

S1 Leitlinie Atemwegsmanagement 2023

T. Piepho, M. Kriege, C. Byhahn, E. Cavus, V. Döriges, H. Ilper, F. Kehl, T. Loop, K. Raymondos, S. Sujatta, A. Timmermann, B. Zwißler, R. Noppens

Letzte Überarbeitung: 21.08.2023

Gültigkeitsdauer: 5 Jahre

Die Interessenserklärungen wurden über das Portal Interessenerklärung Online der AWMF erhoben.

Bei thematischem Bezug zur Leitlinie wurden Vorträge für die Industrie als gering, Berater- und Gutachtertätigkeit/Drittmittelforschung als moderat und Eigentümerinteressen wie Patente sowie eine überwiegende Tätigkeit für die Industrie als hoch kategorisiert.

Kontakt:

Prof. Dr. med. Tim Piepho
Krankenhaus der Barmherzigen Brüder Trier
Nordallee 1
54292 Trier
t.piepho@bbtgruppe.de
Telefon: 0651-2082801

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.

Zur besseren Lesbarkeit wird das generische Maskulinum verwendet.

Verfahren zur Konsensusbildung

Bei dieser Leitlinie handelt es sich um einen Expertenkonsens (Leitlinie auf S1 Niveau). Sie wurde vom Präsidium der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin verabschiedet. Konsensuseinstufung und Empfehlungen wurden als Expertenkonsens der Leitliniengruppe beschlossen. Die Stärke der Empfehlung ergibt sich aus der verwendeten Formulierung (soll / sollte / kann) entsprechend der Abstufung in folgender Tabelle:

| Empfehlung | Empfehlung gegen eine Intervention | Beschreibung |
|-----------------------|---|-------------------|
| „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 vorliegende Leitlinie soll dazu beitragen, eine optimale Versorgung der anästhesiologisch und intensivmedizinisch 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 und daraus abgeleiteter Stärke der Empfehlungen einer Expertengruppe (entspricht Stufe „S1“ des Klassifikationsschemas der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e.V. – siehe www.awmf.org). Daher ist es auch nicht möglich einen GoR anzugeben.

Für die Sicherung der Atemwege in der Präklinik (1), Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung (2) sowie Kinderanästhesie (3) wird auf die bestehenden Handlungsempfehlungen bzw. Leitlinien verwiesen.

1. Definition, Prädiktoren und Inzidenz des schwierigen Atemwegs

Definition

Unter dem Begriff „schwieriger Atemweg“ werden Probleme zusammengefasst, die während der Atemwegssicherung auftreten können. Als fachliche Qualifikation zur Beurteilung des „schwierigen Atemwegs“ wird der Facharztstandard Anästhesiologie vorausgesetzt. Im Folgenden beziehen sich alle Empfehlungen auf den Facharztstandard und ausreichende Erfahrung in der routinemäßigen Anwendung der jeweiligen Technik.

Schwierigkeiten ergeben sich auf verschiedenen Ebenen: Die Oxygenierung mithilfe der Gesichtsmaske oder einer supraglottischen Atemwegshilfe (SGA, Definition siehe Kapitel „Techniken zur Sicherung der Atemwege“) wird als schwierig bzw. unmöglich definiert, wenn aufgrund eines oder mehrerer Probleme das Ausgangsniveau der Sauerstoffsättigung nicht erreicht werden kann.

Als schwierig wird das Platzieren einer SGA dann bezeichnet, wenn mehr als zwei Versuche zur korrekten Platzierung notwendig sind.

Eine unmögliche Laryngoskopie liegt vor, wenn die Glottis nicht visualisiert werden kann. Dies entspricht einem Laryngoskopiebefund gemäß Cormack & Lehane Grad III oder IV (4). Eine schwierige endotracheale Intubation liegt vor, wenn mehr als zwei Intubationsversuche notwendig sind.

Eine „cannot ventilate, cannot oxygenate“ – Situation liegt vor, wenn weder eine Ventilation noch eine Oxygenierung möglich ist.

Inzidenzen und Prädiktoren

Inzidenz des schwierigen Atemwegs

Die exakte Ermittlung von Komplikationen und der Inzidenz einer schwierigen Maskenbeatmung, Laryngoskopie oder Intubation ist bisher nicht eindeutig möglich, da einerseits die Definition des schwierigen Atemwegs in den verschiedenen Studien und andererseits auch die zugrunde liegende Situation (z.B. Elektiveinleitung im OP versus Notfallintubation auf einer Intensivstation) sehr unterschiedlich ist (5) . Für die Inzidenz der erschwerten Maskenbeatmung werden ca. 6%, für die unmögliche Maskenbeatmung ca. 0,04-0,15% (6-10)

angegeben, wovon 86-94% unerwartet waren (7, 11). Die Inzidenz der schwierigen direkten Laryngoskopie beträgt 1,5–8,0 %, die Inzidenz der schwierigen Intubation ist etwas niedriger (12, 13). Mit einer unerwarteten „cannot intubate, cannot oxygenate“-Situation ist mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,008 % (1:13.000) bis 0,004 % (1:25.000) zu rechnen (8, 10). Ebenfalls berücksichtigt werden müssen mögliche interindividuelle Unterschiede der praktischen Fertigkeiten der Untersucher. Auch hier beschreibt der Facharztstandard die individuelle Kompetenz nur unscharf. 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 mitberücksichtigt werden.

Prädiktoren der schwierigen Maskenbeatmung

Neben den bekannten, in **Tabelle 1** aufgeführten Faktoren soll auf die Anamnese des Patienten beachtet werden: War die Maskenbeatmung bereits einmal erschwert oder liegt ein Hinweis in Form eines Anästhesieprotokolls bzw. eines Anästhesie-Ausweises (DGAI) vor? Liegen anatomische Eigenschaften vor, die auf eine erschwerte Maskenbeatmung hinweisen können? Je zahlreicher diese vorhanden sind, desto wahrscheinlicher muss mit Problemen gerechnet werden.

Tabelle 1: Prädiktoren für eine schwierige oder unmögliche Maskenbeatmung in alphabetischer Reihenfolge

- Bestrahlung oder Tumor im Bereich der Halsregion
- Body-Mass-Index $>30 \text{ kg/m}^2$
- Desolater Zahnstatus, Zahnlosigkeit
- Deutlich* eingeschränkte Protrusion des Unterkiefers
- Makroglossie und andere pathologische Zungenveränderungen
- Mallampati Grad III oder IV
- Narben, Tumoren, Entzündungen, Verletzungen von Lippe und Gesicht
- Pathologische Veränderungen von Pharynx, Larynx und Trachea
- Schnarchanamnese bzw. obstruktive Schlaf-Apnoe
- Unzureichende Narkosetiefe
- Verringerter thyreomentaler Abstand ($<6-7 \text{ cm}$)
- Vollbartträger

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

Prädiktoren 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 somit 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 Trennung beider Vorgänge erfolgen, da hier die Inzidenz der schwierigen Laryngoskopie stets niedriger ist als die der schwierigen oder unmöglichen Intubation.

Ähnlich den anatomischen und physiologischen Parameter zur Einschätzung der Maskenbeatmung (**Tabelle 1**) sind diese auch für die Vorhersage der schwierigen Laryngoskopie und Intubation definiert (**Tabelle 2**). Obwohl mit zunehmender Anzahl von Prädiktoren die Wahrscheinlichkeit eines schwierigen Atemwegs ansteigt, kann dieser auch bei Vorliegen von nur einem Prädiktor bestehen: Typische Beispiele sind eine sehr kleine Mundöffnung oder ein stenosierender subglottischer Tumor.

Verschiedene Tests und Scores sind beschrieben, um eine schwierige Laryngoskopie/Intubation zu erfassen. Von besonderer Bedeutung ist die Größe der Mundöffnung, da die Laryngoskopie in aller Regel durch den Mund erfolgt und die verwendeten Instrumente korrekt platziert werden müssen. Die Mundöffnung wird bestimmt durch den Abstand der Schneidezahnreihen von Unter- und Oberkiefer und auch „inter-incisor-gap“ genannt. Die Angaben, ab wann die Mundöffnung kritisch gering oder zumindest auffällig reduziert ist, variieren zwischen den Autoren. Ein „inter-incisor-gap“ von weniger als <3,5 cm wird meist als pathologisch interpretiert (14).

Kein beschriebener Test oder Score ist für sich alleine genommen geeignet, eine erschwerte Laryngoskopie oder Intubation sicher vorherzusagen. Wichtigen Stellenwert hat der Upper-Lip-Bite-Test, der eine gute

Vorhersagbarkeit für eine schwierige Intubation hat (15). Am weitesten verbreitet sind derzeit der von Samsoon und Young modifizierte Mallampati-Test (4), der thyreomentale Abstand nach Patil von weniger als 6–7 cm (16), der WilsonRisk Score (17), der multifaktorielle Risikoindex nach Arne (18) und der Score nach El Ganzouri (19). In einer Metaanalyse (20) wird die Kombination von Mallampati und thyreomentalem Abstand empfohlen, was bei El Ganzouri (19) noch zusätzlich ergänzt wird. Alle genannten Scores weisen eine unterschiedliche Sensitivität auf. Darüber hinaus sind auch Schwächen in der Anwendung bei den heute tätigen Anästhesisten bekannt (21, 22), was die Aussagekraft weiter reduziert. Daher ist auch eine gute Ausbildung in der Erfassung des schwierigen Atemwegs wichtig.

Tabelle 2: Prädiktoren für eine schwierige oder unmögliche direkte Laryngoskopie und Intubation in alphabetischer Reihenfolge. Mit steigender Anzahl verschiedener Prädiktoren oder Symptome steigt das Risiko einer schwierigen oder unmöglichen direkten Laryngoskopie.

- Eingeschränkte Mundöffnung (<3,5 cm)
- Eingeschränkte Reklination des Kopfes
- Inspiratorischer Stridor
- Kurzer oder umfangreicher Hals
- Makroglossie
- Mallampati Grad III oder IV
- Mandibulo- und maxillofaziale Dysostosen
- Obstruktive Schlaf-Apnoe
- Pathologischer „upper lip bite“ Test
- Progenie, Dysgnathie
- Raumfordernde Struma
- Schwangerschaft
- Schwierige Intubation in der Anamnese
- Subglottische Stenose, Trachealstenose, Trachealverlagerung
- Tumoren, Abszesse im Kopf-Hals- oder Mediastinalbereich
- Unzureichende Narkosetiefe, fehlende muskuläre Blockade
- Verringerter thyreomentaler Abstand (<6-7cm)
- Zustand nach Bestrahlung im Kopf-Hals-Bereich
- Zustand nach Operationen am Larynx/Pharynx

Empfehlungen 1: Im Rahmen der elektiven Aufklärung soll nach anatomischen und physiologischen Hinweisen für eine erschwerte Maskenbeatmung und Intubation gesucht werden: Mundöffnung, Zahnstatus, Protrusion des Unterkiefers, HWS-Beweglichkeit, Pathologien (Hals, Gesicht), bekannter schwieriger Atemweg, ggf. Berücksichtigung Bildgebung und HNO-Befund.

Empfehlung 2: Klinikintern soll es einen Algorithmus/Standard geben, der das Vorgehen bei bestehenden Prädiktoren des schwierigen Atemweges definiert. Scores können dabei verwendet werden.

Prädiktoren für die schwierige Videolaryngoskopie

Die Videolaryngoskopie bietet gegenüber der direkten Laryngoskopie oftmals eine verbesserte Visualisierung der Stimmbandenebene. Dennoch gibt es auch für die Videolaryngoskopie Prädiktoren, die eine erschwerte Darstellbarkeit der Glottisebene oder eine erschwerte Platzierung des Tubus vorhersagen. Die Aussagekraft der Prädiktoren ist auch von der verwendeten Spatelform abhängig (23, 24).

Tabelle 3: Prädiktoren für eine schwierige oder unmögliche Videolaryngoskopie und Intubation in alphabetischer Reihenfolge. Mit steigender Anzahl verschiedener Prädiktoren oder Symptome steigt das Risiko einer schwierigen oder unmöglichen direkten oder auch indirekten Video-Laryngoskopie.

- Hochgradig eingeschränkte HWS-Beweglichkeit
- Hochgradig eingeschränkte Mundöffnung
- Makroglossie
- Pathologien im Bereich des Halses; kurzer dicker Hals
- Pathologischer „upper lip bite“ Test
- Sekrete wie Blut, Mageninhalt, Schleim in Mund oder Rachen, die die Optik verschmutzen
- Unerfahrener Anwender, mangelnde Ausbildung und Training (v.a. bei hyperangulierten Spatelformen, Benutzung von Schaftsystemen)
- Ungünstige Umgebungsbedingungen für Displays (starker Lichteinfall etc.)
- Unzureichende Narkosetiefe, fehlende muskuläre Blockade
- Verringerter thyreoventraler Abstand (<6-7 cm)
- Vorbestehende schwierige indirekte Laryngoskopie

Prädiktoren der schwierigen Platzierung und/oder Oxygenierung mit einer supraglottischen Atemwegshilfe

Verschiedene Faktoren können das Platzieren und die Oxygenierung mit einer SGA erschweren oder unmöglich machen (**Tabelle 4**) nach (25-28).

Tabelle 4: Prädiktoren für eine schwierige Platzierung und/oder Oxygenierung supraglottischer Atemwegshilfen in alphabetischer Reihenfolge. Mit steigender Anzahl verschiedener Prädiktoren oder Symptome steigt das Risiko an.

- Geringe HWS-Beweglichkeit
- Geringe Mundöffnung
- Halsumfang >44 cm
- Mallampati 3 oder 4
- Morbide Adipositas
- Unzureichende Narkosetiefe
- Zahnlosigkeit oder schlechter Zahnstatus

Schwieriger Atemweg aufgrund physiologischer Beeinträchtigung

Der schwierige Atemweg basiert klassischerweise, wie oben dargestellt, hauptsächlich auf anatomischen Gegebenheiten. Physiologische Pathologien sollten bei der Planung zur Atemwegsicherung aber ebenfalls berücksichtigt werden (29). Zum Beispiel bei Hypoxie, Hypotension, schwerer metabolischer Azidose oder rechtsventrikulärem Versagens ist das Risiko von unerwünschten Nebenwirkungen während der Atemwegssicherung sehr hoch. Daher sollten diese Beeinträchtigungen kritisch gewertet werden, auch wenn keine anatomischen Prädiktoren für einen schwierigen Atemweg bestehen. Das Vorliegen einer kardiopulmonalen Dekompensation kann von einem schwierigen Atemweg ablenken oder einen bereits schwierigen Atemweg weiter erschweren (29, 30). Vor allem prolongierte Versuche zur Atemwegssicherung sollen möglichst vermieden werden. So kann die Entscheidung zur Intubation unter Spontanatmung (28, 31) sinnvoll sein (siehe dort).

2. Sonographie der Atemwege

Die Untersuchung der Atemwege mit Hilfe von Ultraschallverfahren, beginnend bei Hypopharynx und Zungengrund über die gesamte Ausdehnung der Luftwege bis zu Lunge und Pleura, ist zunehmend im Fokus klinischer Studien. Zumeist handelt es sich jedoch um Untersuchungen mit geringer Fallzahl und niedrigem Evidenzgrad (32). Verschiedene Parameter sind verfügbar, um Informationen zur Anatomie der Atemwege während der präoperativen Beurteilung der Atemwege zu liefern und als potenzielle Screening-Parameter für schwierige Atemwege dienen zu können (33).

Empfehlung 3: Die präanästhesiologische Untersuchung der Atemwege mittels Ultraschall kann zur Identifizierung einer schwierigen Atemwegssicherung hilfreich sein. Zur Einschätzung des Aspirationsrisikos kann mit Hilfe einer Point-of-Care-Ultraschalluntersuchung der Füllungszustand des Magens ermittelt werden.

Die diagnostische Genauigkeit, besonders in Hinblick auf nicht spezialisierte Untersucher, und die Auswirkungen der an Hand der Ultraschalluntersuchungen getroffenen klinischen Entscheidungen bedürfen weiterer Untersuchungen (34).

Nach Atemwegssicherung kann eine Ultraschalluntersuchung beider Hemithoraces durchgeführt werden (35, 36). Dieses Verfahren ersetzt nicht die Kapnographie.

Empfehlung 4: Der Nachweis einer korrekten Tubuslage kann durch eine Ultraschalluntersuchung der Trachea und beider Hemithoraces erfolgen.

Obwohl Inspektion und Palpation bei den meisten Patienten ausreichen, trägt die Unfähigkeit, die Cricothyreoidmembran zu identifizieren, wesentlich zur hohen Fehlerquote der Cricothyreotomie bei. Eine Atemwegsultraschalluntersuchung zur Identifizierung dieser Membran kann die Erfolgsquote verdoppeln. Nach einem kurzen, aber strukturierten Training kann die Cricothyreoidmembran auch bei schwierigen anatomischen Verhältnissen mittels Ultraschall von zuvor in der

Atemwegultraschall-Technik unerfahrenen Anästhesisten identifiziert werden und bei Notwendigkeit eines translaryngealen Zugangs hilfreich sein (37, 38).

Empfehlung 5: Bei bekannt oder erwartet schwierigem Atemweg kann präanästhesiologisch eine Ultraschalluntersuchung der oberen Atemwege mit Darstellung und Markierung der Membrana cricothyreoidea hilfreich sein, um für eine translaryngeale Sicherung der Atemwege vorbereitet zu sein.

Empfehlung 6: Im Falle eines schwierigen Atemwegs kann eine Ultraschalluntersuchung der oberen Atemwege zur Unterstützung der Anlage eines invasiven Atemwegsmanagements hilfreich sein.

