

## Larynxmaske – Indikationen und Kontraindikationen

### Zusammenfassung

Die Larynxmaske ist seit ihrer Entwicklung im Jahr 1983 zu einem wesentlichen Werkzeug der Atemwegssicherung vor allem bei elektiven Eingriffen an nicht aspirationsgefährdeten Patienten geworden. In diesem Anwendungsbereich sind zahlreiche Vorteile sowohl gegenüber der Gesichtsmaske als auch gegenüber der endotrachealen Intubation belegt. Im Vergleich zur Gesichtsmaske sind insbesondere die bessere Abdichtung des Larynx mit geringerer Leckage und Narkosegasbelastung der Umwelt sowie die Vermeidung der unmittelbaren Bindung des Anästhesisten zu nennen. Gegenüber der endotrachealen Intubation ist die Larynxmaske mit weniger hämodynamischen Schwankungen während der Ein- und Ausleitung, weniger Verletzungen an Larynx und Pharynx, weniger Husten und Laryngospasmen während der Ausleitungsphase und einer geringeren Inzidenz von postoperativer Heiserkeit und Halsschmerzen assoziiert. Außerdem kann auf die Anwendung von Muskelrelaxanzien verzichtet werden, womit postoperative Komplikationen infolge einer Restrelaxierung vermieden werden. Bei nüchternen Patienten ist die Aspirationsgefahr im Vergleich zur endotrachealen Intubation nicht erhöht. In Notfallsituationen und bei der Sicherung des schwierigen Atemwegs stellt die Larynxmaske einen integralen Bestandteil des Atemwegsmanagements dar. Auch in der Kinderanästhesie hat sich die Larynxmaske sowohl im Routinebetrieb als auch in Notfallsituationen fest etabliert. Aufgrund von Weiterentwick-

## Laryngeal mask – Indications and contraindications

P. H. Arnemann<sup>1</sup> · M. Heßler<sup>1</sup> · S. Rehberg<sup>2</sup>

lungen wie dem ösophagealen Drainagekanal werden Larynxmasken der zweiten Generation mittlerweile auch bei Eingriffen in der Hals-Nasen-Ohrenheilkunde und bei kurzen laparoskopischen Eingriffen in der Gynäkologie und Allgemeinchirurgie eingesetzt. Nach ersten randomisierten Studien scheint die Anwendung bei nüchternen Patienten in Bauchlage ebenfalls sicher zu sein; eine abschließende Empfehlung für oder gegen diese Anwendung der Zweitgenerations-Larynxmaske kann aufgrund der geringen Patientenzahlen derzeit jedoch nicht gegeben werden. Außerdem gibt es eine zunehmende Zahl an kleineren Untersuchungen und Fallberichten, die die erfolgreiche und sichere Anwendung der Larynxmaske bei perkutaner Dilatationstracheotomie auf der Intensivstation, bei Entbindungen per Sectio sowie bei Eingriffen an adipösen Patienten beschreiben. Aufgrund der limitierten Datenlage zu den letzteren Patientengruppen gibt es allerdings keine eindeutigen Empfehlungen der Fachgesellschaften, so dass die Anwendung nicht routinemäßig, sondern lediglich im Einzelfall und nach sorgfältiger, individueller Risiko-Nutzen-Abwägung erfolgen sollte.

### Summary

Following its invention in 1983, the laryngeal mask rapidly became an essential tool of airway management. It is used to secure the airway of patients undergoing elective surgery, who are not at risk for pulmonary aspiration. Compared to face masks and endotra-

### Zertifizierte Fortbildung

### CME online

BDA- und DGAI-Mitglieder müssen sich mit ihren Zugangsdaten aus dem geschlossenen Bereich der BDA- und DGAI-Webseite unter der Domain [www.cme-anesthesiologie.de](http://www.cme-anesthesiologie.de) anmelden, um auf das Kursangebot zugreifen zu können.

- 1 Klinik für Anästhesiologie, operative Intensivmedizin und Schmerztherapie, Universitätsklinikum Münster (Direktor: Prof. Dr. Dr. h.c. H. Van Aken)
- 2 Klinik für Anästhesiologie, Anästhesie, Intensiv-, Notfall- und Schmerzmedizin, Universitätsmedizin Greifswald (Direktor: Prof. Dr. K. Hahnenkamp)

### Schlüsselwörter

Atemwegssicherung – Atemwegssicherung – Larynxmaske – Endotracheale Intubation – Respiratorische Komplikationen – Schwieriger Atemweg

### Keywords

Airway Management – Difficult Airway – Endotracheal Intubation – Laryngeal Mask – Respiratory Complications

cheal tubes, the laryngeal mask provides advantages that have been verified in numerous studies. Major advantages of the laryngeal mask over the face mask are an improved sealing of the larynx resulting in less air leakage and reduced environmental contamination with volatile anaesthetics. In addition, the anaesthesiologist does not need to secure the laryngeal mask with his hands. When comparing the laryngeal mask with endotracheal intubation, there are less haemodynamic variations during anaesthesia induction and emergence from anaesthesia, fewer injuries of laryngeal and pharyngeal structures, less coughing and laryngospasms during anaesthesia reversal and less postoperative sore throats and hoarseness. Moreover, the use of muscle relaxants with their typical postoperative risks can be avoided. Importantly, no increased risk for pulmonary aspiration has been observed in fasted patients, when the laryngeal mask was used instead of an endotracheal tube. In emergency situations, and for the difficult airway management, the laryngeal mask has even become an indispensable tool. In paediatric anaesthesia, the laryngeal mask is also established for routine clinical practice as well as for emergencies. Due to further developments like the oesophageal drainage, the laryngeal masks of the second generation can be safely used for procedures in otorhinolaryngology and short laparoscopic surgeries in gynaecology and general surgery. Initial randomized, controlled trials even provide evidence for the safe use of laryngeal masks in fasted patients undergoing surgery in prone position, but due to the small number of patients, no final recommendation in favour of or against this use can be given at present. Finally, there is a growing number of small studies and case reports describing the successful and safe use of laryngeal masks (second generation) for percutaneous dilatational tracheostomy in intensive care patients, caesarean section and surgery in obese patients. Because of the limited data, there are no definite recommendations from medical societies applicable to these scenarios. Therefore, laryngeal masks should only be used within these

scopes after careful benefit-risk consideration in individual cases and not in the routine clinical setting.

### Einleitung

Die erste Larynxmaske – Laryngeal Mask Airway (LMA) Classic™ – wurde im Jahr 1983 durch Dr. Archibald Brain als Ersatz für die Maskenbeatmung während einer Allgemeinanästhesie entwickelt [1]; sie war ab 1988 in Großbritannien und ab 1990 in Deutschland kommerziell verfügbar. Verschiedene Hersteller haben das erste Modell weiterentwickelt, um die Atemwegssicherung weiter zu optimieren. Die zunehmenden positiven Erfahrungen im Umgang mit der Larynxmaske, die vereinfachte Handhabung im Vergleich zum Endotrachealtubus sowie weiterentwickelte Modelle (z. B. LMA ProSeal™, Erstbeschreibung durch Brain et al. 2000 [2]) und eine neue Art von supraglottischen Atemwegshilfen (Intubationslarynxmaske) haben seither zu einer stetigen Erweiterung des Indikationsspektrums geführt. Die Larynxmaske ist mittlerweile ein anerkanntes und viel genutztes Mittel zur Atemwegssicherung im anästhesiologischen Alltag. Während die Nutzungsrate der Larynxmaske im Rahmen einer Befragung aus dem Jahre 1996 noch mit ca. 30% angegeben wurde [3], nennen Umfrageergebnisse aus Großbritannien aus dem Jahr 2011 [4] zur Art der Atemwegssicherung während Allgemeinanästhesie die Familie der supraglottischen Atemwege, deren Hauptvertreter die Larynxmasken sind, mit 56,2% als am

häufigsten genutztes Hilfsmittel, gefolgt vom endotrachealen Tubus (38,4%) und der Gesichtsmaske (5,3%). Außerdem stellt die Larynxmaske mittlerweile einen zentralen Bestandteil von Algorithmen für das Management des schwierigen Atemwegs und ein wichtiges Hilfsmittel u. a. für präklinische Notfallsituationen dar.

