati classification in predicting difficulty in endotracheal intubation: a prospective blinded study. *Anesth Analg* 2003;96:595-9.
14. Reissell E, Orko R, Maunuksela EL, Lindgren L. Predictability of difficult laryngoscopy in patients with long-term diabetes mellitus. *Anaesthesia* 1990;45:1024-7.

15. Vani V, Kamath SK, Naik LD. The palm print as a sensitive predictor of difficult laryngoscopy in diabetics: a comparison with other airway evaluation indices. *J Postgrad Med* 2000;46:75-9.
16. Wilson ME, Spiegelhalter D, Robertson JA, Lesser P. Predicting difficult intubation. *Br J Anaesth* 1988;61:211-6.
17. Shiga T, Wajima Z, Inoue T, Sakamoto A. Predicting difficult intubation in apparently normal patients: a meta-analysis of bedside screening test performance. *Anesthesiology* 2005;103:429-37.
18. Arné J, Descoins P, Fusciardi J, Ingrand P, Ferrier B, Boudigues D, Ariès J. Preoperative assessment for difficult intubation in general and ENT surgery: predictive value of a clinical multivariate risk index. *Br J Anaesth*. 1998;80:140-6.
19. Pandit JJ, Duncan T, Robbins PA. Total oxygen uptake with two maximal breathing techniques and the tidal volume breathing technique: a physiologic study of preoxygenation. *Anesthesiology* 2003;99:841-6.
20. Tanoubi I, Drolet P, Donati F. Optimizing preoxygenation in adults. *Can J Anaesth* 2009;56:449-66.
21. Mort TC. Preoxygenation in critically ill patients requiring emergency tracheal intubation. *Crit Care Med* 2005;33:2672-5.
22. Dixon BJ, Dixon JB, Carden JR, Burn AJ, Schachter LM, Playfair JM, Laurie CP, O'Brien PE. Preoxygenation is more effective in the 25 degrees head-up position than in the supine position in severely obese patients: a randomized controlled study. *Anesthesiology* 2005;102:1110-5.
23. Altermatt FR, Munoz HR, Delfino AE, Cortinez LI. Pre-oxygenation in the obese patient: effects of position on tolerance to apnoea. *Br J Anaesth* 2005;95:706-9.
24. Delay JM, Sebbane M, Jung B, Nocca D, Verzilli D, Pouzeratte Y, Kamel ME, Fabre JM, Eledjam JJ, Jaber S. The effectiveness of noninvasive positive pressure ventilation to enhance preoxygenation in morbidly obese patients: a randomized controlled study. *Anesth Analg* 2008;107:1707-13.
25. Baillard C, Fosse JP, Sebbane M, Chanques G, Vincent F, Courouble P, Cohen Y, Eledjam JJ, Adnet F, Jaber S. Noninvasive ventilation improves preoxygenation before intubation of hypoxic patients. *Am J Respir Crit Care Med* 2006;174:171-7.
26. Byhahn C, Dorges V, Graf BM. Maskenbeatmung vor Relaxation. Vom Dogma zur Individualität. *Anaesthesist* 2012;61:397-8.
27. Jacomet A, Schnider T. Obligate Maskenbeatmung vor Relaxation. Wo ist die Evidenz? *Anaesthesist* 2012;61:401-6.
28. Warters RD, Szabo TA, Spinale FG, DeSantis SM, Reves JG. The effect of neuromuscular blockade on mask ventilation. *Anaesthesia* 2011;66:163-7.
29. Ikeda A, Isono S, Sato Y, Yogo H, Sato J, Ishikawa T, Nishino T. Effects of muscle relaxants on mask ventilation in anesthetized persons with normal upper airway anatomy. *Anesthesiology* 2012;117:487-93.
30. Seet E, Yousaf F, Gupta S, Subramanyam R, Wong DT, Chung F. Use of manometry for laryngeal mask airway reduces postoperative

- pharyngolaryngeal adverse events: a prospective, randomized trial. *Anesthesiology* 2010;112:652-7.