3. Techniken zur Sicherung der Atemwege

Präoxygenierung

Die Präoxygenierung während Einleiten einer Allgemeinanästhesie soll die Desaturierung während der Apnoephase verzögern (39, 40).

Empfehlung 7: Eine Präoxygenierung vor Narkoseinduktion soll bei spontan atmenden Patienten durchgeführt werden. Dies sollte über eine dicht sitzende Gesichtsmaske mit 100% Sauerstoff und mit 10 l Frischgasfluss über mindestens 3-4 Minuten erfolgen. Alternativ soll der Patient bei gleichem Sauerstofffluss acht tiefe Atemzüge in einem Zeitraum von maximal 60 Sekunden machen.

Für bestimmte Risikogruppen kann die Präoxygenierung modifiziert werden:

- Geriatrische Patienten profitieren von einer Verlängerung der Präoxygenierung auf 5 Minuten (40).
- Bariatrische Patienten profitieren von einer Oberkörperhochlage (25-30 Grad), einer druckunterstützten Ventilation bei Spontanatmung und einer druckkontrollierten Ventilation in der apnoeischen Phase (41-43).
- Die Anwendung von nichtinvasiver Ventilation (z.B. Druckunterstützung: 8 cmH₂O, PEEP 5 cmH₂O) während der Präoxygenierung von hypoxiegefährdeten Patienten kann die Apnoetoleranz verbessern (44, 45).
- Ist ein schnelles Präoxygenieren erforderlich, so kann die Zeit mit einer druckunterstützten Beatmung (z.B. Druckunterstützung: 8 cmH₂O, PEEP 5 cmH₂O) nahezu halbiert werden (45).

Eine Oberkörperhochlagerung ist bei respiratorisch insuffizienten Patienten vorteilhaft, da hierdurch die Apnoezeit ohne Hypoxie verlängert werden kann.

Apnoeische Oxygenierung

Die apnoeische Sauerstoffversorgung hat das Ziel, die Apnoezeit ohne Abfall der Sauerstoffsättigung durch die Verwendung von ungewärmtem, trockenem Sauerstoff über Standard-Nasenbrillen bei einem Fluss von 15 l/min

zu verlängern. In der Theorie basiert die apnoeische Oxygenierung auf dem Einströmen von Sauerstoff mit einem hohen Partialdruck in den Atemwegstotraum und dem Auswaschen von Kohlendioxid aus den Alveolen (46).

Unter dem Akronym „THRIVE“ (transnasal humidified rapid insufflation ventilatory exchange = transnasal befeuchteter Beatmungsaustausch mit schneller Insufflation) ist eine High-Flow-Sauerstofftherapie mit mehr als 60 l/min beschrieben, bei der die apnoeische Sauerstoffversorgung über erwärmte und befeuchtete High-Flow-Nasenbrillen erfolgt (47).

Ein wahrgenommener Vorteil von Nasenbrillen für die apnoeische Sauerstoffversorgung besteht darin, dass sie den Zugang zu den Atemwegen während der Trachealintubation nicht behindern. Vor allem bei hypoxämiegefährdeten Patienten kann eine apnoeische Oxygenierung vorteilhaft sein (48, 49). Ein Nachteil ist, dass sie die Abdichtung der Gesichtsmaske beeinträchtigen können, wenn eine manuelle Zwischen-Beatmung notwendig wird. Eine weitere Einschränkung ist, dass die apnoeische Sauerstoffversorgung keine nachgewiesene Rolle als Rettungstechnik für die Sauerstoffversorgung bei bereits entsättigten Patienten spielt (46).

Empfehlung 8: Die Verwendung von apnoeischer Oxygenierung während der Laryngoskopie kann für hypoxämiegefährdete Patienten erwogen werden.

Für intensivmedizinische Patienten ist beschrieben, dass bei akutem respiratorischen Versagen mit THRIVE weniger Hypoxämien auftreten (50, 51).

Maskenbeatmung

Die Maskenbeatmung ist die Basismaßnahme des Atemwegsmanagements. Sie kann manuell oder mit druckkontrollierter Ventilation durchgeführt werden.

Oro-/ Nasopharyngeale Atemwegshilfe

Im Falle einer schwierigen Maskenbeatmung sollen bei ausreichender Narkosetiefe oro/nasopharyngeale Atemwegshilfen verwendet werden (52, 53).

Neuromuskuläre Blockade

Eine neuromuskuläre Blockade erleichtert in den meisten Fällen die Maskenbeatmung, erzielt höhere Tidalvolumina und führt zu weniger Desaturierungen (54-56).

Empfehlung 9: Besteht kein schwieriger Atemweg mit Indikation für eine endotracheale Intubation unter Erhalt der Spontanatmung, soll eine geplante neuromuskuläre Blockade sofort nach Erreichen einer suffizienten Narkosetiefe durchgeführt werden, ohne dass vorher die Möglichkeit der Maskenbeatmung überprüft wurde.

Supraglottische Atemwegshilfen

Der Begriff supraglottische Atemwegshilfen schließt Instrumente ein, die *außerhalb* der Glottis liegen. Es können zwei Typen von Atemwegshilfen unterschieden werden:

- Larynxmasken-Typ (LM-Typ)
- Larynxtubus-Typ (LT-Typ)

Innerhalb der Gruppe vom LM-Typ gibt es baulich bedingt zum Teil erhebliche Unterschiede, so dass Ergebnisse aus Publikationen oder Empfehlungen nicht auf jedes Instrument innerhalb der Gruppe übertragen werden können (57).

Der LT-Typ wird überwiegend in der Notfallmedizin verwendet.

Durch Anpassung des Cuffdrucks auf maximal 60 cmH₂O kann die Inzidenz von Atemwegsverletzungen und -schwellungen reduziert werden (58, 59).

Empfehlung 10: Der Cuffdruck soll bei supraglottischen Atemwegen nach Platzierung gemessen werden und 60 cmH₂O nicht überschreiten.

Indikationen

Die Verwendung vom LM-Typ 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 (Tabelle 5). Die Anwendung bei elektiven Eingriffen ist somit indiziert, sofern keine Einschränkungen bestehen (Tabelle 6).

Tabelle 5: Vorteile bei der Anwendung von supraglottischen Atemwegshilfen gegenüber der Anwendung eines endotrachealen Tubus

[mod. nach (60)]

- Geringere Atemwegsmorbidität (bei korrekter Lage und Cuffdruck ≤ 60 cmH₂O)
- Geringerer Zug und Druck auf die Halswirbelsäule
- Geringerer Narkosemittelbedarf, erleichterte Spontanatmung
- Verzicht auf neuromuskuläre Blockade zur Atemwegs instrumentation (Anwendung bei chirurgischer Indikation möglich)
- geringere Wahrscheinlichkeit einer unbemerkten intraoperativen Wachheit
- Größere hämodynamische Stabilität während Ein- und Ausleitungsphase
- Geringere Inzidenz an Laryngo- und Bronchospasmen (bei adäquater Narkoseführung)
- Bessere mukoziliäre Clearance
- Geringere Inzidenz an hypoxämischen Phasen und Husten während der Ausleitung;
- Steilere Lernkurve;
- Keine einseitige oder ösophageale Lage;
- Möglichkeit der Oxygenierung bei fehlgeschlagener Intubation

Tabelle 6: Kontraindikationen für die Anwendung von SGA bei Patienten mit elektiven Eingriffen

- Patienten mit Entzündungen, Tumoren oder Blutungen in den oberen Atemwegen, die eine suffiziente Platzierung einer SGA nicht ermöglichen
- Mundöffnung <2 cm
- Erwartete Beatmungsdrücke oberhalb des individuellen Leckgedrucks

- Notwendigkeit des regelmäßigen trachealen Zuganges
- Ein-Lungen-Ventilation
- Patienten mit persistierendem symptomatischem gastroösophagealem Reflux, symptomatischer Hiatus- bzw. Zwerchfellhernie oder Ileus
- Interferenz mit dem chirurgischen Eingriff

SGA der zweiten Generation

Während die SGA der ersten Generation lediglich eine Beatmung gestatten, ist mit der zweiten Generation auch eine sichere Lagekontrolle möglich. Durch verschiedene Tests kann eine sichere Lagekontrolle mit Sitz der Spitze in der Postkrikoidregion erfolgen. Außerdem kann durch Einführen einer Magensonde der gastrale Druck und das gastrale Volumen gesenkt werden. Dies führt zu einem potentiell niedrigerem Regurgitations- und Aspirationsrisiko. Aufgrund dieser Vorteile ist es sinnvoll, grundsätzlich Atemwegshilfen der zweiten Generationen zu verwenden. Zu den Lagetests zählen die optische Kontrolle der ausreichenden Insertionstiefe, der Magen-Leckage Test („Bubble“-Test) und die widerstandsfreie Einlage einer Magensonde (61). Der positive Jugulum-Test (Supra-Sternal-Notch-Test) kann zusätzlich Hinweise auf die korrekte Lage geben. Diese Tests sind bislang nur für SGA vom LM-Typ der zweiten Generation beschrieben worden.

Empfehlung 11: Bei der Verwendung von Atemwegshilfen der zweiten Generation vom LM-Typ sollen Tests zur Verifizierung der Lage durchgeführt werden.

Erweiterte Indikationen

Unter dem Begriff „erweiterte Indikationen“ werden Eingriffe zusammengefasst, die ein erhöhtes Anforderungsprofil an die Dichtigkeit zur Beatmung und Schutz vor gastrischer Insufflation oder Regurgitation stellen.

Hierzu zählen u.a. die Anwendung bei geplanter längerer OP-Dauer, bei laparoskopischen Operationen, bei adipösen Patienten und bei Operationen, die nicht in Rückenlage durchgeführt werden. Diese Eingriffe können auch mit SGA durchgeführt werden, wenn

- LM-Typ der zweiten Generation verwendet werden,
- die Tests zur Lagekontrolle erfolgreich bestanden wurden,
- die Anwendung unter 8 h bleibt (62)
- und der Anwender über ausreichend Erfahrung verfügt

Empfehlung 12: Nach der derzeitigen Evidenzlage kann eine SGA vom LM-Typ nach individueller Nutzen-Risiko-Abwägung alternativ zum Endotrachealtubus bei den erweiterten Indikationen angewendet werden. In diesen Fällen sollte eine SGA vom LM-Typ der zweiten Generation verwendet und über das gastrale Lumen eine Magensonde vorgeschoben werden. Nach Platzierung soll eine Testung von Lage und Dichtigkeit erfolgen.

Intubation über supraglottischen Atemweg

Eine Sonderstellung nehmen SGA vom LM-Typ ein, die für die „blinde“ oder endoskopisch geführte Intubation entwickelt wurden. Diese haben den potentiellen Vorteil, dass neben den Vorzügen einer LM-Typ Anwendung auch die Möglichkeit besteht, die endotracheale Intubation durchzuführen. Zu beachten ist, dass die Erfolgswahrscheinlichkeit der nicht endoskopisch geführten (sogenannten „blinden“) Intubation stark vom verwendeten LM-Typ und der Expertise des Anwenders abhängig ist und mit einer Variation von 15% bis 98% beschrieben wird (63).

Empfehlung 13: Ein Intubationsversuch ohne flexibles Intubationsendoskop soll nur dann erfolgen, wenn die Expertise durch den Anwender gegeben ist und ein Atemwegsinstrument eingesetzt wird, das bei korrekter Anwendung eine hohe Erfolgsrate besitzt.

Indikationen für SGA vom Larynxtubus-Typ

Erfahrungen und Empfehlungen hinsichtlich der Anwendung von SGA der Larynxtubus-Typen liegen vor allem im Bereich der prähospitalen Notfallmedizin vor (1). Für eine sichere Anwendung ist ausreichende Erfahrung notwendig (64).

Die Indikation für SGA vom LT-Typ ist die Alternative bei der schwierigen Atemwegssicherung, wenn Maskenbeatmung, Einlage eines SGAs vom LM-Typ oder die Intubation misslingen, da die Funktionsweise und Sitz im pharyngalen Bereich verschieden ist.

Empfehlung 14: Die Anwendung bei Notfällen sollte nur erfolgen, wenn ausreichend Erfahrung in der Anwendung beim Patienten bestehen.

Direkte Laryngoskopie

Die konventionelle Intubation kann mit Hilfe verschieden geformter Spatel erfolgen. Die häufig empfohlene „Schnüffelposition“ zur Kopflagerung während der Intubation kann die Sicht auf die Glottis verbessern, verschlechtert sie aber zumindest nicht (65, 66).

Empfehlung 15: Zur direkten Laryngoskopie kann eine Lagerung in Schnüffelposition zur besseren Sicht hilfreich sein.

Bei schwieriger Laryngoskopie oder Intubation können Führungsstäbe oder Tubuseinführhilfen zur Tubusplatzierung verwendet werden. Tubuseinführhilfen sind lange semiflexible Kunststoffstäbe, die primär tracheal platziert werden und eine Tubusplatzierung ermöglichen (67). Die Nomenklatur ist nicht einheitlich. Oft werden diese z.B. als Bougie, Stylet oder Intubationskatheter bezeichnet.

Indirekte Laryngoskopie

Unter dem Begriff „indirekte Laryngoskope“ werden Instrumente subsummiert, 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 Kamerachips, 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.

Videolaryngoskopie

Die Sicht auf die Glottisebene kann nach schwieriger oder unmöglicher direkter Laryngoskopie mit der Videolaryngoskopie oftmals verbessert werden (66, 68, 69). Der primäre Einsatz der Videolaryngoskopie erhöht die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Intubation beim 1. Versuch in der Anästhesie (70-72).

Empfehlung 16: Bei erwartet schwieriger direkter Laryngoskopie und bei Notfallpatienten sollte einem Videolaryngoskop gegenüber der direkten Laryngoskopie primär der Vorzug gegeben werden.

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 (68, 73). Derzeit kann keine klare Empfehlung zur Verwendung eines spezifischen Videolaryngoskopes ausgesprochen werden. Die Verwendung von Einwegspateln können im Vergleich zu Metall- bzw. Mehrwegspateln vom gleichen Hersteller Sicht- und Intubationserfolg negativ beeinflussen (74). Bei weniger erfahrenen Anwendern kann die Anwendung eines Videolaryngoskopes zu einem erhöhtem primären Intubationserfolg führen. Trotz guter Sicht kann die Intubation zeitlich jedoch verlängert und insbesondere bei Verwendung eines hyperangulierten Spatels auch erfolglos sein (75, 76).

- Videolaryngoskope mit Macintosh Spatel

Bei unerwartet schwieriger direkter Laryngoskopie kann mit diesem Spateltyp oftmals eine indirekte Visualisierung der Glottisebene erzielt werden (77). Mithilfe dieser Instrumente kann eine optimierte und erleichterte Ausbildung in der Technik der endotrachealen Intubation erfolgen (78). Die Verwendung eines starren Führungsstabes gegenüber einem biegsamen hat

keinen Vorteil. Die direkte Laryngoskopie bietet gegenüber der Videolaryngoskopie bei elektiven Patienten im OP keine Vorteile und geht mit einer signifikant niedrigeren Erfolgsrate im 1. Intubationsversuch einher (79).

Empfehlung 17: Ein Videolaryngoskop mit Macintosh Spatel kann in der Anästhesie primär zum Einsatz kommen.

- **Videolaryngoskope mit hyperanguliertem 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. Bei Verwendung von hyperangulierten Spateln von verschiedenen Herstellern erschienen die Unterschiede bezüglich Erfolg und Sicht marginal (80). 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.

Empfehlung 18: Daher soll bei Verwendung dieser Spatelform ein Führungsstab verwendet werden und ausreichend Erfahrung auch außerhalb von Notfallsituationen vorhanden sein. Der Tubus mit Führungsstab sollte so gebogen sein, dass dieser der Form des Spatels zur Spitze folgt.

Die Vermeidung einer zu starken Reklination des Kopfes sowie das vorsichtige Aufladen der Epiglottis können während des Intubationsvorgangs hilfreich sein. Aber auch das Zurückziehen des Spatels und eine weniger optimale Sicht auf die Glottis kann das Platzieren des Tubus erleichtern (81).

- **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. Es ist derzeit unklar, ob die Verwendung einer Führungsschiene im Vergleich zu anderen Spateltypen Vor- oder Nachteile hat.

Starre Intubationsendoskope

Starre Intubationsendoskope stellen eine Alternative für die Intubation bei unerwartet schwierigem Atemweg dar (82, 83). Um diese Instrumente auch in Notfallsituationen erfolgreich einzusetzen, ist eine ausreichende Erfahrung bei Patienten mit normalem Atemweg notwendig (84).

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. Entscheidend für den Erfolg sind einerseits ein regelmäßiges Training dieser Maßnahmen, andererseits die rechtzeitige Indikationsstellung zur Durchführung, welche möglichst noch unter kontrollierten Bedingungen und nicht erst nach Eintritt einer Asphyxie erfolgen sollte.

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 - darunter zwei perkutane - 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 oder einer Trachealkanüle.

Technik

In den letzten Jahren konnten mehrere Studien zeigen, dass die chirurgische Technik den perkutanen Techniken der Koniotomie sowohl hinsichtlich Schnelligkeit, Erfolgsrate und Komplikationshäufigkeit überlegen ist (85-90). Eine evidenzbasierte Empfehlung zur optimalen Koniotomietechnik lässt sich hieraus jedoch nicht ableiten. Die Komplikations- und Misserfolgsrate bei notfallmäßigen Koniotomien wurde mit knapp 30% bis zu über 50% angegeben (91, 92). Durch das Training von realitätsnahen Szenarien an hochwertigen Simulatoren und im Behandlungsteam kann jedoch die Erfolgsrate der Koniotomie deutlich gesteigert und die zur Durchführung benötigte Zeit gesenkt werden (93).