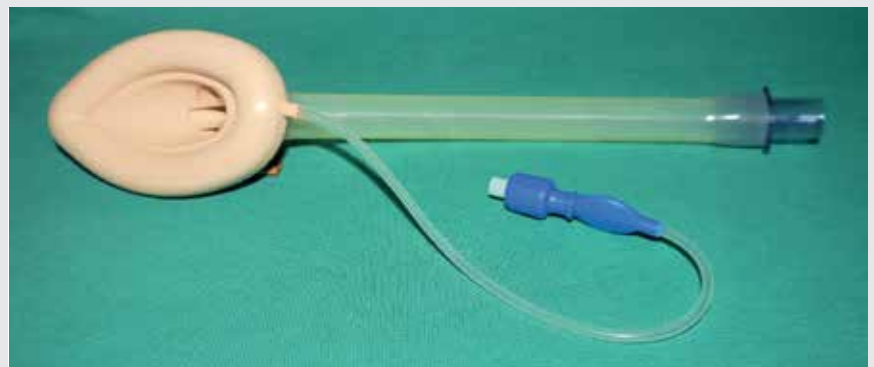
Aktuell kommt es im Rahmen von „Fast-track“-Konzepten und -Programmen zur Erhöhung des Patientenkomforts sowie aufgrund von Risiken wie einer postoperativen Restrelaxierung zu einer vermehrten Verwendung der Larynxmasken in ehemaligen „Tabu-Bereichen“, etwa bei Anästhesien in Bauchlage. Der folgende Beitrag fasst nach einer kurzen Vorstellung der verschiedenen Modelle die Vor- und Nachteile im Vergleich zu anderen Hilfsmitteln zur Atemwegssicherung zusammen. Den Schwerpunkt bilden die Indikationen und Kontraindikationen für den Einsatz der Larynxmasken; dabei werden insbesondere auch Einsatzgebiete, die nicht dem klassischen Anwendungsprofil der Larynxmaske entsprechen, vor dem Hintergrund der aktuellen Evidenz kritisch diskutiert.

### Larynxmasken

#### Klassische Larynxmasken

Das erste beschriebene und kommerziell vermarktete Modell einer Larynxmaske ist die LMA Classic™. Sie besteht aus einem ellipsoiden Maskenteil mit einem integrierten Cuff (Abb. 1). Die Maske

Abbildung 1



Die LMA Classic™.

dichtet nach korrekter Positionierung und Insufflation des Cuffs (nach Herstellerangaben mit einem maximalen Druck von 60 cm H<sub>2</sub>O zur Vermeidung von Druckschäden des Pharynx) den Eingang des Larynx ab. An den Maskenteil ist ein Schaft mit 15 mm-Normkonnektor zur Ventilation des Patienten angeschlossen. Der Cuff wird über einen zusätzlichen Kanal mit Luft gefüllt; über einen Ballon am patientenfernen Ende kann der Cuff-Druck gemessen werden. Der Cuff dichtet die Larynxmaske bis zu einem oropharyngealen Leckagedruck von ca. 20 cm H<sub>2</sub>O ab [5,6].

Mittlerweile gibt es eine Vielzahl von Modellen, die der LMA Classic™ nachempfunden und in Details verbessert worden sind. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die derzeit verfügbaren klassischen Larynxmasken. Grundsätzliche Unterscheidungskriterien sind die Möglichkeit der Mehrfachanwendung bzw. Einmalartikel und das Vorhandensein oder Fehlen von Kindergrößen. Zu den spezifischeren Variationen zählen ein Cuff aus Silikon, Konstruktionsunterschiede des Maskenteils oder des Cuffs zur Verbesserung der Abdichtung des Larynx sowie Zusatzausstattungen zur Temperatur- und Atemgasüberwachung.

### Larynxmasken mit Drainagekanal des Ösophagus

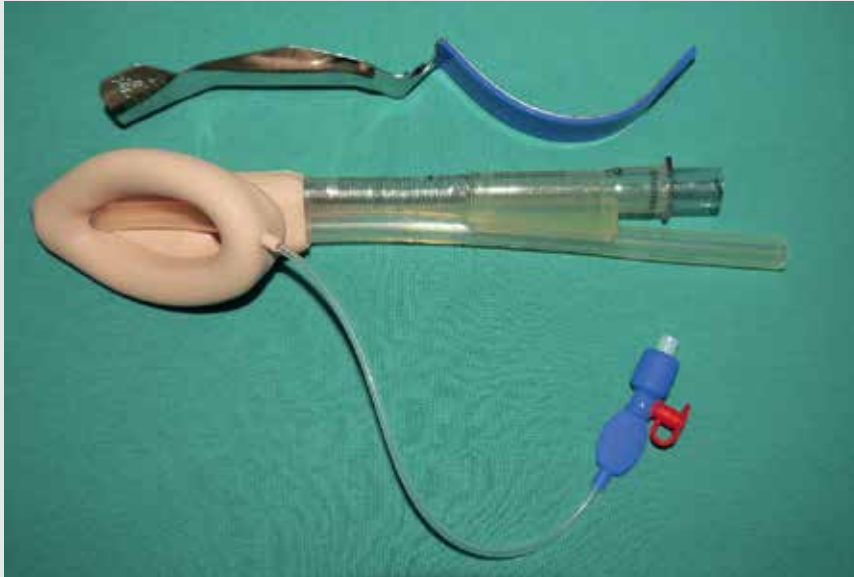
Die erste Larynxmaske der zweiten Generation ist die LMA ProSeal™, mit der eine bessere Trennung von laryngealem Atemweg und Ösophagus erzielt werden soll (Abb. 2). Ein ösophagealer Drainagekanal in der Spitze der Larynxmaske, die bei korrekter Platzierung im oberen Ösophagusphinkter liegt, erlaubt das Einführen einer Magensonde und damit die Ableitung von flüssigem Mageninhalt. Ein zusätzlicher dorsaler Cuff verstärkt die Abdichtung des Larynxeingangs durch den Cuff des Maskenteils; damit wird der oropharyn-

**Tabelle 1**

Klassische Larynxmasken (alphabetisch nach Herstellern sortiert).

Modell	Hersteller	Kindergrößen	Wiederverwendbar	Besonderheiten
Ultra CPV und Ultra Clear CPV	AES Inc.	ja	nein	Blockerspritze mit farbiger Markierung für Cuff-Druck; Silikon-Cuff
Ultra Flex CPV	AES Inc.	ja	nein	flexibel verstärkter Schaft
AuraStraight	Ambu Inc.	ja	nein	integrierter Cuff-Aufblaskanal
AuraOnce	Ambu Inc.	ja	nein	anatomisch gebogen
Aura4O	Ambu Inc.	ja	ja	gerade und gebogene Versionen
AuraFlex	Ambu Inc.	ja	nein	flexibel verstärkter Schaft
Vital Seal	GE Healthcare / Vital Signs	nein	nein	verstärkte Spitze
Solus	Intersurgical Ltd.	Ja	nein	integrierter Cuff-Aufblaskanal
Solus MRT-kompatibel	Intersurgical Ltd.	Ja	nein	metallfreies Ventil
Solus Flexibel	Intersurgical Ltd.	Ja	nein	flexibel verstärkter Schaft
Supra	Intersurgical Ltd.	Ja	nein	Silikon-Cuff
King LAD	King System / VBM Medizintechnik GmbH	ja	nein	Silikon-Cuff
King LAD Flexible	King System / VBM Medizintechnik GmbH	ja	nein	Silikon-Cuff; flexibel verstärkter Schaft
LMA Classic	LMA North America Inc.	ja	ja	Silikon-Cuff; vergitterte Epiglottisöffnung
LMA Unique	LMA North America Inc.	ja	nein	Polyvinylchlorid-Cuff
LMA flexible	LMA North America Inc.	ja	ja	Silikon-Cuff; flexibel verstärkter Schaft
LMA flexible Single Use	LMA North America Inc.	ja	nein	Silikon-Cuff; flexibel verstärkter Schaft
Cobra PLA	Pulmonary	ja	nein	Maskenteil ohne Cuff; oropharyngealer Cuff mit hohem Volumen und geringem Druck
Cobra PLUS	Pulmonary	ja	nein	Maskenteil ohne Cuff; oropharyngealer Cuff mit hohem Volumen und geringem Druck; Temperaturmonitoring, distale Gasmessung
SLIPA (Streamlined Liner of the Pharynx Airway)	SLIPA Medical Ltd.	nein	nein	kein Cuff; Reservoir zum Sammeln regurgitierten Materials
Portex Soft Seal	Smith Medical	ja	nein	integrierter Cuff-Aufblaskanal; Cuff weniger durchlässig für Lachgas
Sheridan Laryngeal Mask	Teleflex Medical	ja	nein	keine vergitterte Epiglottisöffnung

Abbildung 2



LMA ProSeal™ mit Einführhilfe.

geale Leckgedruck auf bis zu ca. 30 cm H<sub>2</sub>O gesteigert [5,6]. Vergleichbar mit der klassischen Larynxmaske werden die Cuffs über einen zusätzlichen Kanal mit Luft gefüllt und der Cuff-Druck über einen distalen Ballon kontrolliert. Die LMA ProSeal™ verfügt zudem über einen optionalen Handgriff, der die Platzierung vereinfachen soll – sie kann aber auch in der konventionellen Technik platziert werden.

Bei den Larynxmasken der zweiten Generation gibt es drei verschiedene Modelle, die in Tabelle 2 charakterisiert werden. Abgesehen von der Möglichkeit der Wiederverwendung unterscheiden sich die Modelle vor allem in der Konstruktion des Cuffs zur Trennung von laryngealem Atemweg und Ösophagus.