31. Chantzara G, Stroumpoulis K, Alexandrou N, Kokkinos L, Iacovidou N, Xanthos T. Influence of LMA cuff pressure on the incidence of pharyngolaryngeal adverse effects and evaluation of the use of manometry during different ventilation modes: a randomized clinical trial. *Minerva Anesthesiol* 2014;80:547-55.
  32. Stix MS, O'Connor CJ, Jr. Depth of insertion of the ProSeal laryngeal mask airway. *Br J Anaesth* 2003;90:235-7.
  33. Mahajan R, Batra YK. Water bubble test to detect malposition of PLMA. *J Anesth* 2009;23:634-5.
  34. Cook TM, Silsby J, Simpson TP. Airway rescue in acute upper airway obstruction using a ProSeal Laryngeal mask airway and an Aintree catheter: a review of the ProSeal Laryngeal mask airway in the management of the difficult airway. *Anaesthesia* 2005;60:1129-36.
  35. Heard AM, Lacquiere DA, Riley RH. Manikin study of fiberoptic-guided intubation through the classic laryngeal mask airway with the Aintree intubating catheter vs the intubating laryngeal mask airway in the simulated difficult airway. *Anaesthesia* 2010;65:841-7.
  36. Blair EJ, Mihai R, Cook TM. Tracheal intubation via the Classic and Proseal laryngeal mask airways: a manikin study using the Aintree Intubating Catheter. *Anaesthesia* 2007;62:385-7.
  37. Piepho T, Fortmueller K, Heid FM, Schmidtmann I, Werner C, Noppens RR. Performance of the C-MAC video laryngoscope in patients after a limited glottic view using Macintosh laryngoscopy. *Anaesthesia* 2011;66:1101-5.
  38. Aziz MF, Healy D, Kheterpal S, Fu RF, Dillman D, Brambrink AM. Routine clinical practice effectiveness of the Glidescope in difficult airway management: an analysis of 2,004 Glidescope intubations, complications, and failures from two institutions. *Anesthesiology* 2011;114:34-41.
  39. Cavus E, Neumann T, Doerges V, Moeller T, Scharf E, Wagner K, Bein B, Serocki G. First clinical evaluation of the C-MAC D-Blade videolaryngoscope during routine and difficult intubation. *Anesth Analg* 2011;112:382-5.
  40. Noppens RR, Mobus S, Heid F, Schmidtmann I, Werner C, Piepho T. Evaluation of the McGrath Series 5 videolaryngoscope after failed direct laryngoscopy. *Anaesthesia* 2010;65:716-20.
  41. Cavus E, Bein B, Doerges V. Atemwegsmanagement – Videoassistierte Verfahren. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2011;46:588-96.
  42. Noppens RR, Werner C, Piepho T. Indirekte Laryngoskopie. Alternativen zur Atemwegssicherung. *Anaesthesist* 2010;59:149-61.
  43. Herbstreit F, Fassbender P, Haberl H, Kehren C, Peters J. Learning endotracheal intubation using a novel videolaryngoscope improves intubation skills of medical students. *Anesth Analg* 2011;113:586-90.
  44. Bein B, Yan M, Tonner PH, Scholz J, Steinfath M, Doerges V. Tracheal intubation using the Bonfils intubation fibrescope after failed direct laryngoscopy. *Anaesthesia* 2004;59:1207-9.

45. Halligan M, Charters P. A clinical evaluation of the Bonfils Intubation Fibrescope. *Anaesthesia* 2003;58:1087-91.
46. Falchetta S, Pecora L, Orsetti G, Gentili P, Rossi A, Gabbanelli V, Adrario E, Donati A, Pelaia P. The Bonfils fiberscope: a clinical evaluation of its learning curve and efficacy in difficult airway management. *Minerva Anestesiol* 2012;78:176-84.