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 Arzt im Einzelfall (Stichwort: Tracheotomiebereitschaft) eine Alternative zur Koniotomie darstellen (94). Voraussetzung sind die unmittelbare 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

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 hierdurch eine Diffusionsoxygenierung etabliert werden (95). Methodenimmanente Probleme dieser translaryngealen / transtrachealen Oxygenierung sind die oftmals unzureichende Expiration bzw. Ventilation mit konsekutiver Hyperkarbie sowie die Gefahr eines Barotraumas und eine Störung der Hämodynamik, insbesondere bei Okklusion der supraglottischen Atemwege.

Mit entsprechenden Systemen, die eine kontrollierte, aktive Expiration ermöglichen, können auch durch Lumina von 2,0 mm eine suffiziente Ventilation bei ansonsten komplett obstruiertem oberem Atemweg gewährleistet und die eingangs erwähnten Komplikationen vermieden werden (96, 97). Diese Systeme können auch nach Platzierung von Tubus-Wechselhilfen oder Intubationskathetern mit Möglichkeit der Oxygenierung verwendet werden.

4. 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 oder kontrollierte Beatmung mit einer Gesichtsmaske
- Ebene 2: Verwendung einer supraglottischen Atemwegshilfe
- Ebene 3: Platzierung eines Endotrachealtubus in der Trachea
- Ebene 4: Translaryngealer / transtrachealer Zugang

Empfehlung 19: Material für jede Ebene soll bei jeder Sicherung der Atemwege verfügbar sein.

Planungsphase, Kommunikation

Jeder Atemwegssicherung soll sorgfältig geplant sein. Dabei sind Prädiktoren für den schwierigen Atemweg zu beachten, das verfügbare Material und Personal zu bewerten und unter Berücksichtigung der Situation (z.B. Ort der Atemwegssicherung, Uhrzeit) Möglichkeiten zu eruieren, um bei Schwierigkeiten Hilfe und weiteres Material zu erhalten.

Eine schlechte Kommunikation führt oft zu Fehlern und unerwünschten Ereignissen (98, 99).

Empfehlung 20: Im Team sollen vor Einleitung der Allgemeinanästhesie das geplante Vorgehen und Besonderheiten kommuniziert werden. Vor allem bei zu erwartenden Schwierigkeiten sollen das weitere Vorgehen und mögliche Alternativen benannt sein.

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 nach Einleitung der Allgemeinanästhesie bei ausreichender Anästhesietiefe erfolgen.

Empfehlung 21: Für den schwierigen Atemweg soll ein in der Klinik angepasster Algorithmus verfügbar sein, der allen beteiligten Personen bekannt ist und die Instrumente und Techniken beinhaltet, die vorgehalten sowie beherrscht werden.

Technische Aspekte

Empfehlung 22: Vor Beginn der Präoxygenierung soll eine Kontrolle des Beatmungsgerätes erfolgen. Bei Verwendung eines Anästhesiegerätes soll der KURZcheck durchgeführt werden.

Durchführung KURZcheck: Mit Aufsetzen der Gesichtsmaske wird ein Frischgasfluss von ≥ 2 l/min eingestellt. Geprüft wird, ob eine ausreichende inspiratorische Sauerstoffkonzentration gemessen wird und die Kapnometrie plausible Werte anzeigt. Der KURZcheck gehört zu den genuinen Aufgaben des Anästhesisten und ist nicht delegierbar (100).

Vorgehen bei erwartet schwierigem Atemweg

Ein erwartet schwieriger Atemweg kann auf allen Ebenen der Atemwegssicherung bestehen und durch Verletzungen oder Erkrankungen aktuell auftreten aber auch fixiert sein. Wichtig bei der Beurteilung des Atemwegs sind vor allem Probleme für die beiden Techniken "Maskenbeatmung" und "endotracheale Intubation".

Empfehlung 23: Bei erwartet schwierigem Atemweg soll primär ein regionalanästhesiologisches Verfahren erwogen werden.

Hierbei ist jedoch zu beachten, dass bei unzureichender Wirkung der Regionalanästhesie oder unerwartet langer Dauer der Operation eine Sicherung der Atemwege trotzdem notwendig werden kann.

Empfehlung 24: Bei erwartet schwierigem Atemweg und primärem regionalanästhesiologischem Verfahren sollen ein Konzept zur Sicherung des Atemwegs im Team kommuniziert sein und die dafür benötigten Materialien unmittelbar bereit stehen.

Empfehlung 25: 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.

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

Empfehlung 26: 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 Patienteneigenheiten gewählt werden.

Empfehlung 27: 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. Während der Prozedur soll der Patient ein mit Sauerstoff angereichertes Gasgemisch atmen.

Diese Technik der wachen endoskopischen Intubation ist mit einer sehr hohen Erfolgsrate verbunden (101, 102). Verschiedene Möglichkeiten zur Applikation von Lokalanästhetika und Sedierung des Patienten sind beschrieben (103, 104). Die Vorgehensweise erfolgt nach den Erfahrungen und Präferenzen des Anästhesisten.

Weitere beschriebene Techniken nach ausreichender Lokalanästhesie oder topischer Schleimhautanästhesie sind die Anwendung der Videolaryngoskopie (105, 106), die Tracheotomie (107), die Etablierung eines translaryngealen / transtrachealen Zugangs und die Platzierung einer supraglottischen Atemwegshilfe vom Larynxmasken-Typ (108, 109) am wachen, spontan atmenden Patienten. Bei guter Expertise und in ausgewählten Fällen können die genannten Techniken alternativ zur flexiblen endoskopischen Intubation eingesetzt werden. In besonderen Situationen (z.B. obstruktive Tumoren in Larynx/Pharynx/Trachea; glottische oder tracheale Stenosen) kann es sinnvoll sein, ein interdisziplinäres Vorgehen z.B. mit Vertretern des Faches HNO- und fachspezifischen Techniken zu wählen.

Entscheidungsfindung zur Sicherung der Atemwege unter Spontanatmung

Eine nicht erfolgte Sicherung der Atemwege unter Spontanatmung bei erwartet schwierigem Atemweg ist oft Ursache für schwerwiegende Komplikationen (110). Nachteil dieses Verfahrens ist aber der erhöhte Zeitbedarf. Zudem ist ein kooperativer Patient erforderlich. Bei schwerkranken bzw. -verletzten Patienten mit schwerer respiratorischer Dekompensation kann weder die notwendige Kooperation noch die Zeit bestehen, um erfolgreich unter Spontanatmung den Atemweg zu sichern. Es kann daher die Indikation zur Einleitung der Allgemeinanästhesie mit nachfolgendem Intubationsversuch gegeben sein. In diesem Fall soll eine Koniotomie parallel vorbereitet sein.

Empfehlung 28: Besteht ein erwartet schwieriger Atemweg und keine Zeit oder Möglichkeit der Atemwegssicherung unter Spontanatmung soll das Verfahren mit den größten Erfolgsaussichten gewählt und parallel die Möglichkeit zur Koniotomie vorbereitet werden.

In nicht zeitkritischen Situationen und bei ausreichend kooperativen Patienten mit signifikanten und/oder offensichtlich pathologischen anatomischen Veränderungen im Kopf- und Halsbereich ist häufig eine Intubation unter Spontanatmung indiziert. Bei dieser Patientengruppe besteht meist keine Aussicht darauf, einen (Video-) Laryngoskop Spatel oder ein SGA nach Narkoseeinleitung zu platzieren. Eine Maskenventilation ist ebenfalls häufig frustan.

Empfehlung 29: Bei gleichzeitig vorliegenden Prädiktoren für eine schwierige Maskenbeatmung und Platzierung einer supraglottischen Atemwegshilfe, sollte die Atemwegssicherung unter Erhalt der Spontanatmung erfolgen.

Bestehen Prädiktoren für eine schwierige Intubation unter Verwendung der direkten Laryngoskopie, kann die Bewertung von vier Fragen helfen zu klären, ob eine Intubation unter Spontanatmung indiziert ist oder ob eine Atemwegssicherung nach Einleiten der Allgemeinanästhesie erfolgen kann.

1.) Ist die Intubation mit einem Videolaryngoskop möglich?

Obwohl die Videolaryngoskopie einen hohen Stellenwert in der Sicherung des schwierigen Atemwegs hat, besteht bei erwartet schwieriger Intubation das Risiko, dass auch die endotracheale Intubation mit der Videolaryngoskopie scheitert. Unter Beachtung von patientenimmanenten Faktoren, Prädiktoren und der Erfahrung des Teams in der Verwendung der Videolaryngoskopie soll die Erfolgsaussicht beurteilt werden. Bei Aussichtslosigkeit soll die Sicherung der Atemwege unter Spontanatmung erfolgen.

2.) Bestehen keine Prädiktoren für eine schwierige Maskenbeatmung und Platzierung einer SGA?

Bei erwartet schwieriger Intubation und Prädiktoren für eine schwierige Maskenbeatmung oder frustraner Platzierung von SGA soll eine Intubation unter Spontanatmung durchgeführt werden. Eine fehlgeschlagene Intubation kann mit einer schwierigen oder unmöglichen Maskenbeatmung vergesellschaftet sein und umgekehrt (11, 111, 112).

Ebenso ist ein fehlgeschlagener Platzierungsversuch mit einer SGA mit hoher Wahrscheinlichkeit mit einer schwierigen / unmöglichen Maskenventilation assoziiert (25, 26).

3.) Ist der Patient kardiopulmonal kompensiert?

Das Vorliegen einer kardiopulmonalen Dekompensation (z.B. schwere Hypoxie, geringe Apnoe Toleranz, kardiovaskuläre Instabilität) kann von einem schwierigen Atemweg ablenken oder einen bereits schwierigen Atemweg weiter erschweren (29, 30). Zudem kann das Einleiten einer Allgemeinanästhesie eine Dekompensation weiter verstärken (113). Die Trennung von Atemwegsmanagement und Einleitung der Allgemeinanästhesie durch eine Intubation unter Spontanatmung kann daher von Vorteil sein und sowohl die Patientensicherheit verbessern als auch die kognitive Belastung des Anwenders verringern.

4.) Bestehen ungünstige Umgebungsbedingungen?

Ungünstige Umgebungsbedingungen umfassen z.B. mangelndes personelles Backup, unzureichendes Material zur Atemwegssicherung, unerfahrenes Team bei der Atemwegssicherung oder eine vom üblichen Ort für Atemwegssicherung / Narkoseeinleitung abweichende Lokalisation. Einsatz eines Intubationsverfahrens unter Spontanatmung beim erwartet schwierigen Atemweg kann möglicherweise schwerwiegende Komplikationen verhindern, wenn ein Patiententransfer zu einer besseren Örtlichkeit keine Option darstellt.

Wird eine dieser Fragen mit „ja“ beantwortet, so ist ein Verfahren unter Erhalt der Spontanatmung indiziert.

Der Algorithmus „Vorgehen bei erwartet schwierigem Atemweg“ 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 herbeigeholt werden muss.

Empfehlung 30: 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) oder oro-pharyngealen (z.B. Guedel-Tubus) Tuben in adäquater Größe. Das Halten der Beatmungsmaske mit beiden Händen und das Anheben des Unterkiefers können die Beatmung ermöglichen (114-116).

Empfehlung 31: Bei fehlender 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. Das Anheben des Unterkiefers kann hierbei hilfreich sein.

Die Ventilation erfolgt durch einen 2. Helfer oder durch einen adäquat eingestellten Ventilator mittels druckkontrollierter Beatmung mit <15 cmH₂O (117). Eine neuromuskuläre Blockade verbessert in vielen Fällen die Maskenbeatmung (118).

Empfehlung 32: Falls noch keine neuromuskuläre Blockade erfolgt ist, sollte diese mit einem schnell anschlagenden Muskelrelaxans (Succinylcholin, Rocuronium) in adäquater Dosierung erwogen werden.

Bei ungewöhnlich hohen Atemwegswiderständen oder Leckagen müssen technische Ursachen ausgeschlossen werden. Sind diese aufgrund der Umstände in der konkreten Situation wahrscheinlich, aber nicht unmittelbar zu finden und zu beheben, ist auf die Rückfallebene „separater Handbeatmungsbeutel“ auszuweichen. Ist die Maskenbeatmung damit möglich, kann dann systematisch nach der Fehlerursache gesucht oder ein Ersatzgerät eingesetzt werden.

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. Bestehen keine Kontraindikationen, kann eine optimierte Positionierung des Kopfes durch Anheben und/oder Reklination hilfreich sein (119, 120). Bei limitierter Sicht auf die Stimmbandebene kann eine Tubuseinführhilfe mit weicher, atraumatischer Spitze hilfreich sein (121, 122).

Empfehlung 33: Bei eingeschränkter Sicht auf die Glottis trotz entsprechender Manipulationsmanöver kann die Verwendung von speziellen Tubuseinführhilfen erwogen werden.

Empfehlung 34: Die Anzahl der direkten Laryngoskopieversuche soll auf maximal zwei limitiert und alternative Verfahren verwendet werden.

Das Risiko von schwerwiegenden, lebensbedrohlichen Komplikationen wie schwere Hypoxie, Regurgitation, Aspiration, Hypotension, Bradykardie und Herzkreislauf-Stillstand steigt vor allem in Notfallsituationen nach zwei Intubationsversuchen und mit jedem weiteren erfolglosen Intubationsversuch (123, 124).

Empfehlung 35: Bei unerwartet schwierigem Atemweg sollen nach erfolgloser direkter Laryngoskopie zunächst die Maßnahmen zur Verbesserung

der Bedingungen überprüft und ein weiterer Versuch mit direkter Laryngoskopie nur dann unternommen werden, wenn durch diese Maßnahmen die Erfolgsaussichten erhöht werden können.

Empfehlung 36: Bei erfolgloser direkter Laryngoskopie soll ein Videolaryngoskop verwendet werden.

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 (125).

Empfehlung 37: Ein Videolaryngoskop soll an jedem anästhesiologischen Arbeitsplatz verfügbar sein.

Beim anästhesierten Patienten mit unerwartet schwierigem Atemweg ist eine starre oder flexible endoskopische endotracheale Intubation ebenfalls möglich. Im Vergleich zum Vorgehen bei erwartet schwierigem Atemweg ist der Einsatz der flexiblen Intubationsendoskope jedoch häufig schwieriger und zeitaufwändig (126).

Supraglottische Atemwegshilfen

Supraglottische 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 SGA eine Intubation zwingend erforderlich, so kann diese je nach verwendeter SGA blind oder mit Hilfe eines flexiblen Intubationsendoskops erfolgen.

Empfehlung 38: Bei unerwartet schwierigem Atemweg sollte eine SGA der zweiten Generation verwendet werden.

Bei suffizient anästhesierten Patienten und Schwierigkeiten der Platzierung oder Oxygenierung kann unter Beachtung von Kontraindikationen der Kopf zur Platzierung der SGA rekliniert werden. Das Anheben des Unterkiefers oder ein Esmach-Handgriff kann hilfreich sein. Eine Beatmung kann auch durch eine neuromuskuläre Blockade (127, 128) oder Wechsel des SGA-Modell erzielt werden (129).

Empfehlung 39: Bei Fortbestehen von Problemen soll der Wechsel auf eine andere Größe oder ein anderes SGA-Modell geprüft werden.

Dabei ist zu beachten, dass auch multiple Platzierungsversuche potentiell zu Trauma und Schwellungen der Atemwege führen können (130, 131).

Empfehlung 40: Eine neuromuskuläre Blockade kann bei fortbestehenden Problemen erwogen werden.

Rückkehr zur Spontanatmung

Empfehlung 41: 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.

Dieses Vorgehen stellt bei unmöglicher Oxygenierung 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 (128, 132).

Translaryngealer / transtrachealer Zugang

Empfehlung 42: 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 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 endotrachealer Intubation oder frustraner Platzierung einer SGA können weitere, erfolgversprechende Techniken und Instrumente zur Atemwegssicherung eingesetzt sowie eine Relaxierung bei suffizienter Narkosetiefe geprüft werden.

Empfehlung 43: Bei suffizienter Maskenbeatmung soll die Alternative verwendet werden, die in der entsprechenden Situation die größten Erfolgsaussichten hat, verfügbar ist und die der Anwender beherrscht.

Empfehlung 44: Bei suffizienter Maskenbeatmung und fehlender Erfolgsaussicht oder Gefahr der Atemwegsverlegung sollen weitere Versuche zur Sicherung der Atemwege 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 ventilate, cannot oxygenate“ – Situation vor. Hier besteht eine akute Hypoxiegefahr für den Patienten.

Empfehlung 45: In der „cannot ventilate, cannot oxygenate“ – Situation soll sofort Hilfe geholt werden.

Je nach Situation und getroffenen Absprachen können folgende Personen zur Hilfe geholt werden: Pflegekräfte, ärztliche Mitarbeiter des Teams, aber auch Personen anderer Fachdisziplinen (z.B. HNO). Material für weitere Ebenen des Atemwegsmanagements muss zum Patienten gebracht und ggf. für den Einsatz vorbereitet werden.

Empfehlung 46: Falls noch keine neuromuskuläre Blockade erfolgt ist, sollte diese mit einem schnell anschlagenden Muskelrelaxans in adäquater Dosierung erfolgen.

Empfehlung 47: Es soll das Instrument/Hilfsmittel gewählt werden, welches in der entsprechenden Situation die besten Erfolgsaussichten hat, unmittelbar verfügbar ist und vom Anwender beherrscht wird.

Empfehlung 48: Bei Verwendung einer SGA sollte dies eine SGA der 2. Generation sein. Ist eine SGA primär bereits gescheitert, sollte eine andere Größe oder eine alternative SGA verwendet werden.