### Vor- und Nachteile der Larynxmaske

#### Larynxmaske vs. Gesichtsmaske

Die Larynxmaske bietet gegenüber der Gesichtsmaske zahlreiche Vorteile. Der Anwender hat beide Hände frei, und bei manueller Ventilation ermüden die Hände nicht so schnell wie mit der Gesichtsmaske, da die Larynxmaske nicht gehalten werden muss [7]. Wegen der effektiveren Abdichtung im Larynx ist die Larynxmaske mit geringeren Leckagemengen assoziiert als die Gesichtsmaske, was zu einer vergleichsweise höheren Sauerstoffsättigung des Patienten [7] und im Fall einer inhalativen Anästhesie zu einer geringeren Arbeits-

platzbelastung mit Narkosegas führt. Außerdem verursacht die Larynxmaske wegen der fehlenden dauerhaften Reklination des Kopfes weniger postoperative Schmerzen im Kieferbereich als bei Nutzung einer Gesichtsmaske [8]. Der einzige Nachteil besteht in dem potenziellen Risiko für postoperative Halsschmerzen und Schluckbeschwerden [8].

#### Larynxmaske vs. endotracheale Intubation

Die Vorteile der Larynxmaske im Vergleich zur endotrachealen Intubation wurden bereits im Jahr 1995 in einer Metaanalyse von Brimacombe et al. zusammengefasst [7]. Bei Anlage der Larynxmaske treten weniger Blutdruckschwankungen und Tachykardien sowie ein geringerer Anstieg des intraokularen Drucks auf [7,9], was für Patienten mit koronarer Herzerkrankung oder Glaukom relevant sein kann. Weiter erfordert die Platzierung der Larynxmaske keine Muskelrelaxierung – damit werden die potenziellen Gefahren eines Relaxanzienüberhangs, z. B. Mikroaspiration oder CO<sub>2</sub>-Retention, vermieden. Die Zeit bis zur Etablierung des Atemwegs wird verkürzt, was sowohl für ungeübtes Personal als auch für Anästhesisten zutrifft [7]; darüber hinaus wird die Rate an Verletzungen der pharyngealen und laryngealen Strukturen im Vergleich zur endotrachealen Intubation reduziert [10]. Während der Narkose ist die Atemarbeit eines spontan atmenden Patienten im Vergleich zum Endotrachealtubus vermindert [11]. Der Narkosemittelbedarf sowie die Inzidenz von Husten während der Aufwachphase sind ver-

Tabelle 2

Larynxmasken mit Drainagekanal des Ösophagus (alphabetisch nach Hersteller sortiert).

Modell	Hersteller	Kindergrößen	Wiederverwendbar	Besonderheiten
i-gel	Intersurgical Ltd.	ja	nein	nichtaufblasbarer Gel-Cuff; integrierter Drainagekanal; integrierter Beißschutz
LMA ProSeal	LMA North America Inc.	ja	ja	Silikon-Cuff; zusätzlicher hinterer Cuff für Größe ≥3; integrierter Beißschutz für Größe ≥2; integrierter Drainagekanal
LMA Supreme	LMA North America Inc.	ja	nein	rigider, gebogen geformter Schaft; integrierter Drainagekanal

mindert. Die hämodynamische Stabilität und Sauerstoffsättigung während der Anästhesieausleitung sind besser, während die Inzidenz von Laryngospasmen sowie von postoperativer Heiserkeit und Halsschmerzen vermindert ist [7,12].

Die Daten zur Inzidenz von postoperativer **Übelkeit und Erbrechen (PONV)** sind dagegen widersprüchlich. Während in älteren Metaanalysen [7,12] kein Unterschied im Vergleich zur endotrachealen Intubation nachgewiesen wurde, legen neuere retrospektive [13] und prospektive [14] Studien eine geringere Inzidenz von PONV bei Verwendung der Larynxmaske nahe.

Zu den Nachteilen der Larynxmaske gegenüber der endotrachealen Intubation gehören geringere **Verschlussdrücke**, was die Spitzendrücke bei der maschinellen Ventilation auf ca. 20 cm H<sub>2</sub>O begrenzt sowie die gastrale Luftinsufflation begünstigt [7]. Die gegenüber der endotrachealen Intubation theoretisch erhöhte Gefahr einer **Aspiration** bei Verwendung einer Larynxmaske konnte bei nüchternen Patienten nicht bestätigt werden. Die Rate für Aspirationen liegt mit der Larynxmaske bei 0,02% [15] und damit im Bereich der Inzidenz bei endotrachealer Intubation (0,01%-0,02% [16,17]). Eine mögliche Erklärung ist, dass die Mehrzahl der Aspirationen vor Sicherung des Atemwegs auftritt [18], was den Einfluss des verwendeten Atemweghilfsmittels stark reduziert. Obwohl die Häufigkeit geringer ist als bei der endotrachealen Intubation, kommt es auch nach Verwendung der Larynxmaske zu **Heiserkeit und Halsschmerzen**. In einer Metaanalyse trat Heiserkeit bei 7,5% der Patienten mit Larynxmaske im Vergleich zu 25% der endotracheal intubierten Patienten auf [12]. Halsschmerzen wurden in dieser Metaanalyse von 21,5% der Patienten mit Larynxmaske und 34,4% der Patienten mit endotrachealem Tubus angegeben. Eine regelmäßig beschriebene Komplikation bei Anwendung der Larynxmaske sind druckbedingte **Nervenschäden** im Bereich des Cuffs, wozu jedoch nur Fallberichte existieren. Vermutlich beruhen die beschriebenen

Nervenschäden auf der Überschreitung des vom Hersteller empfohlenen maximalen Cuff-Drucks oder einer falschen Positionierung der Larynxmaske. Auch die Verwendung des in Deutschland fast nicht mehr genutzten Lachgases in Kombination mit der Larynxmaske ist aufgrund der Ausdehnung von Hohlräumen mit Nervenschädigungen assoziiert [19]. Betroffen sind insbesondere die Nn. lingualis, hypoglossus und laryngeus recurrens. Nervenschäden können allerdings auch bei endotrachealer Intubation auftreten.

### Klassische Indikationen und Kontraindikationen

**Die klassische Indikation für die Anwendung einer Larynxmaske ist die Sicherung des Atemwegs für einen elektiven Eingriff beim nüchternen Patienten. Darüber hinaus wird die Larynxmaske wegen der im Vergleich zum Endotrachealtubus vereinfachten und schnelleren Platzierung zur Atemwegssicherung bei erwartet oder unerwartet schwierigem Atemweg verwendet.**

In den Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) zum Atemwegsmanagement von 2015 werden die Larynxmaske und andere supraglottische Atemwegshilfen – etwa der Larynx-tubus mit Doppel-Cuff zur Trennung des Ösophagus vom laryngealen Atemweg – als Mittel der Atemwegssicherung bei nicht vorhandener Notwendigkeit zur endotrachealen Intubation angeführt [20]. Bei einem erwartet schwierigen Atemweg wird die Platzierung einer Larynxmaske unter leichter Sedierung und topischer Anästhesie als Alternative zur fiberoptischen Intubation genannt [20]. Die Larynxmaske und Intubationslarynxmasken sind sowohl im Zug einer mehrfach fehlgeschlagenen Intubation bei möglicher Maskenbeatmung als auch bei Vorliegen einer „can't intubate, can't ventilate“-Situation Instrumente im Algorithmus des unerwarteten schwierigen Atemwegs [20]. Vergleichbare

Empfehlungen finden sich auch in aktuellen internationalen Leitlinien, z.B. der American Society of Anesthesiologists [21].

**In Notfallsituationen wie der kardiopulmonalen Reanimation stellt die Atemwegssicherung mittels Endotrachealtubus weiter den Goldstandard dar. Wenn die endotracheale Intubation nicht möglich ist, muss der Einsatz einer Larynxmaske unter Abwägung des Risikos der Regurgitation bzw. Aspiration erwogen werden.**

Dementsprechend wird in den aktuellen Empfehlungen der DGAI zum präklinischen Atemwegsmanagement [22] u.a. zur Verwendung einer Larynxmaske oder einer Intubationslarynxmaske geraten, wenn entweder die konventionelle endotracheale Intubation in zwei Versuchen nicht erfolgreich war oder die Voraussetzungen hierfür nicht gegeben sind (z.B. unzureichendes Training). Zwar wird auch für die Platzierung von Larynxmasken ein Training gefordert, der Übungsbedarf unter Aufsicht ist jedoch deutlich geringer als für die endotracheale Intubation. Primär wird unter diesen Umständen der Einsatz von Larynxmasken mit ösophagealem Drainagekanal (z.B. LMA ProSeal™) und die Platzierung einer Magensonde bzw. der Einsatz einer Intubationslarynxmaske empfohlen.

**Der wesentliche limitierende Faktor der Larynxmaske ist der im Vergleich zur endotrachealen Intubation verminderte Aspirationsschutz.**

Der elektive Einsatz der Larynxmaske bei einem (vermutet) nicht-nüchternen Patienten ist daher kontraindiziert. Auch bei Patienten mit einem erhöhten Risiko für (passive) Regurgitationen – z.B. bei Kardialinsuffizienz oder Hiatushernie – ist die Larynxmaske kontraindiziert. Die Gebrauchsinformationen nennen in diesem Zusammenhang zudem Situationen mit erhöhtem Aspirationsrisiko wie Adipositas permagna, Schwangerschaft ab der 14. Schwangerschaftswoche, Risiken

für eine verzögerte Magenentleerung und Opioide in der Vormedikation. Außerdem soll die Larynxmaske nicht bei pulmonal vorerkrankten Patienten verwendet werden, wenn der inspiratorische Spitzendruck zur Beatmung höher ist als der Verschlussdruck der verwendeten Larynxmaske [23]. In Notfallsituationen ist sie zudem bei Patienten kontraindiziert, die nicht tief bewusstlos sind. Bedingt durch die Notwendigkeit der korrekten anatomischen Positionierung ist die Larynxmaske auch bei anatomischen Veränderungen wie Obstruktionen im Bereich der Glottis und im subglottischen Bereich nicht einzusetzen. Außerdem kann eine geringe Mundöffnung die Platzierung der Larynxmaske unmöglich machen.