47. Aneeshkumar MK, Jones TM, Birchall MA. A new indicator-guided percutaneous emergency cricothyrotomy device: in vivo study in man. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2009;266:105-9.
48. Eisenburger P, Laczika K, List M, Wilfing A, Losert H, Hofbauer R, Burgmann H, Bankl H, Pikula B, Benumof JL, Frass M. Comparison of conventional surgical versus Seldinger technique emergency cricothyrotomy performed by inexperienced clinicians. *Anesthesiology* 2000;92:687-90.
49. Johnson DR, Dunlap A, McFeeley P, Gaffney J, Busick B. Cricothyrotomy performed by prehospital personnel: a comparison of two techniques in a human cadaver model. *Am J Emerg Med* 1993;11:207-9.
50. Schober P, Hegemann MC, Schwarte LA, Loer SA, Noetges P. Emergency cricothyrotomy - a comparative study of different techniques in human cadavers. *Resuscitation* 2009;80:204-9.
51. Murphy C, Rooney SJ, Maharaj CH, Laffey JG, Harte BH. Comparison of three cuffed emergency percutaneous cricothyroidotomy devices to conventional surgical cricothyroidotomy in a porcine model. *Br J Anaesth* 2011;106:57-64.
52. Fikkers BG, van Vugt S, van der Hoeven JG, van den Hoogen FJ, Marres HA. Emergency cricothyrotomy: a randomised crossover trial comparing the wire-guided and catheter-over-needle techniques. *Anaesthesia* 2004;59:1008-11.
53. Keane MF, Brinsfield KH, Dyer KS, Roy S, White D. A laboratory comparison of emergency percutaneous and surgical cricothyrotomy by prehospital personnel. *Prehosp Emerg Care* 2004;8:424-6.
54. Mariappa V, Stachowski E, Balik M, Clark P, Nayyar V. Cricothyroidotomy: comparison of three different techniques on a porcine airway. *Anaesth Intensive Care* 2009;37:961-7.
55. Metterlein T, Frommer M, Ginzkey C, Becher J, Schuster F, Roewer N, Kranke P. A randomized trial comparing two cuffed emergency cricothyrotomy devices using a wire-guided and a catheter-over-needle technique. *J Emerg Med* 2011;41:326-32.
56. Bair AE, Panacek EA, Wisner DH, Bales R, Sakles JC. Cricothyrotomy: a 5-year experience at one institution. *J Emerg Med* 2003;24:151-6.
57. Dillon JK, Christensen B, Fairbanks T, Jurkovich G, Moe KS. The emergent surgical airway: cricothyrotomy vs. tracheotomy. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2013;42:204-8.
58. Frumin MJ, Epstein RM, Cohen G. Apneic oxygenation in man. *Anesthesiology* 1959;20:789-98.
59. Preussler NP, Schreiber T, Huter L, Gottschall R, Schubert H, Rek H, Karzai W, Schwarzkopf K. Percutaneous transtracheal ventilation: effects of a

- new oxygen flow modulator on oxygenation and ventilation in pigs compared with a hand triggered emergency jet injector. *Resuscitation* 2003;56:329-33.
60. Hamaekers AE, Borg PA, Enk D. Ventrain: an ejector ventilator for emergency use. *Br J Anaesth* 2012;108:1017-21.
  61. Hamaekers AE, Borg PA, Goetz T, Enk D. Ventilation through a small-bore catheter: optimizing expiratory ventilation assistance. *Br J Anaesth* 2011;106:403-9.
  62. Hamaekers AE, van der Beek T, Theunissen M, Enk D. Rescue Ventilation Through a Small-Bore Transtracheal Cannula in Severe Hypoxic Pigs Using Expiratory Ventilation Assistance. *Anesth Analg*. 2015 Jan 6. [Epub ahead of print]
  63. Ovassapian A, Dykes MH, Golmon ME. A training programme for fiberoptic nasotracheal intubation. Use of model and live patients. *Anaesthesia* 1983;38:795-8.