Einen wichtigen Stellenwert hat in dieser Situation die Videolaryngoskopie. Ein erneuter Versuch der Maskenbeatmung kann sinnvoll sein, wenn erst zu einem späteren Zeitpunkt eine neuromuskuläre Blockade durchgeführt wurde.

Empfehlung 49: Parallel soll in einer „cannot ventilate, cannot oxygenate“ – Situation eine Koniotomie vorbereitet werden.

Empfehlung 50: Nur bei guter Oxygenierung können weitere Versuche zur Atemwegssicherung erfolgen.

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

Empfehlung 51: Eine Beurteilung der Atemwege (Warum scheitert die Sicherung der Atemwege?) sowie eine Kontrolle der Vitalparameter soll bei jedem Schritt des Algorithmus erfolgen (Reevaluation). Zudem soll bei jedem Schritt die Personal- und Ressourcensituation kritisch überprüft werden.

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

5. Sicherung der Atemwege bei Patienten mit Aspirationsrisiko

Die Abweichung von der „Standard“-Anästhesieeinleitung im Sinne einer „Rapid sequence induction and intubation“ (RSI) soll bei aspirationsgefährdeten Patienten die Regurgitation und Aspiration von Mageninhalt während der Narkoseeinleitung und -ausleitung verhindern. Die Berücksichtigung verschiedener praktischer Maßnahmen beim aspirationsgefährdeten Patienten stellt eine wirksame Prävention pulmonaler Aspirationen während der Anästhesieeinleitung und endotrachealen Intubation dar. Die bisher beschriebenen Empfehlungen zum erwarteten schwierigen Atemweg gelten auch hier uneingeschränkt.

Folgende Patientengruppen gelten als aspirationsgefährdet, bei denen eine RSI empfohlen wird (133, 134):

- Akutes Abdomen
- Erbrechen
- Ileus
- Notfall (Nüchternheitsstatus unklar bzw. verzögerte Magenentleerung infolge von „Stress“)
- Patient, der vor <2 h mehr als 50 ml Tee oder Wasser, <4 h Muttermilch oder andere Flüssigkeiten oder <6 h Tiermilch (-produkte) bzw. feste Nahrung zu sich genommen hat
- Patienten mit symptomatischer ösophagealer Refluxerkrankung (z.B. Hiatushernie)
- Patienten mit Ösophagusfistel oder -divertikel
- Patienten mit intrathorakaler Gastroösophagostomie (Magenhochzug)
- Pylorospasmus
- Schwangerschaft^a
- Z.n. bariatrischen Eingriffen, Z.n. Billroth-II-Resektion

^aIm klinischen Alltag ist oftmals der Zeitraum um die 20. Schwangerschaftswoche als Grenze etabliert. Allerdings gibt es hierzu keine Evidenz.

Empfehlung 52: Bei Adipositas mit einem BMI >30 kg/m² ohne weitere, das Aspirationsrisiko erhöhende Faktoren, kann auf eine RSI verzichtet und eine „normale“ Einleitungssequenz durchgeführt werden.

Medikamentöse Vorbereitung

Empfehlung 53: 10 Minuten vor Einleitung kann die orale Einnahme oder Applikation per Magensonde von 30 ml 0,3%ige Na-Citrat-Lösung erfolgen.

Praktisches Vorgehen

Empfehlung 54: Zusätzlich soll zur Sicherung der Atemwege eine leistungsstarke Absaugereinheit (möglichst Motorabsauger) mit großlumigem Absaugschlauch (z.B. Saugset nach Yankauer) einsatzbereit am Patienten sein.

Alle Allgemeinanästhesien werden intravenös eingeleitet. Es kann keine Empfehlung zur Lagerung des Patienten (Neutrallage, Oberkörperhoch- oder tieflagerung) gegeben werden.

Die Präoxygenierung erfolgt wie beschrieben. Nach Einleitung der Allgemeinanästhesie erfolgt die neuromuskuläre Blockade mit einem schnellanschlagenden Muskelrelaxans. Die rasche endotracheale Intubation des Patienten mit Aspirationsrisiko erfolgt ohne vorherige Maskenzwischenbeatmung.

Empfehlung 55: Die endotracheale Intubation soll mit einem Videolaryngoskop mit Macintosh-Spatel durchgeführt werden.

Das Vorgehen bei unvorhergesehener schwieriger Intubation ist analog zum unerwartet schwierigen Atemweg.

Empfehlung 56: Bei Patienten mit stark erhöhtem Aspirationsrisiko (z.B. Ileus, Trauma mit eingeschränkter Bewusstseinslage) soll, sofern keine Kontraindikationen vorliegen, der Mageninhalt über eine vorhandene

Magensonde oder eine vor der Einleitung platzierte großlumige (z.B. 16 Ch) Magensonde abgesaugt werden.

Empfehlung 57: Die Magensonde kann vor Beginn der Einleitung gezogen werden oder zur Einleitung verbleiben.

Der Krikoiddruck hat zur Vermeidung einer Aspiration bei einer RSI keinen Stellenwert (135).

Sicherung der Atemwege in der Geburtshilfe

In der AWMF S1-LL „Die geburtshilfliche Analgesie und Anästhesie“ wird die empfohlene Vorgehensweise bei der Vollnarkose und nach gescheiterter Intubation in der Geburtshilfe anhand von 3 Algorithmen dargestellt 1. Die sichere Vollnarkose in der Geburtshilfe; 2. Vorgehensweise bei frustranem endotrachealem Intubationsversuch in der Geburtshilfe; 3. Vorgehensweise bei der can't intubate, can't oxygenate-Situation in der Geburtshilfe (136). Der anästhesiologische Standard zur Atemwegssicherung in der geburtshilflichen Anästhesie ist die RSI. Dabei soll nach Induktion der Allgemeinanästhesie und suffizienter neuromuskulärer Blockade ohne Zwischenbeatmung die endotracheale Intubation erfolgen. Bei akut hypoxiegefährdeten Patientinnen kann eine druckbegrenzte Zwischenbeatmung oder eine maschinelle druckkontrollierte Beatmung die Oxygenierung sicherstellen. Bei erfolgloser endotrachealer Intubation im Rahmen einer Rapid-Sequence-induction soll das oben beschriebene Vorgehen des unerwartet schwierigen Atemwegs gewählt werden.

6. Seitengetrennte Ventilation

Bei Patienten mit Indikation zur seitengetrennten Ventilation kann neben erschwerter Maskenbeatmung und Laryngoskopie auch die korrekte Platzierung der Atemwegshilfen zur seitengetrennten Ventilation schwierig sein. Zur Definition des schwierigen Atemwegs ist daher neben der Anatomie der oberen Atemwege (schwieriger oberer Atemweg) auch die Pathologie der tieferen tracheobronchialen Anatomie, die die Platzierung des Doppellumentubus oder anderer Atemwegshilfen erschweren (schwieriger unterer Atemweg; schwierige Seitentrennung), miteinzubeziehen.

Die Gefahr und die Häufigkeit einer Hypoxie bei endotrachealer Platzierung eines Doppellumentubus ist mit 10% signifikant höher als bei der Intubation mit einem herkömmlichen Tubus (137).

Empfehlung 57: Zur Identifikation von möglichen Prädiktoren für eine erschwerte Seitentrennung der Lunge sollte die klinische Untersuchung durch die Einbeziehung der bei diesen Patienten routinemäßig durchgeführte radiologische Bildgebung und bronchoskopischen Befunde ergänzt werden.

Indikatoren für eine mögliche schwierige Seitentrennung stellen alle subglottischen oder tracheobronchialen Pathologien dar, die eine atraumatische endotracheale Intubation mit einem Doppellumentubus oder Bronchusblocker verhindern oder erschweren (**Tabelle 7**).

Tabelle 7: Risikofaktoren für eine schwierige Seitentrennung der Lungen (138)

- Aortenaneurysma
- Pathologische tracheobronchiale Anatomie durch Tumorbefall Kompression o.a.
- Trachealstenosen
- Tracheoösophageale Fistel
- Tracheostoma

Vorgehen beim erwartet schwierigen Atemweg

Trotz zahlreicher Publikationen, in denen video-assistierte, thorakoskopische Lungenresektionen an nicht-intubierten Patienten in Regionalanästhesie oder Analgosedierung beschrieben sind, ist dieses Konzept aufgrund der potentiellen Notwendigkeit zur Thorakotomie und einer Vielzahl möglicher anästhesiologischer Komplikationen nur wenigen Zentren vorbehalten (139, 140).

Empfehlung 58: Bei Vorliegen von Prädiktoren oder anamnestischen Hinweisen soll für eine schwierige oder unmögliche Maskenbeatmung und/oder endotracheale Intubation die Atemwegssicherung auch bei Patienten zur seitengetrenten Ventilation unter Erhalt der Spontanatmung erfolgen.

Die Videolaryngoskopie hat hier gegenüber einer flexiblen endoskopischen Wachintubation den Vorteil, dass, falls keine anatomische Enge besteht, direkt ein Doppellumentubus verwendet werden kann (141-143). Eine endoskopische Wachintubation mit einem Doppellumentubus ist in Fallberichten publiziert, kann aber technisch sehr herausfordernd sein. Daher sollte bei diesem Verfahren primär ein Standard-Tubus platziert werden. Nach Lagekontrolle und Einleitung der Allgemeinanästhesie kann im Anschluss ein Bronchusblocker platziert werden. Alternativ kann unter Verwendung einer Tubus-Wechselhilfe der Standard-Tubus entfernt und ein Doppellumentubus platziert werden. Hierbei ist jedoch zu bedenken, dass sowohl die Platzierung des Doppellumentubus als auch das Wiedereinführen des Einlumentubus frustrierend sein können.

Als „Tubus-Wechselhilfen“ werden Kunststoffstäbe bezeichnet, die länger als Tubus-Einführhilfen sind und über eine Möglichkeit zur Sauerstoff-Applikation verfügen. Sie werden zur Umintubation bei potenziell schwierigem Atemweg verwendet.

Empfehlung 59: Nach Platzierung des Bronchusblockers oder einer Umintubation auf einen Doppellumentubus soll die korrekte Lage mittels Bronchoskopie verifiziert werden.

Empfehlung 60: Ergänzend zur Lagekontrolle per flexiblem Endoskop kann die Lungensonografie kann zur Tubuslagekontrolle (Wechsel von Lungengleiten zu Lungenspul auf nicht ventilierter Lungenseite) durchgeführt werden.

Vorgehen beim unerwartet schwierigen Atemweg

Bei unerwartet schwierigem Atemweg hat die Oxygenierung und Ventilation des Patienten oberste Priorität. Das Vorgehen entspricht den bisherigen Empfehlungen (144, 145).

Vorgehen bei erfolgloser Platzierung eines Doppellumentubus

Bronchusblocker

Nach korrekter orotrachealer Platzierung eines Standard-Tubus bei Patienten mit schwierigem Atemweg kann die seitengetrennte Ventilation mit einem Bronchusblocker erreicht werden.

Supraglottische Atemwegshilfen

Supraglottische Atemwegshilfen können beim schwierigen Atemweg zum Platzieren eines Endotrachealtubus genutzt werden (146, 147). In einem zweizeitigen Verfahren ist somit bei SGA, die eine Intubation erlauben, mit Hilfe eines flexiblen Intubationsendoskops der Tubus oder ein Intubationskatheter als Leitschiene tracheal oder direkt ein Bronchusblocker zur seitengetrennten Ventilation platzierbar (148-150).

Extubation nach seitengetrennter Ventilation

Empfehlung 61: Vor allem bei Patienten nach thoraxchirurgischem Eingriff sollen direkt postoperativ die Rückkehr zur Spontanatmung und die Extubation angestrebt werden, wenn anästhesiologisch und chirurgisch keine Kontraindikationen bestehen.

Hierdurch können bestehende Parenchymfisteln schneller minimiert und respiratorischen Komplikationen vorgebeugt werden. Sollte jedoch eine Extubation zunächst nicht indiziert sein, können Bronchusblocker in einem Standard-Tubus entblockt und entfernt werden, während der Tubus endotracheal verbleibt. Bei einem Doppellumentubus sollte eine Umintubation unter Verwendung einer Tubuswechsel-Hilfe auf einen Standard-Tubus erfolgen. In Einzelfällen könnte für ein sehr kurzes Zeitintervall ein Doppellumentubus belassen werden, um die Extubation praktisch und ohne Zeitdruck zu planen.

7. Besonderheiten im Bereich der Ambulanten Anästhesie

Der Anteil ambulant durchzuführender Eingriffe nimmt aufgrund verschiedener Faktoren weltweit zu. Gerade das Wort „ambulant“ verleitet oft dazu, die anästhesiologische Tätigkeit zu unterschätzen – ein Irrtum, der zur Versorgung nach Substandard verleiten kann. Grundsätzlich gilt, dass die Durchführung einer Anästhesie unter ambulanten Bedingungen den gleichen DGAI Standards hinsichtlich der Ausstattung des Arbeitsplatzes (151), der Qualität der Durchführung sowie der personellen Fortbildung (152) wie bei stationären Eingriffen im Krankenhaus unterliegt. Der Patient darf alleine durch die ambulante Durchführung einer Anästhesie keinem höheren perioperativen Komplikationsrisiko ausgesetzt sein, unabhängig davon, ob es sich um einen fest eingerichteten Anästhesiearbeitsplatz handelt, oder ob der Anästhesist das benötigte Material jeweils von neuem mitbringen und vorbereiten muss.

Präoperative Evaluation in der ambulanten Anästhesie

In der Regel sind für ambulante Operationen Patienten der ASA Klassen I-III geeignet, die sich in ihrem Risikoprofil nicht wesentlich von Patienten für elektive, stationäre Eingriffe unterscheiden. Allerdings ist die präoperative Evaluation für einen ambulanten Eingriff hier von besonderer Bedeutung. Entsprechend ist für die Atemwegssicherung die präoperative Evaluation des Atemweges im Hinblick auf Prädiktoren für einen schwierigen Atemweg gewissenhaft durchzuführen. Diese sollte weder erst am OP-Tag am liegenden Patienten erfolgen, da so nicht alle Tests durchführbar sind oder falsche Ergebnisse liefern, noch ausschließlich auf einem telefonischen Interview basieren.

Empfehlung 62: Die präoperative Evaluation des Atemweges im Hinblick auf Prädiktoren für einen schwierigen Atemweg soll auch in der ambulanten Anästhesie durchgeführt werden.

Empfehlung 63: Patienten mit erwartet schwierigem Atemweg, insbesondere solche mit anatomischen (postoperativen) Veränderungen der

Atemwege, Syndromen oder Tumoren, sollen nicht ambulant ohne Zugang zu einer stationären Einrichtung versorgt werden.

Es gibt bisher keine validen Grenzwerte, bis zu denen eine ambulante Anästhesie alleine aufgrund des Körpergewichts des Patienten sicher durchgeführt werden kann. Es ist jedoch bei adipösen Patienten nach Indikatoren für das Vorliegen einer obstruktiven Schlaf-Apnoe-Syndroms (OSAS) zu suchen, da diese vermehrt mit höhergradiger Adipositas vergesellschaftet ist. Als Hilfsmittel haben sich Scoresysteme (z.B. STOP BANG) bewährt (153). Die OSA hat insbesondere in der ambulanten Anästhesie wichtige Implikationen, da das Vorliegen eines OSAS mit einer bis zu 4-fachen Häufigkeit der schwierigen Maskenbeatmung, schwierigen Laryngoskopie und endotrachealen Intubation vergesellschaftet ist (154, 155). Ein derartiger Zusammenhang bei Einsatz einer SGA konnte zwar nicht gezeigt werden. Dennoch ist zu beachten, dass generell in 1-1,5% der Fälle die Anwendung einer SGA missglückte. Aufgrund der Assoziation von schwierigem Atemweg und OSAS bei Patienten mit morbidem Adipositas ist ein Eingriff an den Atemwegen in der Regel im ambulanten Setting bei Patienten mit OSAS nach derzeitigem Stand nicht zu empfehlen (156, 157).

Empfehlung 64: Postoperativ soll ein Aufwachraum vorhanden sein, der die Möglichkeiten einer Oxygenierung und deren apparativer Überwachung sowie des Einsatzes des (patienteneigenen) CPAP-Geräts bietet.

Zusätzlich ist personell eine entsprechend lange Besetzung bis zur Entlassung nach Hause oder Verlegung des Patienten in eine stationäre Einheit zu gewährleisten.

Ausstattung in der ambulanten Anästhesie

Der Anästhesist ist dafür verantwortlich, dass in der ambulanten Anästhesie immer eine ausreichende Menge an Sauerstoff vorhanden ist. Sofern keine zentrale Gasversorgung vorhanden ist, müssen ausreichende Mengen (gemessen

am kalkulierten Bedarf plus Sicherheitsreserve) an Sauerstoff in Gasflaschen bereitgehalten werden.

Wenn keine Patienten mit erwartet schwierigem Atemweg anästhesiologisch betreut werden, ist für die Atemwegssicherung in der ambulanten Anästhesie die Vorhaltung eines flexiblen Intubationsendoskops nicht zwingend erforderlich. Allerdings hat der britische NAP4-Report zeigen können, dass auch bei gesunden Patienten mit kleinem operativen Eingriff unerwartete Atemwegskatastrophen zur Letalität bzw. Mortalität beitragen können, sei es durch eine misslungene endotracheale Intubation oder durch unzureichende Oxygenierungsmöglichkeiten über eine eingebrachte SGA (110). Auch wenn überwiegend Eingriffe ohne Notwendigkeit zur endotrachealen Intubation durchgeführt werden, sollte entsprechend auch der ambulant tätige Anästhesist damit rechnen, einem unerwartet schwierigen Atemweg zu begegnen und sowohl einen Plan als auch das nötige Equipment haben, um diesen zu beherrschen (158, 159).