### Erweiterte Anwendungsmöglichkeiten der Larynxmaske

#### Grundlagen

Neben den klassischen Indikationen für die Anwendung der Larynxmaske hat sich mit zunehmender Erfahrung in der Anwendung sowie der technischen Weiterentwicklung sowohl das in Studien untersuchte als auch das praktische Spektrum der Anwendung ständig erweitert. Die potenziellen Vorteile, medizinisch wie ökonomisch, müssen jedoch vor dem Hintergrund der obersten Maxime, der Patientensicherheit, kritisch betrachtet werden. Die Inzidenz von Komplikationen, wobei hier an erster Stelle die zwar seltene, aber potenziell lebensbedrohliche Aspiration steht, darf sich durch unkritischen Einsatz der Larynxmaske nicht erhöhen.

#### Larynxmaske in der Hals-Nasen-Ohrenheilkunde

In der Hals-Nasen-Ohrenheilkunde (HNO) können die Patienten in besonderem Maß von den Vorteilen der Larynxmaske profitieren. Bei den häufig kurzen, aber blutreichen Eingriffen im Bereich der oberen Atemwege ist vor allem der Verzicht auf Muskelrelaxanzien relevant. Durch die erhaltenen Schutzreflexe sinkt das Risiko für die postoperative Aspiration von Blut;

darüber hinaus wird die durch postoperative Schwellungen im Operationsfeld ohnehin anstrengendere Atmung nicht durch latente Relaxanzienüberhänge erschwert und das Risiko für Re-Intubationen aufgrund von Hypoxie oder Hyperkapnie insgesamt reduziert. Auch kommt es in der Aufwachphase zu weniger Husten – dies ist insofern von Bedeutung, als die mit dem Husten einhergehende Druckerhöhung zu Blutungen im OP-Gebiet führen kann [24].

Ein besonders häufiger Eingriff in der HNO-Heilkunde ist die Adenotonsillektomie. Die Nutzung der Larynxmaske wurde hier bereits im Jahr 1993 beschrieben [25]. In einer prospektiven Studie an 109 Kindern gelang die Atemwegsicherung mit Larynxmaske schneller als mittels endotrachealer Intubation, und es kam zu weniger Atemwegskomplikationen ohne Kontamination der laryngealen Seite der Larynxmaske mit Blut. In einer weiteren prospektiven Studie an 100 Kindern konnten diese Ergebnisse bestätigt werden [26]. Auch Laryngo- oder Bronchospasmen sind bei Verwendung der Larynxmaske seltener als bei der endotrachealen Intubation [27]. Für eine erhöhte Aspirationsrate bei enoralen Eingriffen gibt es dagegen keine Hinweise [28].

Insgesamt ist die klinische Routineanwendung der Larynxmaske bei Eingriffen in der HNO-Heilkunde – speziell bei Adenotonsillektomien – breit etabliert [28]. Im Vergleich zu anderen neuen Einsatzgebieten ist die Evidenzlage gut; die Vorteile der Larynxmaske gegenüber der endotrachealen Intubation sind hier ausreichend belegt.

#### Larynxmaske bei laparoskopischen Eingriffen

Ein häufiges Argument gegen die Nutzung der Larynxmaske bei Laparoskopien ist die potenzielle Regurgitations- und Aspirationsgefahr durch das Kapnopneumoperitoneum mit erhöhtem intraabdominalem Druck. Letzterer kann zur Aufrechterhaltung eines adäquaten Atemminutenvolumens zudem höhere Beatmungsspitzen drücke erforderlich machen, die den maximalen

Verschlussdruck der Larynxmaske ggf. übersteigen. Weiter erhöht die häufige Kopftieflage bei laparoskopischen Eingriffen sowohl die Regurgitationsgefahr als auch die Beatmungsdrukke durch Druck der intraabdominellen Organe auf das Zwerchfell.

In der Praxis haben sich diese theoretischen Überlegungen allerdings kaum bestätigt. Gegen ein intraoperativ erhöhtes Aspirationsrisiko sprechen zum einen Untersuchungen, wonach die intraabdominelle Druckerhöhung mit einer Erhöhung des Tonus im unteren Ösophagussphinkter einhergeht [29], was die Regurgitation von Mageninhalt erschwert. Zum anderen wurde in zahlreichen prospektiven Studien sowohl mit klassischen Larynxmasken als auch mit Larynxmasken mit ösophagealem Drainagekanal nur eine sehr geringe Inzidenz von Regurgitationen (maximal 4,1%) und keine erhöhte Rate im Vergleich zum Endotrachealtubus beobachtet [30,31,32]. Eine pulmonale Aspiration trat in keiner der genannten Studien auf. Allerdings waren die Fallzahlen nicht groß genug, um statistisch signifikante Unterschiede in der Inzidenz der Aspiration zu erfassen – dies insbesondere vor dem Hintergrund, dass diese im Bereich von 0,02% liegt. In einer Übersichtsarbeit aus dem Jahre 2004 kamen die Autoren daher zu dem Ergebnis, dass die derzeitige Datenlage nicht ausreicht, um die Frage nach einem erhöhten Aspirationsrisiko zu beantworten [33].

In Bezug auf die durch den limitierten Verschlussdruck der Larynxmasken potenziell eingeschränkte maschinelle Beatmung konnte im Rahmen von prospektiven Untersuchungen gezeigt werden, dass Larynxmasken mit ösophagealem Drainagekanal bei laparoskopischen gynäkologischen Eingriffen und laparoskopischen Cholezystektomien im Vergleich zur endotrachealen Intubation weder mit erhöhten Atemwegsdrücken noch erhöhten endtidalen CO<sub>2</sub>-Werten assoziiert waren [34,35,36,37,38].

Die Verwendung von Larynxmasken mit ösophagealem Drainagekanal scheint bei laparoskopischen Eingriffen im Ver-

gleich zur endotrachealen Intubation jedoch nicht nur ohne wesentliche Nachteile, sondern in mancher Hinsicht sogar vorteilhaft zu sein. So wurden folgende positiven Aspekte für laparoskopische Eingriffe nachgewiesen:

- seltener Heiserkeit und postoperative Halsschmerzen [35],
- schnellere Anlage der Larynxmaske [34],
- größere hämodynamische Stabilität bei Anlage und Entfernen der Larynxmaske [34],
- kein Muskelrelaxans erforderlich [39, 40],
- schnellere Ein- und Ausleitung [39].

Widersprüchliche Daten gibt es hinsichtlich der Inzidenz von PONV und postoperativem Analgetikabedarf. Während in älteren Studien über weniger PONV [14] und geringeren postoperativen Analgetikabedarf [14,41] berichtet wurde, konnte eine neuere prospektive Untersuchung aus dem Jahre 2013 diese Ergebnisse nicht bestätigen [42].

Bei gynäkologischen laparoskopischen Operationen wurde die Larynxmaske bereits im Jahr 1996 bei über 1.400 Patienten eingesetzt [3]. Seitdem wurde die Anwendung von Larynxmasken – insbesondere mit ösophagealem Drainagekanal – bei laparoskopischen Eingriffen intensiv untersucht. Gerade bei kurzen gynäkologischen und allgemein-chirurgischen laparoskopischen Eingriffen scheint es keine erhöhte Rate an Komplikationen, v. a. nicht im Hinblick auf Aspirationen, zu geben. Zudem konnten die Vorteile der Larynxmaske gegenüber der endotrachealen Intubation speziell für Laparoskopien belegt werden. Um das Risiko druckbedingter Nerven- und Schleimhautschäden zu minimieren, scheint jedoch eine engmaschige Kontrolle des Cuff-Drucks geboten [43]. Einschränkend muss darauf verwiesen werden, dass Studien mit einer ausreichend hoher Patientenzahl zum Nachweis eines evtl. erhöhten Aspirationsrisikos fehlen und wahrscheinlich auch in Zukunft wegen der geringen Inzidenz der Aspiration nicht durchgeführt werden können.