  64. Fuchs G, Schwarz G, Baumgartner A, Kaltenbock F, Voit-Augustin H, Planinz W. Fiberoptic intubation in 327 neurosurgical patients with lesions of the cervical spine. *J Neurosurg Anesthesiol* 1999;11:11-6.
  65. Thomson S. Tracheotomy under local anaesthesia. *Br Med J* 1905;2:922-3.
  66. Moore AR, Schrickler T, Court O. Awake videolaryngoscopy-assisted tracheal intubation of the morbidly obese. *Anaesthesia* 2012;67:232-5.
  67. Rosenstock CV, Thogersen B, Afshari A, Christensen AL, Eriksen C, Gatke MR. Awake fiberoptic or awake video laryngoscopic tracheal intubation in patients with anticipated difficult airway management: a randomized clinical trial. *Anesthesiology* 2012;116:1210-6.
  68. Lee MC, Absalom AR, Menon DK, Smith HL. Awake insertion of the laryngeal mask airway using topical lidocaine and intravenous remifentanyl. *Anaesthesia* 2006;61:32-5.
  69. Dhar P, Osborn I, Brimacombe J, Meenan M, Linton P. Blind orotracheal intubation with the intubating laryngeal mask versus fiberoptic guided orotracheal intubation with the Ovassapian airway. A pilot study of awake patients. *Anaesth Intensive Care* 2001;29:252-4.
  70. Benumof JL, Cooper SD. Quantitative improvement in laryngoscopic view by optimal external laryngeal manipulation. *J Clin Anesth* 1996;8:136-40.
  71. Takahata O, Kubota M, Mamiya K, Akama Y, Nozaka T, Matsumoto H, Ogawa H. The efficacy of the "BURP" maneuver during a difficult laryngoscopy. *Anesth Analg* 1997;84:419-21.
  72. Levitan RM, Mechem CC, Ochroch EA, Shofer FS, Hollander JE. Head-elevated laryngoscopy position: improving laryngeal exposure during laryngoscopy by increasing head elevation. *Ann Emerg Med* 2003;41:322-30.
  73. Schmitt HJ, Mang H. Head and neck elevation beyond the sniffing position improves laryngeal view in cases of difficult direct laryngoscopy. *J Clin Anesth* 2002;14:335-8.



74. Gataure PS, Vaughan RS, Latto IP. Simulated difficult intubation. Comparison of the gum elastic bougie and the stylet. *Anaesthesia* 1996;51:935-8.
75. Jabre P, Combes X, Leroux B, Aaron E, Auger H, Margenet A, Dhonneur G. Use of gum elastic bougie for prehospital difficult intubation. *Am J Emerg Med* 2005;23:552-5.
76. Rose WD, Anderson LD, Edmond SA. Analysis of intubations. Before and after establishment of a rapid sequence intubation protocol for air medical use. *Air Med J* 1994;13:475-8.
77. Mort TC. The incidence and risk factors for cardiac arrest during emergency tracheal intubation: a justification for incorporating the ASA Guidelines in the remote location. *J Clin Anesth* 2004;16:508-16.
78. Martin LD, Mhyre JM, Shanks AM, Tremper KK, Kheterpal S. 3,423 emergency tracheal intubations at a university hospital: airway outcomes and complications. *Anesthesiology* 2011;114:42-8.
79. Hasegawa K, Shigemitsu K, Hagiwara Y, Chiba T, Watase H, Brown CA 3rd, Brown DF; Japanese Emergency Medicine Research Alliance Investigators. Association between repeated intubation attempts and adverse events in emergency departments: an analysis of a multicenter prospective observational study. *Ann Emerg Med* 2012;60:749-54.
80. Paolini JB, Donati F, Drolet P. Review article: video-laryngoscopy: another tool for difficult intubation or a new paradigm in airway management? *Can J Anaesth* 2013;60:184-91.