Empfehlung 65: Für die Durchführung einer ambulanten Anästhesie außerhalb von fest eingerichteten OP-Sälen soll Material für alle Ebenen der Atemwegssicherung vorgehalten werden.

Empfehlung 66: Als Alternative zum direkten Laryngoskop soll ein Videolaryngoskop verfügbar sein.

Supraglottische Atemwegshilfen in der ambulanten Anästhesie

Im Rahmen ambulanter Anästhesien ist der Einsatz von SGA aufgrund der Planbarkeit des häufig kürzer dauernden und kleineren Eingriffs, des kürzeren Zeitaufwandes für Ein- und Ausleitung und der geringeren Patientenmorbidity sehr häufig. Oftmals kommen hier SGA der 1. Generation zum Einsatz. Auch bei den sog. erweiterten Indikationen (z.B. besondere Lagerung, Beach-chair-Lagerung, Bauchlagerung, Laparoskopien, HNO-Eingriffe, längere OP-Zeiten) wird die SGA im ambulanten Bereich eingesetzt. Hier sollten SGA der zweiten Generation mit der Möglichkeit zur gastralen Entlastung eingesetzt werden, um

einerseits das Aspirationsrisiko zu senken und andererseits die Tests zur Lagekontrolle durchführen zu können (160, 161). Voraussetzung ist, dass neben einer adäquaten Patientenselektion eine entsprechend hohe klinische Erfahrung des Anwenders, ausreichend Personal für einen eventuellen Lagerungswechsel sowie optimales Material zur Patientenlagerung und Atemwegssicherung vorhanden sind.

Empfehlung 67: Da bei den sog. erweiterten Indikationen eine optimale Positionierung der SGA von besonderer Bedeutung ist, sollte auch bei ambulanten Anästhesien ein SGA der zweiten Generation mit der Möglichkeit zur gastralen Entlastung eingesetzt werden, um einerseits das Aspirationsrisiko zu senken und andererseits die Tests zur Lagekontrolle durchführen zu können.

Empfehlung 68: Auch bei kürzeren Eingriffen mit Einsatz einer SGA soll die Messung und Anpassung des Cuff-Drucks erfolgen.

Kapnographie

Eine Apnoe kann bei Patienten unter Sedierung mittels kontinuierlicher Kapnographie frühzeitig detektiert werden (159, 162).

Empfehlung 69: Alle Patienten mit Allgemeinanästhesie und moderater oder tiefer Sedierung, unabhängig von der Eingriffslänge und dem Ort der Narkosedurchführung, sollen mittels kontinuierlicher Kapnographie überwacht werden.

8. Sicherung der Atemwege bei kritisch kranken Patienten

Die Sicherung der Atemwege bei kritisch kranken Patienten erfolgt meist auf der Intensivstation. Im Vergleich zur elektiven Atemwegsicherung in der Anästhesie finden Atemwegssicherungen bei diesem Patientenkollektiv in aller Regel dringlicher und unter erschwerten Bedingungen statt. Auch Komplikationen sind häufiger beschrieben: Die erschwerte Intubation (≥ 2 Versuche erforderlich) tritt in 4,6% der Fälle, eine ösophageale Fehlintubation in 5,6% der Fälle auf (163, 164). Ein Abfall der Sauerstoffsättigung wird bei bis zu 70% der Intubationen, Werte bis 80% bei 9,3% der Patienten beobachtet (163). Sättigungsabfälle sind einer der häufigsten Gründe für den Abbruch eines Intubationsversuchs (163-167). Zudem kann aus einem primär einfachen Atemweg durch physiologische Veränderungen bei typischen intensivmedizinischen Verläufen (z.B. generalisiertes Ödem bei Sepsis) ein schwieriger Atemweg werden.

Indikationsstellung auf der Intensivstation

Die korrekte Indikationsstellung zur Atemwegssicherung bei kritisch kranken Patienten kann schwierig sein.

Empfehlung 70: Für die Indikationsstellung zur Atemwegssicherung bei kritisch kranken Patienten auf der Intensivstation sollen Vorteile und Risiken sorgfältig gegeneinander abgewogen werden. Dabei kann die Indikationsstellung auch großzügig gestellt werden, um eine Hypoxie zu vermeiden.

Die Inzidenz von Komplikationen wie Hypoxämie, Aspiration oder Herz-Kreislaufstillstand im Rahmen der Atemwegssicherung steigt mit der Dauer und der Anzahl der Intubationsversuche (163, 166, 167). Die erfolgreiche Intubation im ersten Versuch steht daher im Vordergrund. Um Ziel zu erreichen, müssen verschiedene Aspekte beachtet werden:

Vorbereitung auf der Intensivstation

Empfehlung 71: Alle Patienten sollten bei Aufnahme auf die Intensivstation strukturiert auf die Wahrscheinlichkeit und das Vorliegen von Prädiktoren für eine erschwerte Atemwegssicherung untersucht und das Ergebnis sichtbar dokumentiert werden.

Personal auf der Intensivstation

Die Ausbildung und der Trainingszustand des Personals im Atemwegsmanagement auf einer Intensivstation hat Einfluss auf die Komplikationsrate (110, 168, 169). Die Anwesenheit eines zweiten Arztes während der Atemwegssicherung senkt die Komplikationsrate. Der Facharztstandard speziell aus dem Bereich des Faches Anästhesiologie ist mit einer höheren Erfolgsrate und einer verbesserten hämodynamischen Optimierung assoziiert (163-165).

Empfehlung 72: Atemwegssicherungen auf der Intensivstation sollen durch im Atemwegsmanagement erfahrenes ärztliches sowie pflegerisches Personal durchgeführt oder supervidiert werden.

Equipment auf der Intensivstation

Patientenseitige Faktoren (69%) sind als Hauptgrund für eine schwierige Atemwegssicherung identifiziert worden; Equipment- und Ressourcen-Mängel sind aber mit 36% häufig vertreten (110, 170).

Empfehlung 73: Unter Berücksichtigung der lokalen Gegebenheiten soll analog zur Anästhesie für jede Atemwegssicherung ein standardisierter und übersichtlicher Atemwegswagen vorgehalten werden, der Material für alle Ebenen des Atemwegsmanagements beinhaltet.

Empfehlung 74: Vor jeder Atemwegssicherung soll eine klare Kommunikation und Interaktion zwischen den Teammitgliedern erfolgen.

Erwartet schwieriger Atemweg auf der Intensivstation

Empfehlung 75: Auch auf der Intensivstation soll bei erwartet schwierigem Atemweg die Intubation unter Spontanatmung erfolgen.

Der Algorithmus „Vorgehen bei erwartet schwierigem Atemweg“ hat auch im intensivmedizinischen Bereich Gültigkeit.

Empfehlung 76: Bei Intubation unter Spontanatmung sollte Sauerstoff per nasaler High-Flow-Nasenkanüle gegeben werden.

Präoxygenierung auf der Intensivstation

Empfehlung 77: Vor allem bei respiratorisch kompromittierten Patienten können eine CPAP-Therapie, nicht-invasive Beatmung oder nasaler High-Flow zur Präoxygenierung mit Sauerstoff genutzt werden.

Nasaler High-Flow sind reduziert Hypoxämien bei intensivmedizinischen Patienten (50, 51).

Bei respiratorisch insuffizienten Patienten ist eine Oberkörperhochlagerung vorteilhaft, da hierdurch eine Apnoe länger toleriert und die Komplikationsrate insgesamt gesenkt wird (171-174).

Empfehlung 78: Die Atemwegssicherung des kritisch kranken Patienten soll in Oberkörperhochlage ($\geq 20^\circ$) erfolgen.

Laryngoskopie auf der Intensivstation

Eine schwierige direkte Laryngoskopie ist bei kritisch kranken Patienten häufig zu beobachten und ist mit multiplen Intubationsversuchen sowie Fehlpositionierungen des Endotrachealtubus assoziiert (123, 163, 164, 166, 167, 175).

Zielsetzung der Laryngoskopie als primäre Wahl der Atemwegsicherung sollte eine zeitnahe, atraumatische tracheale Intubation beim ersten Intubationsversuch sein. Die Videolaryngoskopie zeigt im Vergleich zur konventionellen Laryngoskopie dabei klare Vorteile: verbesserte Sicht auf die laryngealen Strukturen, höhere Rate an Intubationserfolgen im 1. Versuch, eine geringere Inzidenz an ösophagealen Tubusplatzierungen und geringerer Kraftaufwand (71, 163, 164, 176-181).

Empfehlung 79: Ein Videolaryngoskop mit einem Macintosh-ähnlichem Spatel soll primär zur Atemwegssicherung verwendet werden.

Empfehlung 80: Hyperangulierte Spatel sollten für schwierige Atemwege verfügbar sein.

Alternativen zur Laryngoskopie auf der Intensivstation

Empfehlung 81: Bei einer fehlgeschlagenen Intubation soll die Reoxygenierung mittels SGA oder Maskenbeatmung unmittelbar erfolgen.

Empfehlung 82: Alternativ zur Maskenbeatmung mit Beutel kann eine druckkontrollierte Beatmung mittels Respirator durchgeführt werden, um eine gastrale Insufflation zu vermeiden.

Die Auswahl der SGA und die Empfehlungen zur translaryngealen Atemwegssicherung erfolgt analog zu den Empfehlungen in Kapitel 2.

Erfolgskontrolle der Atemwegssicherung auf der Intensivstation

Um eine korrekte Tubuslage sicher und zeitnah verifizieren zu können, ist eine kapnographische Überwachung obligat (163, 164, 182, 183).

Empfehlung 83: Um eine korrekte Tubuslage sicher und zeitnah verifizieren zu können, soll eine kapnographische Überwachung erfolgen.

Tracheale Umintubation auf der Intensivstation

Komplikationen mit dem einliegenden Tubus oder der Trachealkanüle treten bei kritisch kranken Patienten in bis zu 80% auf (163, 184, 185). Eine tracheale Umintubation kann durch eine Cuff Leckage, intraluminale Tubusobstruktion oder bei einem initial zu klein gewählten Tubus notwendig sein. Verschiedene Techniken wurden zu dieser Thematik publiziert (184, 185). Eine mögliche Technik beinhaltet die videolaryngoskopische Glottisvisualisierung, um die aktuelle Intubationsanatomie zu evaluieren, und eine Schienung des bereits gesicherten Atemweges mit einer Tubus-Wechselhilfe (185).

Empfehlung 84: Zur trachealen Umintubation sollte eine videolaryngoskopische Glottisvisualisierung erfolgen, um die aktuelle Intubationsanatomie zu evaluieren. Der bereits gesicherte Atemweg sollte durch eine Tubus-Wechselhilfe gesichert werden.

Die tracheale Umintubation ist mit einem hohen Risiko vergesellschaftet und bedarf der gleichen Vorbereitung wie die initiale Atemwegssicherung. Einige Tubus-Wechselhilfen ermöglichen aufgrund eines Konnektors eine Sauerstoffapplikation. Allerdings besteht bei Verwendung dieser und gleichzeitig nicht vollständig geöffnetem Atemweg die Gefahr eines Barotraumas der Lunge. Eine Beatmung ist mit Geräten möglich, die eine kontrollierte, aktive Expiration ermöglichen (96).

Empfehlung 85: Bei ausreichender Expertise kann eine Notfallbeatmung durch Hilfsmittel, z.B. einer Tubus-Wechselhilfe, mit Geräten, die eine kontrollierte, aktive Expiration erlauben auch bei verschlossenen Atemwegen erfolgen.

Extubation auf der Intensivstation

Die Extubation kann gleichermaßen kritisch wie die initiale endotracheale Intubation sein. Ein Extubationsversagen mit der Notwendigkeit einer Re-

Intubation innerhalb von 24 – 72 Stunden tritt bei 6-25% aller operativen und intensivmedizinischen Patienten auf (186). **Tabelle 8** zeigt Risikofaktoren, die mit einem Extubationsversagen im intensivmedizinischen Setting assoziiert sind.

Tabelle 8: Risikofaktoren für ein Extubationsversagen im intensivmedizinischen Setting in alphabetischer Reihenfolge (186):

- Akzidentelle Extubation
- Alter >70 Jahre
- Beatmungsdauer >11 Tage
- Notwendigkeit der Sedierung nach Extubation
- Schwellung oder Ödeme der perilaryngealen Strukturen
- Schwere der vorliegenden Erkrankung (APACHE II-Score >12)
- Z.n. chirurgische Manipulation (z.B. Neck dissektion, Peritonsillarabszess, Tumorexstirpation)

Das Vorgehen zur Extubation ist im Kapitel 12 beschrieben.

9. Besonderheiten bei Patienten mit hochkontagiösen Atemwegserregern

Bei Patienten mit hochkontagiösen Erkrankungen steht auch während der Atemwegssicherung der Schutz des Teams an erster Stelle. Insbesondere bei Erkrankungen mit hoher primärer Virusreplikation im Bereich der oberen Atemwege und die erst sekundäre Vermehrung in den unteren Atemwegen bewirken eine hohe Kontagiosität und Infektiosität.

Empfehlung 86: Schon bei Verdacht auf eine hochkontagiöse Erkrankung sollen bei allen Formen der Atemwegssicherung über die üblichen hygienischen Maßnahmen hinausgehende Schutzmaßnahmen des medizinischen Personals getroffen werden.

Atemwegssicherungen bei diesen Patienten erfordern spezielle, kommunizierte und trainierte Protokolle bezüglich Vorbereitungen, Durchführung und Hygiene. So weit wie möglich sollte die Intubation geplant und elektiv durchgeführt werden.

10. Aufklärung und Dokumentation

Empfehlung 87: Bei einer positiven Anamnese, bei entsprechenden Prädiktoren oder anderen Hinweisen für eine erwartete schwierige Laryngoskopie, eine schwierige Intubation oder eine erschwerte Maskenbeatmung soll der Patient im Rahmen der Anästhesieaufklärung über eine Atemwegssicherung unter Spontanatmung aufgeklärt werden.

Empfehlung 88: Die Dokumentation jeder Atemwegssicherung soll im Protokoll erfolgen und detailliert Auskunft über aufgetretene Schwierigkeiten geben.

Die zur Maskenbeatmung, Atemwegssicherung und Intubation verwendeten Hilfsmittel, Instrumente, ggf. die beste erreichte Sicht auf die Glottis nach Cormack und Lehane sowie die Anzahl der Versuche bis zur definitiven Sicherung der Atemwege sollen aus der Dokumentation hervorgehen (187).

Empfehlung 89: Die Klassifikation nach Cormack und Lehane soll auch für die Videolaryngoskopie verwendet und im Narkoseprotokoll dokumentiert werden.

Um fehlerhafte Einschätzungen bei späteren Eingriffen zu vermeiden, soll die Aufzeichnung so erfolgen, dass zu einem späteren Zeitpunkt nachvollziehbar ist, mit welchem Instrument welcher Laryngoskopiebefund möglich war (188). Ebenso soll dokumentiert werden, ob für den erhobenen Befund eine externe Manipulation (OELM (189) oder BURP (190)) durchgeführt wurde, und ob für die erfolgreiche Intubation ein Führungsstab oder anderes Hilfsmittel notwendig war.

Empfehlung 90: Um retrospektiv das gewählte vorgehen uneindeutig nachvollziehen zu können sollten Tubusgröße, Cuffdruck, Intubationstiefe, Platzierung einer Rachentamponade und besondere Kopflagerungen dokumentiert werden.

Empfehlung 91: Nach einer erschwerten Atemwegssicherung sollen die Umstände und die zur Lösung des Problems verwendeten Verfahren im Narkoseprotokoll dokumentiert werden.

Empfehlung 92: Nach einer erschwerten Sicherung der Atemwege sollen Zeitpunkt, klinisches Bild sowie Art und Lösung der Probleme in schriftlicher Form mitgeteilt werden. Dies sollte auch dann erfolgen, wenn die Probleme nach dem Eingriff behoben wurden und wahrscheinlich nicht mehr auftreten werden. Dafür soll der von der DGAI herausgegebene Anästhesie-Ausweis vorgehalten und dem Patienten mit den entsprechenden Informationen ausgehändigt werden.

11. Maßnahmen nach der Atemwegssicherung

Empfehlung 93: Nach erfolgter Atemwegssicherung soll die korrekte Lage des Endotrachealtubus bzw. der SGA mittels Kapnographie verifiziert werden.

Die Kapnographie hat bei allen Maßnahmen zur Sicherung der Atemwege einen sehr hohen Stellenwert (183). Weiteres sicheres Verfahren bei Verwendung eines Endotrachealtubus ist die Intubation unter direkter bzw. indirekter Sicht auf die Glottis.

Empfehlung 94: Zum Ausschluss einer zu tiefen Tubuslage soll die Auskultation des Thorax erfolgen. Im lauten Umfeld oder nicht möglicher Auskultation kann das Pleuragleiten per Sonographie nachgewiesen werden.

Nach adäquat tiefem Verschieben einer SGA sind eine typische Kapnographie- sowie Flow-Kurve, hohe Dichtigkeit während der Beatmung und beidseitiges Atemgeräusch Zeichen einer korrekten Lage. Zur Positionskontrolle von SGA mit gastralem Drainagekanal werden verschiedene Tests im Kapitel „Techniken zur Sicherung der Atemwege“ beschrieben.

Empfehlung 95: Sowohl nach Platzierung eines Endotrachealtubus als auch einer SGA 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 nicht wirksam (191-193). Im Gegensatz hierzu senken jedoch mehrere Einzeldosen beginnend 12 bis 24 Stunden vor Extubation die Inzidenz eines Postextubationsstridor (193-195) - insbesondere bei Risikopatienten mit einem Nebenluftvolumen unter 110 ml beim Nebenlufttest (196) (s. nächstes Kapitel „12. Extubation nach schwieriger Atemwegssicherung“).