---

**Der Einsatz der Larynxmasken mit ösophagealem Drainagekanal (zweite Generation) für laparoskopische Eingriffe soll trotz der ersten vielversprechenden Studien gemäß der aktuellen Leitlinie der DGAI zum Atemwegsmanagement nur nach sorgfältiger, individueller Nutzen-Risiko-Abwägung erfolgen. In diesen Fällen soll über das gastrale Lumen eine Magensonde platziert werden und eine engmaschige Testung von Lage und Dichtigkeit erfolgen [20].**

---

### Larynxmaske auf der Intensivstation

Im Gegensatz zum operativen Bereich wird die Larynxmaske auf Intensivstationen nicht routinemäßig eingesetzt. Diese Zurückhaltung basiert vor allem auf der Vermutung, dass eine Beatmung mittels Larynxmaske über einen längeren Zeitraum zu einer erhöhten Rate an Mukosaschäden im Bereich des Cuffs und vermehrten Nervenschäden führt. Tierexperimentelle Daten haben gezeigt, dass die Schädigung der Mukosa mit

zunehmender Liegedauer der Larynxmaske – in diesem Fall nach 9 h – zunimmt [44]. Die meisten der berichteten Fälle von Nervenschädigungen sind vermutlich auf zu hohe Cuff-Drücke zurückzuführen.

Die einzige prospektive Studie zum klinischen Einsatz der Larynxmaske auf der Intensivstation verglich bei 48 Patienten den postoperativen Wechsel vom Endotrachealtubus auf eine ProSeal™-Larynxmaske mit dem Beibehalten des Tubus während einer **Nachbeatmung** vom im Mittel lediglich 78 min [45]. In beiden Gruppen gelang die postoperative Beatmung bis zur Extubation problemlos; im Kollektiv mit Larynxmaske waren die hämodynamischen Reaktionen bei der Extubation (Hypertonie, Tachykardie) jedoch geringer.

Zu **kritisch kranken Patienten** sowie zur **Langzeitbeatmung** inklusive potenzieller Komplikationen – wie Mikroaspirationen und konsekutiven Pneumonien – liegen für die Larynxmaske bisher keine Studien vor. Hier wird der Einsatz von Larynxmasken schon durch die hohe Rate an pulmonalen Funktionsstörungen der Patienten limitiert – die zur Behandlung erforderlichen Beatmungsmuster mit oft hohem PEEP und hohen Spitzendrücken übersteigen häufig den oropharyngealen Leckage- bzw. Verschlussdruck der Larynxmasken.

Ein relativ häufiger Eingriff bei Intensivpatienten ist die **Tracheotomie** – sie erfolgt beim intubierten Patienten meist als perkutane Dilatationstracheotomie [46] unter bronchoskopischer Kontrolle. Zu den potenziellen Komplikationen zählen akzidentielle Extubationen mit konsekutiver Hypoxie oder Aspiration sowie Cuff-Verletzungen des Tubus [47]. Fallberichte und Beobachtungsstudien zum Einsatz einer Larynxmaske während der perkutanen Dilatationstracheotomie liegen seit mehr als 20 Jahren vor [48,49]. Eine Übersichtsarbeit der Cochrane-Collaboration [47] zum Einsatz der Larynxmaske und des Endotrachealtubus während perkutaner Dilatationstracheotomie mit 8 randomisiert-kontrollierten Studien kam zu dem Schluss, dass sich bezüglich Letalität

und Komplikationsrate noch keine definitive Aussage treffen lässt. Der Einsatz der Larynxmaske scheint jedoch mit einer besseren bronchoskopischen Visualisierung der Punktionsstelle assoziiert zu sein und weniger Zeit in Anspruch zu nehmen – der Unterschied beträgt jedoch nur ca. 90 s. Allerdings berichteten die Autoren einer Übersichtsarbeit im Jahr 2011 [50], dass die Patienten mit Larynxmaske am Ende des Eingriffs eine geringere arterielle CO<sub>2</sub>-Konzentration aufwiesen, was bei Patienten mit erhöhtem Hirndruck oder Rechtsherzinsuffizienz klinisch relevant sein könnte. Diesbezügliche Studien liegen jedoch nicht vor.

---

**Zusammengefasst gibt es im Bereich der Intensivtherapie nur wenige Daten, die für bestimmte Patientenkollektive – z. B. bei der Dilatationstracheotomie – auf potenzielle Vorteile der Larynxmaske gegenüber dem Endotrachealtubus hinweisen. Larynxmasken sollten auf der Intensivstation daher lediglich im begründeten Einzelfall oder im Rahmen kontrollierter Studien eingesetzt werden.**

---

### Larynxmaske zur Sectio caesarea

Die elektive oder notfallmäßige Entbindung per Sectio caesarea ist grundsätzlich keine Indikation für die Larynxmaske. Ab der 14. Schwangerschaftswoche gelten die Patientinnen als nicht nüchtern, und der Einsatz einer Larynxmaske ist daher prinzipiell kontraindiziert – ein schwieriger Atemweg tritt jedoch bei Schwangeren mit etwa 3,3% der Fälle häufiger auf als bei anderen Patienten [51]. Basierend auf dem Algorithmus für den schwierigen Atemweg bei Schwangeren [52] existieren daher trotz der formalen Kontraindikation viele Fallberichte zum Einsatz von Larynxmasken, hier vor allem von solchen mit Drainagekanal für den Ösophagus [53,54,55]. Darüber hinaus wurde in einigen Studien durchaus untersucht, ob der Einsatz von Larynxmasken zur Sectio den Atemweg ebenso

effektiv wie die endotracheale Intubation sichern kann, oder die Larynxmaske mit höheren Risiken für die Patientinnen assoziiert ist – wobei Patientinnen mit gastroösophagealem Reflux in der Anamnese, Übergewicht oder (erwartet) schwierigem Atemweg ausgeschlossen waren. In drei Beobachtungsstudien mit insgesamt 4.767 Patientinnen wurden die Modelle LMA classic™, LMA ProSeal™ und LMA Supreme™ verwendet [56,57,58] – dabei wurde ein Fall von Regurgitation, aber keine Aspiration beobachtet [57].

---

**Aufgrund der stark selektierten Patientinnen und der geringen Anzahl an Studien wird die Verwendung der Larynxmaske anstelle der endotrachealen Intubation zur Sectio caesarea derzeit nicht empfohlen. Bei Intubationsschwierigkeiten ist der Einsatz jedoch frühzeitig zu erwägen [59].**

---

### Larynxmaske bei Adipositas

Der Einsatz der Larynxmaske bei stark adipösen Patienten ist laut Herstellerangaben kontraindiziert [23]. Die Empfehlung basiert auf der Vorstellung, dass bei stark adipösen Patienten der für eine kontrollierte positive Druckbeatmung benötigte Spitzendruck den Verschlussdruck einer Larynxmaske übersteigen und zur Insufflation von Luft in den Magen führen kann, was wiederum das Aspirationsrisiko erhöht. Es kommt hinzu, dass adipöse Patienten ein erhöhtes Risiko für Atemwegskomplikationen haben [60] – so kommt es bei 35% der Patienten mit Adipositas in den ersten 24 h postoperativ trotz Sauerstoffapplikation zu mehr als fünf Episoden einer Hypoxämie pro Stunde [61].

Die Mehrzahl der Publikationen zu dieser Frage beschränkt sich auf Fallberichte [62,63]. In eine Cochrane-Analyse [64] zum Einsatz der Larynxmaske bzw. des Endotrachealtubus bei stark adipösen Patienten (Body-Mass-Index >30 kg/m<sup>2</sup>) konnten nur zwei randomisiert-kontrollierte Untersuchungen ein-



Tabelle 3

Larynxmasken (LMA) bei Operationen in Bauchlage.