81. Delaney KA, Hessler R. Emergency flexible fiberoptic nasotracheal intubation: a report of 60 cases. *Ann Emerg Med* 1988;17:919-26.
82. Ortiz-Gomez JR, Palacio-Abizanda FJ, Fornet-Ruiz I. Failure of sugammadex to reverse rocuronium-induced neuromuscular blockade: A case report. *Eur J Anaesthesiol* 2014;31:708-9.
83. Curtis R, Lomax S, Patel B. Use of sugammadex in a 'can't intubate, can't ventilate' situation. *Br J Anaesth* 2012;108:612-4.
84. Lawes EG, Campbell I, Mercer D. Inflation pressure, gastric insufflation and rapid sequence induction. *Br J Anaesth* 1987;59:315-8.
85. Clark RK, Trethewy CE. Assessment of cricoid pressure application by emergency department staff. *Emerg Med Australas* 2005;17:376-81.
86. Smith KJ, Dobranowski J, Yip G, Dauphin A, Choi PT. Cricoid pressure displaces the esophagus: an observational study using magnetic resonance imaging. *Anesthesiology* 2003;99:60-4.
87. Boet S, Duttchen K, Chan J, Chan AW, Morrish W, Ferland A, Hare GM, Hong AP. Cricoid pressure provides incomplete esophageal occlusion associated with lateral deviation: a magnetic resonance imaging study. *J Emerg Med* 2012;42:606-11.
88. Garrard A, Campbell AE, Turley A, Hall JE. The effect of mechanically-induced cricoid force on lower oesophageal sphincter pressure in anaesthetised patients. *Anaesthesia* 2004;59:435-9.
89. Hocking G, Roberts FL, Thew ME. Airway obstruction with cricoid pressure and lateral tilt. *Anaesthesia* 2001;56:825-8.

90. Zeidan AM, Salem MR, Mazoit JX, Abdullah MA, Ghattas T, Crystal GJ. The effectiveness of cricoid pressure for occluding the esophageal entrance in anesthetized and paralyzed patients: an experimental and observational glidescope study. *Anesth Analg* 2014;118:580-6.
91. Rice MJ, Mancuso AA, Gibbs C, Morey TE, Gravenstein N, Dettle LA. Cricoid pressure results in compression of the postcricoid hypopharynx: the esophageal position is irrelevant. *Anesth Analg* 2009;109:1546-52.
92. Cavus E, Doerges V. Glottic visualisation with videolaryngoscopy: Proposal for a modified, indexed Cormack-Lehane Score [E-letter]. *Br J Anaesth* (12 March 2014)
93. Gaussorgues P, Boyer F, Piperno D, Gerard M, Leger P, Robert D. Do corticosteroids prevent postextubation laryngeal edema? Prospective study of 276 adults. *Crit Care Med* 1988;16:649.
94. Ho LI, Harn HJ, Lien TC, Hu PY, Wang JH. Postextubation laryngeal edema in adults. Risk factor evaluation and prevention by hydrocortisone. *Intensive Care Med* 1996;22:933-6.
95. Lee CH, Peng MJ, Wu CL. Dexamethasone to prevent postextubation airway obstruction in adults: a prospective, randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Crit Care* 2007;11:R72.
96. Francois B, Bellissant E, Gissot V, Desachy A, Normand S, Boulain T, Brenet O, Preux PM, Vignon P; Association des Réanimateurs du Centre-Ouest (ARCO). 12-h pretreatment with methylprednisolone versus placebo for prevention of postextubation laryngeal oedema: a randomised double-blind trial. *Lancet* 2007;369:1083-9.
97. Cook TM, Woodall N, Frerk C; Fourth National Audit Project. Major complications of airway management in the UK: results of the Fourth National Audit Project of the Royal College of Anaesthetists and the Difficult Airway Society. Part 1: anaesthesia. *Br J Anaesth* 2011;106:617-31.
98. Miller RL, Cole RP. Association between reduced cuff leak volume and postextubation stridor. *Chest* 1996;110:1035-40.