12. Extubation nach schwieriger Atemwegssicherung

Im Gegensatz zur Intubation ist die geplante Extubation immer hochelektiv und es besteht somit genug Zeit, Risikofaktoren zu ermitteln und die Extubation rechtzeitig zu planen, um durch optimierte Bedingungen schwerwiegenden Komplikationen vorzubeugen (197). Trotzdem mussten 0,1 bis 0,5% der Patienten nach einem chirurgischen Eingriff unter Allgemeinanästhesie reintubiert werden (198), wobei dies sowohl zu mehr schwerwiegenden Komplikationen als auch zu einer erhöhten Letalität führen (110). Häufige Ursachen für Atemwegsprobleme nach Extubation zeigt **Tabelle 9**:

Tabelle 9: Häufige Ursachen für Atemwegsprobleme nach Extubation.

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

Empfehlungen für die Extubation

Die Extubation erfolgt zwar elektiv, Umgebung und Bedingungen sind aber trotzdem häufig nicht so optimiert wie bei der Intubation. Eine Extubationstrategie sollte auch im Hinblick auf eine mögliche akzidentelle Extubation bereits vor Beginn der Narkoseeinleitung vorliegen (199): Dies ermöglicht nicht nur Prädiktoren für eine schwierige Intubation, sondern auch für eine eventuell schwierige Reintubation, frühzeitig zu erkennen. Insbesondere können dann rechtzeitig entsprechend benötigte Voraussetzungen für die Extubation oder für eine Fortführung der Beatmung geplant werden: Hierzu gehören eine Koniotomie- und/oder Tracheotomiebereitschaft, eine ausreichende Qualifizierung für die Betreuung sowohl während als auch nach der Narkose,

spezielle Materialien oder Geräte für eine schwierige Reintubation (z.B. Tubus-Einführhilfen, Videolaryngo- und/oder Bronchoskope).

Empfehlung 96: Vor der Extubation sollen Prädiktoren für eine schwierige Reintubation erkannt werden. Bei möglichen Problemen sollte eine klare Strategie festgelegt werden.

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

Empfehlung 97: Zur Erkennung eines Larynxödems kann der Nebenlufttest durchgeführt werden.

Hierzu wird der Cuff entblockt und bei den ersten 6 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 (200).

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

Empfehlung 98: In besonderen Situationen kann ein Atemwegskatheter (z. B. Tubus-Wechselhilfe oder Extubationsset) vor Extubation endotracheal platziert werden, über den eine Sauerstoffinsufflation oder eine flussgesteuerte Beatmung möglich ist und der als Leitschiene für eine notwendige Reintubation dienen kann.

Die meisten Patienten sind in der Lage, trotz liegenden Katheters zu sprechen. Eine Verweildauer bis zu mehreren Tagen wurde beschrieben (201). Eine nasale Lage scheint besser toleriert zu werden als eine orale. Lageunabhängig ist eine Dislokationsrate von 4% beschrieben (202, 203).

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

Empfehlung 99: Die Überwachung des Patienten nach Extubation soll durch qualifiziertes Personal erfolgen. Neu auftretende Symptome, die auf die Entstehung einer Atemwegskomplikation hinweisen (z.B. Heiserkeit, (zunehmende) Schwellung, Schluckbeschwerden, Thoraxschmerzen und Emphysembildung) sollen frühzeitig erkannt werden.

Im Algorithmus „Vorgehen bei geplanter Extubation“ wird das Vorgehen grafisch dargestellt (Abb. 3).

13. Ausbildung und Training

Die Ausbildung und das Training für die klinische Fähigkeiten im Bereich der Sicherung der Atemwege kann nicht ausschließlich am Patienten vermittelt werden können. Ein Simulationstraining wird mittlerweile von zahlreichen Fachgesellschaften empfohlen (133, 145, 204-206).

Dabei sollten die technischen Kernkompetenzen ausgebildet und trainiert werden, die häufig - auch in unvorhersehbaren und zeitkritischen Situationen - eingesetzt werden müssen.

Empfehlung 100: Für die erfolgreiche Sicherung des unerwartet und erwartet schwierigen Atemwegs sollen eine fundierte Ausbildung und regelmäßiges Training erfolgen, welche auch unter Simulationsbedingungen durchgeführt werden kann.

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

Empfehlung 101: Für die translaryngealen / transtrachealen Techniken sollte ein regelmäßiges Training an Atemwegstrainern erfolgen.

In der Ausbildung und dem Training muss der Fokus auf die Optimierung der Sauerstoffzufuhr bei schwierigen Atemwegen gelegt werden, wobei Techniken wie nichtinvasive Überdruckbeatmung zur Präoxygenierung, Apnoe-Sauerstoffzufuhr und High-Flow-Sauerstoff per Nasenkanüle eingesetzt werden können. Darüber hinaus sind nicht-technische Kompetenzen wie Entscheidungsfindung und Teamkommunikation für alle Beteiligten unerlässlich und für die Fehlervermeidung mindestens ebenso wichtig (204, 207).

Empfehlung 102: Das Erlernen der einzelnen Techniken sollte grundsätzlich in vier Schritten erfolgen:

1. Erwerben der theoretischen Kenntnisse

Anatomie, Physiologie und Beurteilung der Atemwege

Theoretische Grundlagen und praktische Handhabung der Atemwegsausrüstung

Grundlegende und fortgeschrittene Techniken zur Sicherung der Atemwege

Evidenzbasierte Leitlinien für das Management schwieriger Atemwege

Lokale und institutionelle Richtlinien zum Atemwegsmanagement

Komplikationen im Zusammenhang mit dem schwierigen Atemweg und deren Behandlung

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

Hinzu kommen nicht-technische Fähigkeiten: Situationsbewusstsein und Vigilanz für das Erkennen einer Krise, Übernahme der Führungsrolle und Koordination, effektive professionelle Kommunikation

14. Checklisten und Human Factors

Human Factors sind Hauptgründe für medizinische Fehler und konnten als unabhängiger Faktor für Atemwegskomplikationen identifiziert werden (208-210). Defizite wie mangelnde Patientenvorbereitung, fehlende Kontrolle des Equipments und Abweichungen von bestehenden Standards oder Protokollen treten bei der Hälfte der kritischen Vorfälle auf einer Intensivstation auf (208, 211, 212). So beeinflussen Faktoren wie die Teamaufstellung/-arbeit, der Patientenstatus, das Umfeld und die Notwendigkeit von sofortigen Entscheidungen die Effektivität der Atemwegssicherung von kritisch kranken Patient (210). Checklisten und Algorithmen können die Effektivität des Teams in Stresssituationen verbessern, helfen durchdachte Entscheidungen zu treffen, unnötige Interventionen zu vermeiden und vorhandene Ressourcen optimal einzubinden (211, 212). Checklisten und Algorithmen können komplexe Arbeitsstrukturen verbessern und (Routine-) periinterventionelle Fehler vermeiden.

Empfehlung 103: Checklisten und Algorithmen sollten vorgehalten werden und für alle Teammitglieder jederzeit einsehbar sein.

Ein Vorschlag für den intensivmedizinischen Bereich hierzu ist im Anhang zu finden.

Literatur:

1. Timmermann A BtB, Byhahn C, Dörges V, Eich C, Gräsner JT et al. S1-Leitlinie: Prähospitaler Atemwegsmanagement. Anästhesiologie & Intensivmedizin 2019;60:316-36.
2. Dan B. S3-Leitlinie Polytrauma / Schwerverletzten-Behandlung. AWMF online 2022.
3. F. Hoffmann JK, B. Urban, P. Jung, C. Eich, F. Hoffmann, A. Schiele, A. Parsch, B. Matsche, C. Eich, K. Becke, B. Landsleitner, S.G. Russo, M. Bernhard, T. Nicolai. Interdisziplinär konsentiertere Stellungnahme: Atemwegsmanagement mit supraglottischen Atemwegs-hilfen in der Kindernotfallmedizin – Larynxmaske ist State-of-the-art
. Anästh Intensivmed 2016;57:377-86.
4. Samsoon GL, Young JR. Difficult tracheal intubation: a retrospective study. Anaesthesia 1987;42:487-90.
5. Heidegger T. Management of the Difficult Airway. N Engl J Med 2021;384:1836-47.
6. Roth D, Pace NL, Lee A, Hovhannisyan K, Warenits AM, Arrich J, et al. Bedside tests for predicting difficult airways: an abridged Cochrane diagnostic test accuracy systematic review. Anaesthesia 2019;74:915-28.
7. Nørskov AK, Wetterslev J, Rosenstock CV, Afshari A, Astrup G, Jakobsen JC, et al. Prediction of difficult mask ventilation using a systematic assessment of risk factors vs. existing practice - a cluster randomised clinical trial in 94,006 patients. Anaesthesia 2017;72:296-308.
8. Kheterpal S, Han R, Tremper KK, Shanks A, Tait AR, O'Reilly M, et al. Incidence and predictors of difficult and impossible mask ventilation. Anesthesiology 2006;105:885-91.
9. Langeron O, Masso E, Huraux C, Guggiari M, Bianchi A, Coriat P, et al. Prediction of difficult mask ventilation. Anesthesiology 2000;92:1229-36.
10. Kheterpal S, Healy D, Aziz MF, Shanks AM, Freundlich RE, Linton F, et al. 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.

11. Norskov AK, Rosenstock CV, Wetterslev J, Astrup G, Afshari A, Lundstrom LH. Diagnostic accuracy of anaesthesiologists' prediction of difficult airway management in daily clinical practice: a cohort study of 188 064 patients registered in the Danish Anaesthesia Database. *Anaesthesia* 2015;70:272-81.
12. Lavery GG, McCloskey BV. The difficult airway in adult critical care. *Crit Care Med* 2008;36:2163-73.
13. Adnet F, Racine SX, Borron SW, Clemessy JL, Fournier JL, Lapostolle F, et al. A survey of tracheal intubation difficulty in the operating room: a prospective observational study. *Acta Anaesthesiol Scand* 2001;45:327-32.
14. Savva D. Prediction of difficult tracheal intubation. *British journal of anaesthesia* 1994;73:149-53.
15. Detsky ME, Jivraj N, Adhikari NK, Friedrich JO, Pinto R, Simel DL, et al. Will This Patient Be Difficult to Intubate?: The Rational Clinical Examination Systematic Review. *Jama* 2019;321:493-503.
16. Patil V. Predicting the difficulty of intubation utilizing an intubation gauge. *Anesth Rev* 1983;10:32-3.
17. Wilson ME, Spiegelhalter D, Robertson JA, Lesser P. Predicting difficult intubation. *British journal of anaesthesia* 1988;61:211-6.
18. Arne J, Descoins P, Fusciardi J, Ingrand P, Ferrier B, Boudigues D, et al. Preoperative assessment for difficult intubation in general and ENT surgery: predictive value of a clinical multivariate risk index. *British journal of anaesthesia* 1998;80:140-6.
19. el-Ganzouri AR, McCarthy RJ, Tuman KJ, Tanck EN, Ivankovich AD. Preoperative airway assessment: predictive value of a multivariate risk index. *Anesthesia and analgesia* 1996;82:1197-204.
20. 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.

21. Ilper H, Franz-Jäger C, Byhahn C, Klages M, Ackermann HH, Zacharowski K, et al. Update Mallampati. *Anaesthesist* 2018;67:738-44.
22. Ilper H, Grossbach A, Franz-Jäger C, Byhahn C, Klages M, Ackermann HH, et al. Thyromentaler Abstand. *Anaesthesist* 2018;67:198-203.
23. Kleine-Brueggene M, Greif R, Schoettker P, Savoldelli GL, Nabecker S, Theiler LG. Evaluation of six videolaryngoscopes in 720 patients with a simulated difficult airway: a multicentre randomized controlled trial. *British journal of anaesthesia* 2016;116:670-9.
24. Kohse EK, Siebert HK, Sasu PB, Loock K, Dohrmann T, Breiffeld P, et al. A model to predict difficult airway alerts after videolaryngoscopy in adults with anticipated difficult airways - the VIDIA score. *Anaesthesia* 2022;77:1089-96.
25. Ramachandran SK, Mathis MR, Tremper KK, Shanks AM, Kheterpal S. Predictors and clinical outcomes from failed Laryngeal Mask Airway Unique: a study of 15,795 patients. *Anesthesiology* 2012;116:1217-26.
26. Vannucci A, Rossi IT, Prifti K, Kallogjeri D, Rangrass G, DeCresce D, et al. Modifiable and Nonmodifiable Factors Associated With Perioperative Failure of Extraglottic Airway Devices. *Anesthesia and analgesia* 2018;126:1959-67.
27. Katsiampoura AD, Killoran PV, Corso RM, Cai C, Hagberg CA, Cattano D. Laryngeal mask placement in a teaching institution: analysis of difficult placements. *F1000Res* 2015;4:102.
28. Law JA, Duggan LV, Asselin M, Baker P, Crosby E, Downey A, et al. Canadian Airway Focus Group updated consensus-based recommendations for management of the difficult airway: part 2. Planning and implementing safe management of the patient with an anticipated difficult airway. *Canadian journal of anaesthesia = Journal canadien d'anesthesie* 2021;68:1405-36.
29. Kornas RL, Owyang CG, Sakles JC, Foley LJ, Mosier JM. Evaluation and Management of the Physiologically Difficult Airway: Consensus Recommendations From Society for Airway Management. *Anesthesia and analgesia* 2021;132:395-405.
30. Mosier JM, Joshi R, Hypes C, Pacheco G, Valenzuela T, Sakles JC. The Physiologically Difficult Airway. *West J Emerg Med* 2015;16:1109-17.

31. Apfelbaum JL, Hagberg CA, Connis RT, Abdelmalak BB, Agarkar M, Dutton RP, et al. 2022 American Society of Anesthesiologists Practice Guidelines for Management of the Difficult Airway*. *Anesthesiology* 2022;136:31-81.
32. Kristensen MS, Teoh WH, Graumann O, Laursen CB. Ultrasonography for clinical decision-making and intervention in airway management: from the mouth to the lungs and pleurae. *Insights Imaging* 2014;5:253-79.
33. Petrisor C, Dîrzu D, Trancă S, Hagău N, Bodolea C. Preoperative difficult airway prediction using suprahyoid and infrahyoid ultrasonography derived measurements in anesthesiology. *Med Ultrason* 2019;21:83-8.
34. Carsetti A, Sorbello M, Adrario E, Donati A, Falcetta S. Airway Ultrasound as Predictor of Difficult Direct Laryngoscopy: A Systematic Review and Meta-analysis. *Anesthesia and analgesia* 2022;134:740-50.
35. Zechner PM, Breitzkreutz R. Ultrasound instead of capnometry for confirming tracheal tube placement in an emergency? *Resuscitation* 2011;82:1259-61.
36. Austin DR, Chang MG, Bittner EA. Use of Handheld Point-of-Care Ultrasound in Emergency Airway Management. *Chest* 2021;159:1155-65.
37. Kristensen MS, Teoh WH, Rudolph SS. Ultrasonographic identification of the cricothyroid membrane: best evidence, techniques, and clinical impact. *British journal of anaesthesia* 2016;117 Suppl 1:i39-i48.
38. Ansari U, Malhas L, Mendonca C. Role of Ultrasound in Emergency Front of Neck Access: A Case Report and Review of Literature. *A A Pract* 2019;13:382-5.
39. Fudickar A WK, Becher T. Preoxygenation: visualisation by a simple mathematical model. *Anästh Intensivmed* 2022;63:148-54.
40. Nimmagadda U, Salem MR, Crystal GJ. Preoxygenation: Physiologic Basis, Benefits, and Potential Risks. *Anesthesia and analgesia* 2017;124:507-17.
41. Bouroche G, Bourgain JL. Preoxygenation and general anesthesia: a review. *Minerva anesthesiologica* 2015;81:910-20.
42. De Jong A, Futier E, Millot A, Coisel Y, Jung B, Chanques G, et al. How to preoxygenate in operative room: healthy subjects and situations "at risk". *Ann Fr Anesth Reanim* 2014;33:457-61.

43. Georgescu M, Tanoubi I, Fortier LP, Donati F, Drolet P. Efficacy of preoxygenation with non-invasive low positive pressure ventilation in obese patients: crossover physiological study. *Ann Fr Anesth Reanim* 2012;31:e161-5.
44. Lee JH, Jung H, Jang YE, Kim EH, Song IK, Kim HS, et al. Manual vs pressure-controlled facemask ventilation during the induction of general anesthesia in children: A prospective randomized controlled study. *Paediatric anaesthesia* 2019;29:331-7.
45. Hart D, Reardon R, Ward C, Miner J. Face mask ventilation: a comparison of three techniques. *The Journal of emergency medicine* 2013;44:1028-33.
46. Lyons C, Callaghan M. Uses and mechanisms of apnoeic oxygenation: a narrative review. *Anaesthesia* 2019;74:497-507.
47. Patel A, Nouraei SA. Transnasal Humidified Rapid-Insufflation Ventilatory Exchange (THRIVE): a physiological method of increasing apnoea time in patients with difficult airways. *Anaesthesia* 2015;70:323-9.
48. Marshall SD, Pandit JJ. Radical evolution: the 2015 Difficult Airway Society guidelines for managing unanticipated difficult or failed tracheal intubation. *Anaesthesia* 2016;71:131-7.
49. Rajan S, Joseph N, Tosh P, Kadapamannil D, Paul J, Kumar L. Effectiveness of transnasal humidified rapid-insufflation ventilatory exchange versus traditional preoxygenation followed by apnoeic oxygenation in delaying desaturation during apnoea: A preliminary study. *Indian journal of anaesthesia* 2018;62:202-7.
50. Ricard JD. Hazards of intubation in the ICU: role of nasal high flow oxygen therapy for preoxygenation and apneic oxygenation to prevent desaturation. *Minerva anesthesiologica* 2016;82:1098-106.
51. Jaber S, Monnin M, Girard M, Conseil M, Cisse M, Carr J, et al. Apnoeic oxygenation via high-flow nasal cannula oxygen combined with non-invasive ventilation preoxygenation for intubation in hypoxaemic patients in the intensive care unit: the single-centre, blinded, randomised controlled OPTINIV trial. *Intensive Care Med* 2016;42:1877-87.
52. Greenberg RS. Facemask, nasal, and oral airway devices. *Anesthesiol Clin North Am* 2002;20:833-61.