Autor und Jahr	Design	Patienten	Larynxmaske	Ergebnisse
McCaughey W 1993 [74]	Fallbeschreibung (Letter to the editor)	8 Patienten – Anlage in Bauchlage	keine Angabe	Anlage bei 7 von 8 Patienten erfolgreich im 1. Versuch; 1x kleinere Lageverbesserung; keine Komplikationen
Milligan KA 1994 [75]	Fallbeschreibung (Letter to the editor)	300 Patienten – Anlage in Bauchlage	keine Angabe	Keine schweren Komplikationen
Ng A 2002 [76]	Prospektives Audit	73 Patienten – Anlage in Bauchlage	keine Angabe	Insuffiziente Narkosetiefe (9x); Laryngospasmus (1x); arterielle Desaturierung (2x); Fehlplatzierung (3x Replatzierung, 1x vom Anästhesisten in Position gehalten), nasale Blutung (2x); Halsschmerzen (6x); Heiserkeit (1x); Bradykardie (5x)
Osborn IP 2002 [77]	Retrospektive Kohortenstudie	41 Patienten – davon 6x Anlage in Bauchlage	keine Angabe	Keine Komplikationen
Weksler N 2007 [69]	Prospektive, nicht-randomisierte Studie	50 Patienten – Vergleich endotracheale Intubation in Rückenlage mit Anlage Larynxmaske in Bauchlage	LMA Classic™	Schnellerer OP-Beginn, weniger Personal zum Lagern, weniger hämodynamische Schwankungen in der LMA-Gruppe
Brimacombe JR 2007 [78]	Retrospektives Audit	245 Patienten – Anlage in Bauchlage	LMA ProSeal™	Maskenbeatmung bei allen möglich; 237x Anlage direkt erfolgreich; 8 x mit Hilfsmitteln; 3x korrigierbare partielle Atemwegsobstruktion; keine weiteren Komplikationen
Stevens WC 2008 [71]	Retrospektive Aktenstudie (Letter to the editor)	103 Patienten – Anlage in Bauchlage	LMA, Intavent Orthofix	Anlage 94,7% erfolgreich im 1. Versuch (mit Repositionierung alle); 1x zur Einführung in Rückenlage gedreht; 1x „grünes Erbrochenes“ im Rachen ohne Komplikationen; 1x hämodynamisch leicht instabil; keine weiteren Komplikationen
López AM 2010 [79]	Prospektive Studie	40 Patienten – Anlage in Bauchlage	LMA Supreme™	Anlage in max. 2 Versuchen erfolgreich; keine Komplikationen, 3x wenig Blut auf LMA; 3x milde Halsschmerzen
Sharma V 2010 [72]	Prospektives Audit	205 Patienten – Anlage in Bauchlage	LMA Supreme™	Anlage 184x erfolgreich im 1. Versuch (alle im 2.); 4x Regurgitation durch Drainagekanal ohne klinisch relevante Aspiration; keine Komplikationen
López AM 2011 [80]	Prospektiv-randomisierte Studie	120 Patienten – Anlage in Bauchlage; Vergleich LMA ProSeal und LMA Supreme	LMA Supreme™, LMA ProSeal™	Anlage 100% vs. 98% erfolgreich im 1. Versuch; LMA ProSeal weniger Manipulationen und höherer Verschlussdruck; 7-8% Blut auf Maske, 3-5% Halsschmerzen
Thomas M 2012 [81]	Prospektive Beobachtungsstudie (Letter to the editor)	74 Patienten	LMA Supreme™	Anlage 69x erfolgreich im 1. Versuch (alle im 2. Versuch); 2x leichte Halsschmerzen; keine Regurgitation oder andere Komplikationen
Welsch P 2013 [73]	Retrospektives Audit	215 Patienten – 27 Patienten Anlage in Bauchlage, restliche Patienten Anlage in Rückenlage und Drehung	LMA classic™, iGel™, LMA Supreme™	Anlage bei allen erfolgreich; weniger Manipulationen bei LMA Supreme; 4x Regurgitation ohne Aspiration; selten Blut auf der Maske
Sharma B 2014 [70]	Prospektiv-randomisierte Studie	70 Erwachsene – Vergleich Anlage in Bauchlage mit Anlage in Rückenlage und Drehung	LMA Supreme™	Weniger Personal und schneller im OP bei Anlage in Bauchlage; je 1x Blut auf Maske und Halsschmerzen in Bauchlage-Gruppe
Olsen KS 2014 [68]	Prospektiv-randomisierte Studie	140 Patienten – Vergleich Anlage Larynxmaske in Bauchlage mit endotrachealer Intubation in Rückenlage und Drehung	PLMSTM, GM Medical A/S	LMA-Gruppe 3-5 min schneller bis OP-bereit; 3 h postoperativ weniger Lagerungskomplikationen, Halsschmerzen und Heiserkeit (aber nicht nach 24 h); 2 Patienten der Tubus-Gruppe mit Beschwerden wegen passiver Lagerung
Kang F 2014 [82]	Prospektiv-randomisierte Studie	264 Patienten – Anlage i-gel oder LMA Supreme in Rückenlage, dann Drehung	i-gel™ und LMA Supreme™	i-gel mehr Versuche zur Platzierung; höherer Atemwegsverschlussdruck i-gel in Bauchlage; Blut auf Maske 5 bzw. 9x; keine bis wenig Flüssigkeit auf LMA; keine Unterschiede im Flüssigkeits-pH (pH 6,8)

geschlossen werden, wobei jeweils eine LMA ProSeal™ Anwendung fand. Die Patienten mit Larynxmaske wiesen zwar eine höhere intra- und postoperativen Sauerstoffsättigung sowie weniger postoperativen Husten auf als die der Kontrollgruppe; allerdings musste bei 3-5% der Patienten aufgrund von Ventilationsproblemen zu einer endotrachealen Intubation gewechselt werden. Die Zeit bis zur Platzierung der Larynxmaske dauerte bei den adipösen Patienten – im Gegensatz zu den zuvor diskutierten Kollektiven – im Mittel 6 s länger als die endotracheale Intubation. Außerdem kam es bei den Patienten mit Larynxmaske zu vermehrten Atemwegsleckagen (6,4%) – wobei deren klinische Relevanz (bei Anlage eines Kapno-pneumoperitoneums) unklar bleibt. Insgesamt folgerten die Autoren, dass keine definitive Aussage zur Sicherheit der Larynxmaske bei Patienten mit ausgeprägter Adipositas möglich ist.

**Aufgrund der sehr begrenzten Datenlage sollten Larynxmasken bei stark adipösen Patienten nicht routinemäßig eingesetzt werden. Im Einzelfall und nach sorgfältiger Nutzen-Risiko-Abwägung kann der Einsatz einer Larynxmaske der zweiten Generation in Kombination mit einer Magensonde erfolgen [20]. In Notfallsituationen stellen Larynxmasken auch in diesem Patientenkollektiv eine Option im Rahmen des Atemwegsmanagements dar.**

### Larynxmaske bei Eingriffen in Bauchlage

Der Einsatz der Larynxmaske bei Operationen in Bauchlage ist z.B. in der Gebrauchsinformation der LMA Classic™ oder LMA ProSeal™ nicht als Kontraindikation genannt [23,65] – allerdings wird die Bauchlage in der Literatur häufig als relative Kontraindikation genannt, dies meist unter der Vorstellung einer lagerungsbedingt erhöhten Aspirationsgefahr [66]. Die Nutzung der Larynxmaske bei Eingriffen in Bauch-

lage wurde jedoch bereits kurz nach Einführung in Fallberichten beschrieben [67]. Mittlerweile wurde eine ganze Reihe von Untersuchungen auch mit größeren Fallzahlen publiziert, welche die sichere und vorteilhafte Anwendung der Larynxmaske bei Operationen in Bauchlage unterstützen (Tab. 3).

Als ein wesentlicher Vorteil der Larynxmaske gegenüber der endotrachealen Intubation wird die mögliche Platzierung in Bauchlage gesehen, so dass sich der Patient zuvor selbstständig lagern kann. Dieses Vorgehen verringerte in einer prospektiv-randomisierten Studie an 140 Patienten [68] die Inzidenz von Muskel- und Gelenkschmerzen (als Surrogatparameter für Lagerungsschäden); darüber hinaus konnte in einer prospektiven, nicht-randomisierten Befragung an 50 Patienten sowie in einer prospektiv-randomisierten Studie an 70 Patienten ein geringerer Personalaufwand belegt werden [69,70]. Weiter reduzierte sich in diesen Studien mit kumulativ 260 Patienten die Zeit bis zur Freigabe des Patienten für den Eingriff um 6-16 min [68,69,70], und es wurden weniger Halsschmerzen und Heiserkeit 3 h postoperativ (aber nicht nach 24 h) gefunden [68].

Diese Vorteile sind jedoch vor dem Hintergrund der Patientensicherheit kritisch zu hinterfragen, da Komplikationen während der Anästhesieeinleitung in Bauchlage nur schwer bis unmöglich zu behandeln sind. Um den Patienten im Notfall (etwa zur Herzdruckmassage oder bei Atemwegskomplikationen) rasch wieder auf den Rücken drehen zu können, müssten z.B. eine gewisse Personenanzahl sowie ggf. ein zweiter OP-Tisch unmittelbar verfügbar sein. Weiter wurden in zwei retrospektiven Befragungen und einer prospektiven Studie mit insgesamt 523 Patienten bei neun Patienten Hinweise auf eine Regurgitation gefunden, die jedoch ohne klinische Konsequenzen blieben [71,72,73]. Insgesamt ist festzuhalten, dass alle Studien bisher nur kleine Fallzahlen umfassen, die keine Beurteilung der Häufigkeit von Komplikationen (wie Aspiration im Vergleich zu Eingriffen in

Rückenlage) erlauben; darüber hinaus waren die Studienziele teils sehr unterschiedlich, und es wurden verschiedene Larynxmasken (mit einem deutlichen Trend zu Modellen mit Ösophagus-Drainagekanal) benutzt, deren Vergleichbarkeit untereinander häufig nicht gesichert ist. Letztlich sollte auch nicht ein Eingriff mit Larynxmaske in Rückenlage die Kontrollgruppe darstellen, sondern der entsprechende Eingriff mit endotrachealer Intubation.

**Zusammenfassend scheint der Gebrauch der Larynxmaske mit ösophagealem Drainagekanal (zweite Generation) für Operationen in Bauchlage nach ersten randomisierten Studien mit kleinen Fallzahlen ohne erhöhte Inzidenz von Komplikationen möglich zu sein. Solange potenziell schwere Komplikationen im Vergleich zum Endotrachealtubus nicht evaluiert worden sind, sollte der Einsatz der Larynxmaske für Operationen in Bauchlage nur nach sorgfältiger, individueller Nutzen-Risiko-Abwägung erfolgen. Wird eine Larynxmaske eingesetzt, sollte über das gastrale Lumen eine Magensonde vorgeschoben werden und eine engmaschige Testung von Lage und Dichtigkeit erfolgen [20].**

### Spezielle Aspekte bei Kindern

Viele Hersteller bieten ihre Larynxmasken auch in Kindergrößen an (Tab. 1 und Tab. 2). Entsprechend den Indikationen für Erwachsene wird die Larynxmaske für elektive Eingriffe beim nüchternen Kind ohne erhöhtes Aspirationsrisiko genutzt und ist im Bereich der **HNO-Heilkunde, Augenheilkunde und Urologie** breit etabliert.