53. El-Orbany M, Woehlck HJ. Difficult mask ventilation. *Anesthesia and analgesia* 2009;109:1870-80.
54. Priebe HJ. Another Nail in the Coffin of the Practice of Checking Mask Ventilation Before Administration of a Muscle Relaxant. *Anesthesia and analgesia* 2019;129:e103-e4.
55. Soltész S, Alm P, Mathes A, Hellmich M, Hinkelbein J. The effect of neuromuscular blockade on the efficiency of facemask ventilation in patients difficult to facemask ventilate: a prospective trial. *Anaesthesia* 2017;72:1484-90.
56. Min SH, Im H, Kim BR, Yoon S, Bahk JH, Seo JH. Randomized Trial Comparing Early and Late Administration of Rocuronium Before and After Checking Mask Ventilation in Patients With Normal Airways. *Anesthesia and analgesia* 2019;129:380-6.
57. Noppens RR, Piepho T. Larynxmaske. Auf zu neuen Ufern? *Anaesthesist* 2015;64:5-6.
58. Kriege M, Alflen C, Eisel J, Ott T, Piepho T, Noppens RR. Evaluation of the optimal cuff volume and cuff pressure of the revised laryngeal tube "LTS-D" in surgical patients. *BMC anesthesiology* 2017;17:19.
59. Schalk R, Seeger FH, Mutlak H, Schweigkofler U, Zacharowski K, Peter N, et al. Complications associated with the prehospital use of laryngeal tubes--a systematic analysis of risk factors and strategies for prevention. *Resuscitation* 2014;85:1629-32.
60. Timmermann A, Nickel EA, Puhlinger F. Larynxmasken der zweiten Generation. *Anaesthesist* 2015;64:7-15.
61. Mahajan R, Batra YK. Water bubble test to detect malposition of PLMA. *Journal of anesthesia* 2009;23:634-5.
62. Goldmann K, Dieterich J, Roessler M. Laryngopharyngeal mucosal injury after prolonged use of the ProSeal LMA in a porcine model: a pilot study. *Canadian journal of anaesthesia = Journal canadien d'anesthesie* 2007;54:822-8.
63. Timmermann A. Supraglottic airways in difficult airway management: successes, failures, use and misuse. *Anaesthesia* 2011;66 Suppl 2:45-56.

64. Mohr S, Weigand MA, Hofer S, Martin E, Gries A, Walther A, et al. Developing the skill of laryngeal mask insertion: prospective single center study. *Anaesthesist* 2013;62:447-52.
65. El-Orbany MI, Getachew YB, Joseph NJ, Salem MR, Friedman M. Head elevation improves laryngeal exposure with direct laryngoscopy. *Journal of clinical anesthesia* 2015;27:153-8.
66. Akihisa Y, Hoshijima H, Maruyama K, Koyama Y, Andoh T. Effects of sniffing position for tracheal intubation: a meta-analysis of randomized controlled trials. *The American journal of emergency medicine* 2015;33:1606-11.
67. Driver BE, Semler MW, Self WH, Ginde AA, Trent SA, Gandotra S, et al. Effect of Use of a Bougie vs Endotracheal Tube With Stylet on Successful Intubation on the First Attempt Among Critically Ill Patients Undergoing Tracheal Intubation: A Randomized Clinical Trial. *Jama* 2021;326:2488-97.
68. Aziz MF, Brambrink AM, Healy DW, Willett AW, Shanks A, Tremper T, et al. Success of Intubation Rescue Techniques after Failed Direct Laryngoscopy in Adults: A Retrospective Comparative Analysis from the Multicenter Perioperative Outcomes Group. *Anesthesiology* 2016;125:656-66.
69. Gu Y, Robert J, Kovacs G, Milne AD, Morris I, Hung O, et al. A deliberately restricted laryngeal view with the GlideScope® video laryngoscope is associated with faster and easier tracheal intubation when compared with a full glottic view: a randomized clinical trial. *Canadian journal of anaesthesia = Journal canadien d'anesthesie* 2016;63:928-37.
70. 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.
71. Pieters BMA, Maas EHA, Knape JTA, van Zundert AAJ. Videolaryngoscopy vs. direct laryngoscopy use by experienced anaesthetists in patients with known difficult airways: a systematic review and meta-analysis. *Anaesthesia* 2017;72:1532-41.
72. Lewis SR, Butler AR, Parker J, Cook TM, Schofield-Robinson OJ, Smith AF. Videolaryngoscopy versus direct laryngoscopy for adult patients requiring tracheal

intubation: a Cochrane Systematic Review. *British journal of anaesthesia* 2017;119:369-83.

73. Cavus E, Bein B, Döriges V. Atemwegsmanagement - Videoassistierte Verfahren. *Anesthesiologie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie : AINS* 2011;46:588-96.

74. Noppens RR, Werner C, Piepho T. Indirekte Laryngoskopie: Alternativen zur Atemwegssicherung. *Anaesthesist* 2010;59:149-61.

75. Sakles JC, Patanwala AE, Mosier J, Dicken J, Holman N. Comparison of the reusable standard GlideScope(R) video laryngoscope and the disposable cobalt GlideScope(R) video laryngoscope for tracheal intubation in an academic emergency department: a retrospective review. *Academic emergency medicine : official journal of the Society for Academic Emergency Medicine* 2014;21:408-15.

76. Andersen LH, Rovsing L, Olsen KS. GlideScope videolaryngoscope vs. Macintosh direct laryngoscope for intubation of morbidly obese patients: a randomized trial. *Acta Anaesthesiol Scand* 2011;55:1090-7.

77. Hansel J, Rogers AM, Lewis SR, Cook TM, Smith AF. Videolaryngoscopy versus direct laryngoscopy for adults undergoing tracheal intubation. *Cochrane Database Syst Rev* 2022;4:Cd011136.

78. Noppens RR, Möbus S, Heid F, Schmidtman I, Werner C, Piepho T. Evaluation of the McGrath Series 5 videolaryngoscope after failed direct laryngoscopy. *Anaesthesia* 2010.

79. Kriege M, Noppens RR, Turkstra T, Payne S, Kunitz O, Tzanova I, et al. A multicentre randomised controlled trial of the McGrath Mac videolaryngoscope versus conventional laryngoscopy. *Anaesthesia* 2023.

80. Herbstreit F, Fassbender P, Haberl H, Kehren C, Peters J. Learning endotracheal intubation using a novel videolaryngoscope improves intubation skills of medical students. *Anesthesia and analgesia* 2011;113:586-90.

81. Aziz MF, Abrons RO, Cattano D, Bayman EO, Swanson DE, Hagberg CA, et al. First-Attempt Intubation Success of Video Laryngoscopy in Patients with Anticipated Difficult Direct Laryngoscopy: A Multicenter Randomized Controlled Trial Comparing the C-MAC D-Blade Versus the GlideScope in a Mixed Provider and Diverse Patient Population. *Anesthesia and analgesia* 2016;122:740-50.

82. Bein B, Yan M, Tonner PH, Scholz J, Steinfath M, Döriges V. Tracheal intubation using the Bonfils intubation fibrescope after failed direct laryngoscopy. *Anaesthesia* 2004;59:1207-9.
83. Halligan M, Charters P. A clinical evaluation of the Bonfils Intubation Fibrescope. *Anaesthesia* 2003;58:1087-91.
84. Falchetta S, Pecora L, Orsetti G, Gentili P, Rossi A, Gabbanelli V, et al. The Bonfils fiberscope: a clinical evaluation of its learning curve and efficacy in difficult airway management. *Minerva anesthesiologica* 2012;78:176-84.
85. Heymans F, Feigl G, Graber S, Courvoisier DS, Weber KM, Dulguerov P. Emergency Cricothyrotomy Performed by Surgical Airway-naive Medical Personnel: A Randomized Crossover Study in Cadavers Comparing Three Commonly Used Techniques. *Anesthesiology* 2016;125:295-303.
86. King W, Teare J, Vandrevalla T, Cartwright S, Mohammed KB, Patel B. Evaluation of a novel Surgicric® cricothyroidotomy device for emergency tracheal access in a porcine model. *Anaesthesia* 2016;71:177-84.
87. Chrisman L, King W, Wimble K, Cartwright S, Mohammed KB, Patel B. Surgicric 2: A comparative bench study with two established emergency cricothyroidotomy techniques in a porcine model. *British journal of anaesthesia* 2016;117:236-42.
88. Poole O, Vargo M, Zhang J, Hung O. A comparison of three techniques for cricothyrotomy on a manikin. *Can J Respir Ther* 2017;53:29-32.
89. Nakstad AR, Bredmose PP, Sandberg M. Comparison of a percutaneous device and the bougie-assisted surgical technique for emergency cricothyrotomy: an experimental study on a porcine model performed by air ambulance anaesthesiologists. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2013;21:59.
90. Andresen Å EL, Kramer-Johansen J, Kristiansen T. Percutaneous vs surgical emergency cricothyroidotomy: An experimental randomized crossover study on an animal-larynx model. *Acta Anaesthesiol Scand* 2019;63:1306-12.
91. Bair AE, Panacek EA, Wisner DH, Bales R, Sakles JC. Cricothyrotomy: a 5-year experience at one institution. *The Journal of emergency medicine* 2003;24:151-6.

92. Kwon YS, Lee CA, Park S, Ha SO, Sim YS, Baek MS. Incidence and outcomes of cricothyrotomy in the "cannot intubate, cannot oxygenate" situation. *Medicine (Baltimore)* 2019;98:e17713.
93. Andresen Å EL, Kramer-Johansen J, Kristiansen T. Emergency cricothyroidotomy in difficult airway simulation - a national observational study of Air Ambulance crew performance. *BMC Emerg Med* 2022;22:64.
94. 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.
95. Preussler NP, Schreiber T, Hüter L, Gottschall R, Schubert H, Rek H, et al. 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.
96. de Wolf MWP, van der Beek T, Hamaekers AE, Theunissen M, Enk D. A prototype small-bore ventilation catheter with a cuff: cuff inflation optimizes ventilation with the Ventrain. *Acta Anaesthesiol Scand* 2018;62:328-35.
97. de Wolf MW, Gottschall R, Preussler NP, Paxian M, Enk D. Emergency ventilation with the Ventrain(®) through an airway exchange catheter in a porcine model of complete upper airway obstruction. *Canadian journal of anaesthesia = Journal canadien d'anesthesie* 2017;64:37-44.
98. Catchpole K, Mishra A, Handa A, McCulloch P. Teamwork and error in the operating room: analysis of skills and roles. *Ann Surg* 2008;247:699-706.
99. Catchpole KR, Giddings AE, de Leval MR, Peek GJ, Godden PJ, Utley M, et al. Identification of systems failures in successful paediatric cardiac surgery. *Ergonomics* 2006;49:567-88.
100. T. Prien HB, M. Czaplík, M. Hölzl, Ch. Hönemann, J. Grensemann, Th. Muders, R. Sattler, D. Schädler, T. Krauß. Funktionsprüfung des Narkosegerätes zur Gewährleistung der Patientensicherheit – Empfehlung der Kommission für Normung und technische Sicherheit der DGAI. *Anästhesiologie Intensivmedizin* 2019;60:75-83.
101. Law JA, Morris IR, Brousseau PA, de la Ronde S, Milne AD. The incidence, success rate, and complications of awake tracheal intubation in 1,554 patients over

12 years: an historical cohort study. *Canadian journal of anaesthesia = Journal canadien d'anesthesie* 2015;62:736-44.

102. El-Boghdady K, Onwochei DN, Cuddihy J, Ahmad I. A prospective cohort study of awake fiberoptic intubation practice at a tertiary centre. *Anaesthesia* 2017;72:694-703.

103. Johnston KD, Rai MR. Conscious sedation for awake fiberoptic intubation: a review of the literature. *Canadian journal of anaesthesia = Journal canadien d'anesthesie* 2013;60:584-99.

104. He XY, Cao JP, He Q, Shi XY. Dexmedetomidine for the management of awake fiberoptic intubation. *Cochrane Database Syst Rev* 2014;2014:Cd009798.

105. Alhomary M, Ramadan E, Curran E, Walsh SR. Videolaryngoscopy vs. fiberoptic bronchoscopy for awake tracheal intubation: a systematic review and meta-analysis. *Anaesthesia* 2018;73:1151-61.

106. Jiang J, Ma DX, Li B, Wu AS, Xue FS. Videolaryngoscopy versus fiberoptic bronchoscope for awake intubation - a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Ther Clin Risk Manag* 2018;14:1955-63.

107. Thomson S. TRACHEOTOMY UNDER LOCAL ANAESTHESIA. *Br Med J* 1905;2:922-3.

108. 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.

109. Lim WY, Wong P. Awake supraglottic airway guided flexible bronchoscopic intubation in patients with anticipated difficult airways: a case series and narrative review. *Korean journal of anesthesiology* 2019;72:548-57.

110. Cook TM, Woodall N, Frerk C. 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. *British journal of anaesthesia* 2011;106:617-31.

111. Cook TM, MacDougall-Davis SR. Complications and failure of airway management. *British journal of anaesthesia* 2012;109 Suppl 1:i68-i85.

112. Williamson JA, Webb RK, Szekely S, Gillies ER, Dreosti AV. The Australian Incident Monitoring Study. Difficult intubation: an analysis of 2000 incident reports. *Anaesthesia and intensive care* 1993;21:602-7.
113. Mosier JM. Physiologically difficult airway in critically ill patients: winning the race between haemoglobin desaturation and tracheal intubation. *British journal of anaesthesia* 2020;125:e1-e4.
114. Fei M, Blair JL, Rice MJ, Edwards DA, Liang Y, Pilla MA, et al. Comparison of effectiveness of two commonly used two-handed mask ventilation techniques on unconscious apnoeic obese adults. *British journal of anaesthesia* 2017;118:618-24.
115. Sato S, Hasegawa M, Okuyama M, Okazaki J, Kitamura Y, Sato Y, et al. Mask Ventilation during Induction of General Anesthesia: Influences of Obstructive Sleep Apnea. *Anesthesiology* 2017;126:28-38.
116. Joffe AM, Hetzel S, Liew EC. A two-handed jaw-thrust technique is superior to the one-handed "EC-clamp" technique for mask ventilation in the apneic unconscious person. *Anesthesiology* 2010;113:873-9.
117. Bouvet L, Albert ML, Augris C, Boselli E, Ecochard R, Rabilloud M, et al. Real-time detection of gastric insufflation related to facemask pressure-controlled ventilation using ultrasonography of the antrum and epigastric auscultation in nonparalyzed patients: a prospective, randomized, double-blind study. *Anesthesiology* 2014;120:326-34.
118. Ikeda A, Isono S, Sato Y, Yogo H, Sato J, Ishikawa T, et al. Effects of muscle relaxants on mask ventilation in anesthetized persons with normal upper airway anatomy. *Anesthesiology* 2012;117:487-93.
119. Levitan RM, Mechem CC, Ochroch EA, Shofer FS, Hollander JE. Head-elevated laryngoscopy position: improving laryngeal exposure during laryngoscopy by increasing head elevation. *Annals of emergency medicine* 2003;41:322-30.
120. Schmitt HJ, Mang H. Head and neck elevation beyond the sniffing position improves laryngeal view in cases of difficult direct laryngoscopy. *Journal of clinical anaesthesia* 2002;14:335-8.
121. Gataure PS, Vaughan RS, Latta IP. Simulated difficult intubation. Comparison of the gum elastic bougie and the stylet. *Anaesthesia* 1996;51:935-8.

122. Jabre P, Combes X, Leroux B, Aaron E, Auger H, Margenet A, et al. Use of gum elastic bougie for prehospital difficult intubation. *The American journal of emergency medicine* 2005;23:552-5.
123. 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.
124. Hasegawa K, Shigemitsu K, Hagiwara Y, Chiba T, Watase H, Brown CA, 3rd, et al. Association between repeated intubation attempts and adverse events in emergency departments: an analysis of a multicenter prospective observational study. *Annals of emergency medicine* 2012;60:749-54.e2.
125. Paolini JB, Donati F, Drolet P. Review article: video-laryngoscopy: another tool for difficult intubation or a new paradigm in airway management? *Canadian journal of anaesthesia = Journal canadien d'anesthesie* 2013;60:184-91.
126. Delaney KA, Hessler R. Emergency flexible fiberoptic nasotracheal intubation: a report of 60 cases. *Annals of emergency medicine* 1988;17:919-26.
127. Hattori K, Komazawa N, Miyazaki Y, Kido H, Deguchi S, Minami T. Muscle relaxant facilitates i-gel insertion by novice doctors: A prospective randomized controlled trial. *Journal of clinical anesthesia* 2016;33:218-22.
128. Fujiwara A, Komazawa N, Nishihara I, Miyazaki S, Tatsumi S, Nishimura W, et al. Muscle relaxant effects on insertion efficacy of the laryngeal mask ProSeal(®) in anesthetized patients: a prospective randomized controlled trial. *Journal of anesthesia* 2015;29:580-4.
129. Van Zundert AA, Kumar CM, Van Zundert TC. Malpositioning of supraglottic airway devices: preventive and corrective strategies. *British journal of anaesthesia* 2016;116:579-82.
130. Engelhardt T, Virag K, Veyckemans F, Habre W. Airway management in paediatric anaesthesia in Europe-insights from APRICOT (Anaesthesia Practice In Children Observational Trial): a prospective multicentre observational study in 261 hospitals in Europe. *British journal of anaesthesia* 2018;121:66-75.
131. Stinson HR, Srinivasan V, Topjian AA, Sutton RM, Nadkarni VM, Berg RA, et al. Failure of Invasive Airway Placement on the First Attempt Is Associated With Progression to Cardiac Arrest in Pediatric Acute Respiratory Compromise. *Pediatric*

critical care medicine : a journal of the Society of Critical Care Medicine and the World Federation of Pediatric Intensive and Critical Care Societies 2018;19:9-16.

132. Ortiz-Gómez JR, Palacio-Abizanda FJ, Fonet-Ruiz I. Failure of sugammadex to reverse rocuronium-induced neuromuscular blockade: a case report. *European journal of anaesthesiology* 2014;31:708-9.
133. Kennedy CC, Cannon EK, Warner DO, Cook DA. Advanced airway management simulation training in medical education: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care Med* 2014;42:169-78.
134. Ng A, Smith G. Gastroesophageal reflux and aspiration of gastric contents in anesthetic practice. *Anesth Analg* 2001;93:494-513.
135. Algie CM, Mahar RK, Tan HB, Wilson G, Mahar PD, Wasiak J. Effectiveness and risks of cricoid pressure during rapid sequence induction for endotracheal intubation. *Cochrane Database Syst Rev* 2015;2015:Cd011656.
136. Bremerich D AT, Chappell D, Hanß R, Kaufner L, Kehl F S1-Leitlinie: Die geburtshilfliche Analgesie und Anästhesie. *AnästH Intensivmed* 2020;61:300-39.
137. Ehrenfeld JM, Mulvoy W, Sandberg WS. Performance comparison of right- and left-sided double-lumen tubes among infrequent users. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2010;24:598-601.
138. Loop T, Spaeth J. Atemwegsmanagement in der Thoraxanästhesie mit dem Doppellumentubus. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2018;53:174-85.
139. Wang ML, Galvez C, Chen JS, Navarro-Martinez J, Bolufer S, Hung MH, et al. Non-intubated single-incision video-assisted thoracic surgery: a two-center cohort of 188 patients. *J Thorac Dis* 2017;9:2587-98.
140. Pompeo E, Dauri M. Is there any benefit in using awake anesthesia with thoracic epidural in thoracoscopic talc pleurodesis? *J Thorac Cardiovasc Surg* 2013;146:495-7.e1.
141. Russell T, Slinger P, Roscoe A, McRae K, Van Rensburg A. A randomised controlled trial comparing the GlideScope(®) and the Macintosh laryngoscope for double-lumen endobronchial intubation. *Anaesthesia* 2013;68:1253-8.

142. Lin W, Li H, Liu W, Cao L, Tan H, Zhong Z. A randomised trial comparing the CEL-100 videolaryngoscope(TM) with the Macintosh laryngoscope blade for insertion of double-lumen tubes. *Anaesthesia* 2012;67:771-6.
143. Hsu HT, Chou SH, Wu PJ, Tseng KY, Kuo YW, Chou CY, et al. Comparison of the GlideScope® videolaryngoscope and the Macintosh laryngoscope for double-lumen tube intubation. *Anaesthesia* 2012;67:411-5.
144. Piepho T, Cavus E, Noppens R, Byhahn C, Dorges V, Zwissler B, et al. S1 guidelines on airway management : Guideline of the German Society of Anesthesiology and Intensive Care Medicine. *Anaesthesist* 2015;64:27-40.
145. Frerk C, Mitchell VS, McNarry AF, Mendonca C, Bhagrath R, Patel A, et al. Difficult Airway Society 2015 guidelines for management of unanticipated difficult intubation in adults. *British journal of anaesthesia* 2015;115:827-48.
146. 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.
147. 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.
148. Wong DT, Yang JJ, Mak HY, Jagannathan N. Use of intubation introducers through a supraglottic airway to facilitate tracheal intubation: a brief review. *Can J Anaesth* 2012;59:704-15.
149. Huitink JM, Koopman EM, Bouwman RA, Craenen A, Verwoert M, Krage R, et al. Tracheal intubation with a camera embedded in the tube tip (Vivasight()). *Anaesthesia* 2013;68:74-8.
150. Sawasdiwipachai P, Boonsri S, Suksompong S, Prowpan P. The uses of laryngeal mask airway ProSeal and endobronchial blocker for one lung anesthesia. *J Anesth* 2015;29:660-5.
151. G. Beck KBEB, M. Deja,, H. Hofer TI, H. Komar, E. Mertens,, T. Prien AS, H. Sorgatz, J. Strauß, H. Van Aken und F. Vescia. Mindestanforderungen an den anästhesio- logischen Arbeitsplatz. *Anästh Intensivmed* 2013;54:39-42.

152. M. Coburn RR, H. Bause, J. Biscopig, M. Fries, D. Henzler, T.-M. Iber, J. Karst, P. Meybohm, B. Mierke, F. Pabst, G. Schälte, JH. Schiff, A. Stevanovic, M. Winterhalter. Qualitätsindikatoren Anästhesiologie 2015. Anästh Intensivmed 2016;57:219-30.
153. Chung F, Abdullah HR, Liao P. STOP-Bang Questionnaire: A Practical Approach to Screen for Obstructive Sleep Apnea. Chest 2016;149:631-8.
154. Leong SM, Tiwari A, Chung F, Wong DT. Obstructive sleep apnea as a risk factor associated with difficult airway management - A narrative review. Journal of clinical anesthesia 2018;45:63-8.
155. Nagappa M, Wong DT, Cozowicz C, Ramachandran SK, Memtsoudis SG, Chung F. Is obstructive sleep apnea associated with difficult airway? Evidence from a systematic review and meta-analysis of prospective and retrospective cohort studies. PloS one 2018;13:e0204904.
156. Saur P, Roggenbach J, Meinel S, Klinger A, Stasche N, Martin E, et al. Outpatient anesthesia for patients with obstructive sleep apnea: results of a national survey. Anaesthesist 2012;61:14-7, 20-4.
157. Rosero EB, Joshi GP. Outcomes of Sleep Apnea Surgery in Outpatient and Inpatient Settings. Anesthesia and analgesia 2021;132:1215-22.
158. Tibble R CL. The Difficult Airway and Videolaryngoscope use in Day Surgery. The Journal of One Day Surgery 2015;25:48-50.
159. Royal College of Anaesthetists. Guidelines for the Provision of Anaesthesia Services in the Non-theatre Environment 2023. Chapter 7.
160. Timmermann A, Bergner UA, Russo SG. Laryngeal mask airway indications: new frontiers for second-generation supraglottic airways. Curr Opin Anaesthesiol 2015;28:717-26.
161. Pierre MS ME, Schaffartzik W, Schleppers A. Laryngeal mask placement in the prone position. An online-survey among German anaesthetists in private practice. . Anästh Intensivmed 2013;54:181-91.
162. Kodali BS. Capnography outside the operating rooms. Anesthesiology 2013;118:192-201.

163. Russotto V, Myatra SN, Laffey JG, Tassistro E, Antolini L, Bauer P, et al. Intubation Practices and Adverse Peri-intubation Events in Critically Ill Patients From 29 Countries. *Jama* 2021;325:1164-72.
164. Lascarrou JB, Boisrame-Helms J, Bailly A, Le Thuaut A, Kamel T, Mercier E, et al. Video Laryngoscopy vs Direct Laryngoscopy on Successful First-Pass Orotracheal Intubation Among ICU Patients: A Randomized Clinical Trial. *Jama* 2017;317:483-93.
165. Jaber S, Amraoui J, Lefrant JY, Arich C, Cohendy R, Landreau L, et al. Clinical practice and risk factors for immediate complications of endotracheal intubation in the intensive care unit: a prospective, multiple-center study. *Crit Care Med* 2006;34:2355-61.
166. Griesdale DE, Bosma TL, Kurth T, Isac G, Chittock DR. Complications of endotracheal intubation in the critically ill. *Intensive Care Med* 2008;34:1835-42.
167. 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. *Journal of clinical anaesthesia* 2004;16:508-16.
168. Toolis M, Tiruvoipati R, Botha J, Green C, Subramaniam A. A practice survey of airway management in Australian and New Zealand intensive care units. *Crit Care Resusc* 2019;21:139-47.
169. Higgs A, Cook TM, McGrath BA. Airway management in the critically ill: the same, but different. *British journal of anaesthesia* 2016;117 Suppl 1:i5-i9.
170. Thomas AN, Panchagnula U, Taylor RJ. Review of patient safety incidents submitted from Critical Care Units in England & Wales to the UK National Patient Safety Agency. *Anaesthesia* 2009;64:1178-85.
171. Khandelwal N, Khorsand S, Mitchell SH, Joffe AM. Head-Elevated Patient Positioning Decreases Complications of Emergent Tracheal Intubation in the Ward and Intensive Care Unit. *Anesthesia and analgesia* 2016;122:1101-7.
172. Ramkumar V, Umesh G, Philip FA. Preoxygenation with 20° head-up tilt provides longer duration of non-hypoxic apnea than conventional preoxygenation in non-obese healthy adults. *Journal of anaesthesia* 2011;25:189-94.

173. Lane S, Saunders D, Schofield A, Padmanabhan R, Hildreth A, Laws D. A prospective, randomised controlled trial comparing the efficacy of pre-oxygenation in the 20 degrees head-up vs supine position. *Anaesthesia* 2005;60:1064-7.
174. Miguel-Montanes R, Hajage D, Messika J, Bertrand F, Gaudry S, Rafat C, et al. Use of high-flow nasal cannula oxygen therapy to prevent desaturation during tracheal intubation of intensive care patients with mild-to-moderate hypoxemia. *Crit Care Med* 2015;43:574-83.
175. Schwartz DE, Matthay MA, Cohen NH. Death and other complications of emergency airway management in critically ill adults. A prospective investigation of 297 tracheal intubations. *Anesthesiology* 1995;82:367-76.
176. De Jong A, Molinari N, Terzi N, Mongardon N, Arnal JM, Guitton C, et al. Early identification of patients at risk for difficult intubation in the intensive care unit: development and validation of the MACOCHA score in a multicenter cohort study. *Am J Respir Crit Care Med* 2013;187:832-9.
177. Rombey T, Schieren M, Pieper D. Video Versus Direct Laryngoscopy for Inpatient Emergency Intubation in Adults. *Dtsch Arztebl Int* 2018;115:437-44.
178. Bhattacharjee S, Maitra S, Baidya DK. A comparison between video laryngoscopy and direct laryngoscopy for endotracheal intubation in the emergency department: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of clinical anaesthesia* 2018;47:21-6.
179. Arulkumaran N, Lowe J, Ions R, Mendoza M, Bennett V, Dunser MW. Videolaryngoscopy versus direct laryngoscopy for emergency orotracheal intubation outside the operating room: a systematic review and meta-analysis. *British journal of anaesthesia* 2018;120:712-24.
180. Hypes CD, Stolz U, Sakles JC, Joshi RR, Natt B, Malo J, et al. Video Laryngoscopy Improves Odds of First-Attempt Success at Intubation in the Intensive Care Unit. A Propensity-matched Analysis. *Annals of the American Thoracic Society* 2016;13:382-90.
181. Mosier JM, Stolz U, Chiu S, Sakles JC. Difficult airway management in the emergency department: GlideScope videolaryngoscopy compared to direct laryngoscopy. *The Journal of emergency medicine* 2012;42:629-34.

182. Ward KR, Yealy DM. End-tidal carbon dioxide monitoring in emergency medicine, Part 2: Clinical applications. *Academic emergency medicine : official journal of the Society for Academic Emergency Medicine* 1998;5:637-46.
183. Linko K, Paloheimo M, Tammisto T. Capnography for detection of accidental oesophageal intubation. *Acta Anaesthesiol Scand* 1983;27:199-202.
184. Mort TC. Tracheal tube exchange: feasibility of continuous glottic viewing with advanced laryngoscopy assistance. *Anesthesia and analgesia* 2009;108:1228-31.
185. Mort TC, Braffett BH. Conventional Versus Video Laryngoscopy for Tracheal Tube Exchange: Glottic Visualization, Success Rates, Complications, and Rescue Alternatives in the High-Risk Difficult Airway Patient. *Anesthesia and analgesia* 2015;121:440-8.
186. Rothaar RC, Epstein SK. Extubation failure: magnitude of the problem, impact on outcomes, and prevention. *Curr Opin Crit Care* 2003;9:59-66.
187. Cormack RS, Lehane J. Difficult tracheal intubation in obstetrics. *Anaesthesia* 1984;39:1105-11.
188. Cavus E. Glottic visualisation with videolaryngoscopy: Proposal for a modified, indexed Cormack-Lehane Score. *BJA: British Journal of Anaesthesia* 2014;113.
189. Benumof JL, Cooper SD. Quantitative improvement in laryngoscopic view by optimal external laryngeal manipulation. *Journal of clinical anesthesia* 1996;8:136-40.
190. Takahata O, Kubota M, Mamiya K, Akama Y, Nozaka T, Matsumoto H, et al. The efficacy of the "BURP" maneuver during a difficult laryngoscopy. *Anesthesia and analgesia* 1997;84:419-21.
191. 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.
192. 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.
193. Fan T, Wang G, Mao B, Xiong Z, Zhang Y, Liu X, et al. Prophylactic administration of parenteral steroids for preventing airway complications after

extubation in adults: meta-analysis of randomised placebo controlled trials. *BMJ (Clinical research ed)* 2008;337:a1841.

194. 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.

195. François B, Bellissant E, Gissot V, Desachy A, Normand S, Boulain T, et al. 12-h pretreatment with methylprednisolone versus placebo for prevention of postextubation laryngeal oedema: a randomised double-blind trial. *Lancet* 2007;369:1083-9.

196. Jaber S, Jung B, Chanques G, Bonnet F, Marret E. Effects of steroids on reintubation and post-extubation stridor in adults: meta-analysis of randomised controlled trials. *Crit Care* 2009;13:R49.

197. Peterson GN, Domino KB, Caplan RA, Posner KL, Lee LA, Cheney FW. Management of the difficult airway: a closed claims analysis. *Anesthesiology* 2005;103:33-9.

198. Cavallone LF, Vannucci A. Review article: Extubation of the difficult airway and extubation failure. *Anesthesia and analgesia* 2013;116:368-83.

199. Popat M, Mitchell V, Dravid R, Patel A, Swampillai C, Higgs A. Difficult Airway Society Guidelines for the management of tracheal extubation. *Anaesthesia* 2012;67:318-40.

200. Miller RL, Cole RP. Association between reduced cuff leak volume and postextubation stridor. *Chest* 1996;110:1035-40.

201. Mort TC. Continuous airway access for the difficult extubation: the efficacy of the airway exchange catheter. *Anesthesia and analgesia* 2007;105:1357-62, table of contents.

202. Roten FM, Steffen R, Kleine-Brueggene M, Greif R, Wipfli M, Arnold A, et al. Dislocation rates of postoperative airway exchange catheters - a prospective case series of 200 patients. *BMC anesthesiology* 2019;19:52.

203. McManus S, Jones L, Anstey C, Senthuran S. An assessment of the tolerability of the Cook staged extubation wire in patients with known or suspected difficult airways extubated in intensive care. *Anaesthesia* 2018;73:587-93.

204. Rehak A, Watterson LM. Institutional preparedness to prevent and manage anaesthesia-related 'can't intubate, can't oxygenate' events in Australian and New Zealand teaching hospitals. *Anaesthesia* 2020;75:767-74.
205. Baker PA, Weller JM, Greenland KB, Riley RH, Merry AF. Education in airway management. *Anaesthesia* 2011;66 Suppl 2:101-11.
206. Sun Y, Pan C, Li T, Gan TJ. Airway management education: simulation based training versus non-simulation based training-A systematic review and meta-analyses. *BMC Anesthesiol* 2017;17:17.
207. Links MJ, Watterson L, Martin P, O'Regan S, Molloy E. Finding common ground: meta-synthesis of communication frameworks found in patient communication, supervision and simulation literature. *BMC Med Educ* 2020;20:45.
208. Flin R, Fioratou E, Frerk C, Trotter C, Cook TM. Human factors in the development of complications of airway management: preliminary evaluation of an interview tool. *Anaesthesia* 2013;68:817-25.
209. Reader T, Flin R, Lauche K, Cuthbertson BH. Non-technical skills in the intensive care unit. *British journal of anaesthesia* 2006;96:551-9.
210. Haerkens MH, Jenkins DH, van der Hoeven JG. Crew resource management in the ICU: the need for culture change. *Ann Intensive Care* 2012;2:39.
211. Harvey R, Foulds L, Housden T, Bennett KA, Falzon D, McNarry AF, et al. The impact of didactic read-aloud action cards on the performance of cannula cricothyroidotomy in a simulated 'can't intubate can't oxygenate' scenario. *Anaesthesia* 2017;72:343-9.
212. Marshall SD, Mehra R. The effects of a displayed cognitive aid on non-technical skills in a simulated 'can't intubate, can't oxygenate' crisis. *Anaesthesia* 2014;69:669-77.

| | |
|-------------------------------------|------------|
| Versionsnummer: | 2.0 |
| Erstveröffentlichung: | 03/2015 |
| Überarbeitung von: | 08/2023 |
| Nächste Überprüfung geplant: | 08/2028 |

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit des Inhalts keine Verantwortung übernehmen. **Insbesondere bei Dosierungsangaben sind stets die Angaben der Hersteller zu beachten!**

Autorisiert für elektronische Publikation: AWMF online