Die Popularität der Larynxmaske basiert u.a. auf der – im Vergleich zur endotrachealen Intubation – geringeren Invasivität. Im Vergleich mit Erwachsenen haben Kinder bei endotrachealer Intubation ein erhöhtes Risiko für Irritationen und Verletzungen der subglottischen Strukturen, die nach Entfernen des Tubus

z.B. zu Obstruktionen des Atemwegs oder zum Bronchospasmus führen können. Dieses Risiko wird durch Nutzung einer Larynxmaske vermindert. Eine Metaanalyse von 19 Studien [83] hat gezeigt, dass es nach einer Allgemeinanästhesie mit Larynxmaske (statt Endotrachealtubus) seltener zu einem Abfall der Sauerstoffsättigung, einem Laryngospasmus oder zu Husten kommt und weniger Atempausen auftreten. Bezüglich der Inzidenz von Bronchospasmen, Aspiration, Halsschmerzen oder Blutresten auf Larynxmaske bzw. Tubus bestand dagegen kein Unterschied – wobei die eingeschlossenen Untersuchungen hauptsächlich bei Operationen in der Augen- und HNO-Heilkunde erfolglos sind.

Im Bereich der laparoskopischen Eingriffe bei Kindern liegen zwei prospektive Untersuchungen vor. Die erste Studie [84] verglich den Einsatz der LMA Classic™ mit der endotrachealen Intubation bei 40 Kindern – es wurden keine Gruppenunterschiede bezüglich des intragastralen Drucks und der Beatmungsparameter gefunden. In der zweiten Untersuchung [85] wurde die LMA ProSeal™ mit der endotrachealen Intubation verglichen – auch hier traten

keine Gruppenunterschiede bezüglich der Beatmungsparameter und der Beatmungsqualität auf. In beiden Studien wurden keine Komplikationen durch den Einsatz der Larynxmaske berichtet.

Für **Unterbaucheingriffe** wie Herniotomien oder Appendektomien bestehen laut einer prospektiven Studie an 60 Kindern [86] keine Unterschiede im Vergleich von LMA ProSeal™ und endotrachealer Intubation. Während der In- und Extubationsphase gab es in der mittels endotrachealer Intubation versorgten Gruppe jeweils Anstiege von Blutdruck und Herzfrequenz, die in der Larynxmasken-Gruppe vermieden werden konnten. Postoperativ wiesen die mittels Larynxmaske versorgten Kinder weniger Hypoxämien, Husten und Halsschmerzen auf. Allerdings trat in der Larynxmasken-Gruppe eine passive Regurgitation bei unerkannter Fehlplatzierung der Maske auf, die nach Absaugen und Lagekorrektur ohne klinische Folgen blieb. Für Eingriffe in Bauchlage bei Kindern gibt es keine Daten.

Ein häufig auftretendes Problem der Kinderanästhesie sind **rezidivierende Infekte der oberen Atemwege** – dies vor allem bei Kindern mit Eingriffen

im HNO-Bereich. Retrospektiv wurde gezeigt [87], dass sich das Risiko für Laryngospasmen, Husten und Abfall der Sauerstoffsättigung während einer Allgemeinanästhesie mit Larynxmaske bei Kindern mit kürzlich durchgemachtem oberem Atemwegsinfekt etwa verdoppelt. In einer prospektiven Untersuchung an 82 Kindern [88] mit aktivem oberem Atemwegsinfekt konnte jedoch gezeigt werden, dass die Verwendung einer Larynxmaske die Inzidenz dieser Komplikationen im Vergleich zur endotrachealen Intubation signifikant senkt. In einer weiteren prospektiven Studie an 150 Kindern [89] wurde der Einsatz der Gesichtsmaske und der Larynxmaske bei Kindern mit unkompliziertem oberem Atemwegsinfekt und ophthalmologischen Eingriffen verglichen. Es wurden keine Unterschiede bezüglich der Inzidenz von Laryngo- oder Bronchospasmen oder anderer intraoperativer Komplikationen festgestellt; die mittels Gesichtsmaske ventilierten Kinder wiesen jedoch vermehrt Husten und Erbrechen auf.

---

**Insgesamt scheint weniger die Larynxmaske an sich als die Anästhesie – und die damit verbundene Atemwegssicherung – einen Risiko-**

**faktor für Kinder mit kürzlich abgelaufenem oberem Atemwegsinfekt darzustellen. Falls in dieser Situation ein operativer Eingriff notwendig wird, ist die Larynxmaske im Vergleich zur endotrachealen Intubation und zur Gesichtsmaske mit weniger respiratorischen Komplikationen assoziiert.**

Allerdings birgt auch der Einsatz der Larynxmaske Risiken – z. B. für supraglottische Schleimhautverletzungen und insbesondere bei zu hohem Cuff-Druck. Eine prospektive Untersuchung an 1.000 Kindern [90] hat gezeigt, dass bereits die bei Auslieferung im Cuff befindliche Luft bei 20,5% der Kinder nach Einführen der Larynxmaske einen Druck verursacht, der höher liegt als die vom Hersteller empfohlenen 60 cm H<sub>2</sub>O. Daher soll der Cuff-Druck nach Anlage stets kontrolliert und eine unzureichende Platzierung nicht durch blindes Nachblocken „korrigiert“ werden. Darüber hinaus wurde in einer prospektiven Untersuchung an 100 Kindern [91] gezeigt, dass die niedrigsten Leckagevolumina auftreten, wenn der Cuff auf lediglich 40 cm H<sub>2</sub>O geblockt wird.

**In Notfallsituationen stellt die Larynxmaske auch und gerade bei Kindern ein wichtiges Instrument zur Sicherung des Atemwegs dar. Sie ist daher Bestandteil des standardisierten Vorgehens zur Sicherung des kindlichen schwierigen Atemwegs, die auf den Empfehlungen der Difficult Airway Society für Erwachsene beruhen [92].**

## Ausblick

Seit ihrer Einführung haben die Larynxmasken der ersten und zweiten Generation auf beeindruckende Weise das Atemwegsmanagement verändert. Die Larynxmaske wird routinemäßig bei elektiven Operationen an nüchternen Patienten eingesetzt. Sowohl bei Erwachsenen als auch bei Kindern wur-

**den zahlreiche Vorteile gegenüber der endotrachealen Intubation nachgewiesen. Die Weiterentwicklungen der Larynxmaske – z. B. Versionen mit flexibel verstärktem Schaft oder verbesserter laryngealer Abdichtung und ösophagealem Drainagekanal – haben zu einer Ausweitung des Anwendungsspektrums geführt und ermöglichen z. B. den Einsatz bei Adenotonsillektomie sowie bei kurzen laparoskopischen Eingriffen in der Gynäkologie oder Allgemeinchirurgie. Erste kleine randomisierte Studien stützen auch den Einsatz von Larynxmasken mit ösophagealem Drainagekanal bei nüchternen Patienten in Bauchlage. Neue Anwendungsgebiete wie der Einsatz in Bauchlage müssen sich dabei nicht nur am Nachweis von potenziellen Vorteilen für den Patientenkomfort messen lassen, sondern vor allem auch in der gleichwertigen Sicherheit für den Patienten im Vergleich zu etablierten Verfahren.**

**Jede Methode kann nur so gut sein wie ihre Anwendung – neben der Beachtung der einschlägigen Kontraindikationen ist daher stets besonderes Augenmerk auf die korrekte Positionierung der Larynxmaske zu legen und zu bedenken, dass ein zu hoher Cuff-Druck Nervenschäden verursachen kann.**

## Literatur

1. Brain AI: The laryngeal mask – A new concept in airway management. *Br J Anaesth* 1983;55: 801-806
2. Brain AI, Verghese C, Strube PJ: The LMA 'ProSeal' – A laryngeal mask with an oesophageal vent. *Br J Anaesth* 2000;84:650-654
3. Verghese C, Brimacombe JR: Survey of laryngeal mask airway usage in 11,910 patients: Safety and efficacy for conventional and nonconventional usage. *Anesth Analg* 1996;82:129-133
4. Woodall NM, Cook TM: National census of airway management techniques used for anaesthesia in the UK: First phase of the fourth national audit project at the Royal College of Anaesthetists. *Br J Anaesth* 2011;106:266-271
5. Cook TM, Nolan JP, Verghese C, Strube PJ, Lees M, Millar JM, et al: Randomized crossover comparison of the ProSeal with the classic laryngeal mask airway in unparalysed anaesthetized patients. *Br J Anaesth* 2002;88:527-533
6. Brimacombe J, Keller C, Fullekrug B, Agro F, Rosenblatt W, Dierdorf SF, et al: A multicenter study comparing the ProSeal™ and Classic™ Laryngeal Mask Airway in anesthetized, nonparalyzed patients. *Anesthesiology* 2002; 96:289-295
7. Brimacombe J: The advantages of the LMA over the tracheal tube or facemask: A meta-analysis. *Canad J Anesth* 1995; 42:1017-1023
8. Brimacombe J, Holyoake L, Keller C, Brimacombe N, Scully M, Barry J, et al: Pharyngolaryngeal, neck, and jaw discomfort after anesthesia with the face mask and laryngeal mask airway at high and low cuff volumes in males and females. *Anesthesiology* 2000;93:26-31
9. Oczeni W, Krenn H, Dahaba AA, Binder M, El-Schahawi-Kienzl I, Jellinek H, et al: Hemodynamic and catecholamine stress responses to insertion of the combitube, laryngeal mask airway or tracheal intubation. *Anesth Analg* 1999;88:1389-1394
10. Mourao J, Neto J, Viana JS, Carvalho J, Azevedo L, Tavares J: A prospective non-randomised study to compare oral trauma from laryngoscope versus laryngeal mask insertion. *Dent Traumatol* 2011;27: 127-130
11. Joshi GP, Morrison SG, White PF, Miciotto CJ, Hsia CCW: Work of breathing in anesthetized patients: Laryngeal mask airway versus tracheal tube. *J Clin Anesth* 1998;10:268-271
12. Yu SH, Beirne OR: Laryngeal mask airways have a lower risk of airway complications compared with endotracheal intubation: A systematic review. *J Oral Maxillofac Surgery* 2010;68:2359-2376
13. Porhomayon J, Wendel PK, Defranks-Anain L, Leissner KB, Nader ND: Do the choices of airway affect the post-anesthetic occurrence of nausea after knee arthroplasty? A comparison between endotracheal tubes and laryngeal mask airways. *Middle East J Anesth* 2013;22:263-271
14. Hohlrieder M, Brimacombe J, von Goedecke A, Keller C: Postoperative nausea, vomiting, airway morbidity, and analgesic requirements are lower for the ProSeal laryngeal mask airway than the tracheal tube in females undergoing breast and gynaecological surgery. *Br J Anaesth* 2007;99:576-580

## Medical Education

## Review Articles

15. Brimacombe JR, Berry A: The incidence of aspiration associated with the laryngeal mask airway: A meta-analysis of published literature. *J Clin Anesth* 1995;7:297-305
16. Neelakanta G, Chikyarappa A: A review of patients with pulmonary aspiration of gastric contents during anesthesia reported to the departmental quality assurance committee. *J Clin Anesth* 2006;18:102-107
17. Warner MA, Warner ME, Weber JG: Clinical significance of pulmonary aspiration during the perioperative period. *Anesthesiology* 1993;78:56-62
18. Auroy Y, Benhamou D, Pequignot F, Jouglu E, Lienhart A: Survey of anaesthesia-related mortality in France: The role of aspiration of gastric contents. *Annal Franc Anesth Reanimat* 2009;28:200-205
19. Brimacombe J, Clarke G, Keller C: Lingual nerve injury associated with the ProSeal laryngeal mask airway: A case report and review of the literature. *Br J Anaesth* 2005;95:420-423
20. Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin: S1-Leitlinie: Atemwegsmanagement Airwaymanagement. [http://www.awmf.org/uploads/tx\\_szleitlinien/001-028l\\_S1\\_Atemwegsmanagement\\_2015-04\\_01.pdf](http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/001-028l_S1_Atemwegsmanagement_2015-04_01.pdf)
21. Apfelbaum JL, Hagberg CA, Caplan RA, Blitt CD, Connis RT, Nickinovich DG, et al: Practice guide-lines for management of the difficult airway: An updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology* 2013;118:251-270
22. Timmermann A, Byhahn C, Wenzel V, Eich C, Piepho T, Bernhard M et al: Handlungsempfehlung für das präklinische Atemwegsmanagement. *Anästhesiologie* 2012;53:294-305
23. Instructions for use - LMA Classic™, LMA Flexible™, LMA Flexible™ Single Use & LMA Unique™. <http://www.lmana.com/viewwifu.php?ifu=15>
24. Aziz L, Bashir K: Comparison of armoured laryngeal mask airway with endotracheal tube for adenotonsillectomy. *J Coll Physicians Surg Pak* 2006;16:685-688
25. Webster AC, Morley-Forster PK, Dain S, Ganapathy S, Ruby R, Au A, et al: Anaesthesia for adeno-tonsillectomy: A comparison between tracheal intubation and the armoured laryngeal mask airway. *Can J Anaesth* 1993;40:1171-1177
26. Williams PJ, Bailey PM: Comparison of the reinforced laryngeal mask airway and tracheal intubation for adenotonsillectomy. *Br J Anaesth* 1993;70: 30-33
27. Kretz FJ, Reimann B, Stelzner J, Heumann H, Lange-Stumpf U: Die Larynxmaske bei Adenotonsillektomie bei Kindern – Gefährliche Spielerei oder medizinischer Fortschritt? *Anaesthesist* 2000;49:706-712
28. Rex C, Puhlinger FK: Einsatz der Larynxmaske bei enoralen Eingriffen. *Anesthesiologie Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2004;39:494-497
29. Russo SG, Wulf H: Erweiterte Indikationen der Larynxmaske – Wo liegen die Limitationen? *Anesthesiologie Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2014;49:152-161
30. Bapat PP, Verghese C: Laryngeal mask airway and the incidence of regurgitation during gynecological laparoscopies. *Anesth Analg* 1997;85:139-143
31. Ho BYM, Skinner HJ, Mahajan RP: Gastro-oesophageal reflux during day case gynaecological laparoscopy under positive pressure ventilation: Laryngeal mask vs. tracheal intubation. *Anaesthesia* 1998;53:921-924
32. Maltby JR, Beriault M, Watson N, Liepert D, Fick G: The LMA-ProSeal™ is an effective alternative to tracheal intubation for laparoscopic cholecystectomy. *Canad J Anesth* 2002;49:857-862
33. Viira D, Myles PS: The use of the laryngeal mask in gynaecological laparoscopy. *Anaesth Intensive Care* 2004; 32:560-563
34. Lim Y, Goel S, Brimacombe JR: The ProSeal laryngeal mask airway is an effective alternative to laryngoscope-guided tracheal intubation for gynaecological laparoscopy. *Anaesth Intensive Care* 2007;35:52-56
35. Abdi W, Amathieu R, Adhoum A, Poncet C, Slavov V, Kamoun W, et al: Sparing the larynx during gynecological laparoscopy: A randomized trial comparing the LMA Supreme and the ETT. *Acta Anaesthesiol Scand* 2010;54:141-146
36. Yao T, Yang XL, Zhang F, Li N, DU HQ, Wang DX, et al: The feasibility of supreme laryngeal mask airway in gynecological laparoscopy surgery. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi* 2010;90:2048-2051
37. Belena JM, Gracia JL, Ayala JL, Nunez M, Lorenzo JA, de los Reyes A et al: The laryngeal mask airway Supreme for positive pressure ventilation during laparoscopic cholecystectomy. *J Clin Anesth* 2011;23:456-460
38. Aydogmus MT, Turk HSY, Oba S, Unsal O, Sinikoglu SN: Can Supreme™ laryngeal mask airway be an alternative to endotracheal intubation in laparoscopic surgery? *Braz J Anesthesiol (English edition)* 2014;64:66-70
39. Miller DM, Camporota L: Advantages of ProSeal and SLIPA airways over tracheal tubes for gynecological laparoscopies. *Can J Anaesth* 2006;53:188-193
40. Chen Bz, Tan L, Zhang L, Shang Yc: Is muscle relaxant necessary in patients undergoing laparoscopic gynecological surgery with a ProSeal LMA™? *J Clin Anesth* 2013;25:32-35
41. Hohlrieder M, Brimacombe J, Eschertzhuber S, Ulmer H, Keller C: A study of airway management using the ProSeal LMA laryngeal mask airway compared with the tracheal tube on postoperative analgesia requirements following gynaecological laparoscopic surgery. *Anaesthesia* 2007;62:913-918
42. Griffiths JD, Nguyen M, Lau H, Grant S, Williams DI: A prospective randomised comparison of the LMA ProSeal™ versus endotracheal tube on the severity of postoperative pain following gynaecological laparoscopy. *Anaesth Intensive Care* 2013;41:46-50
43. Kang JE, Oh CS, Choi JW, Son IS, Kim SH: Postoperative pharyngolaryngeal adverse events with laryngeal mask airway (LMA Supreme) in laparoscopic surgical procedures with cuff pressure limiting 25 cm H<sub>2</sub>O: Prospective, blind, and randomised study. *Scientific World Journal* 2014:709801
44. Goldmann K, Dieterich J, Roessler M: Laryngopharyngeal mucosal injury after prolonged use of the ProSeal LMA in a porcine model: A pilot study. *Can J Anesth* 2007;54:822-828
45. Russo SG, Goetze B, Troche S, Barwing J, Quintel M, Timmermann A: LMA-ProSeal™ for elective postoperative care on the intensive care unit: A prospective, randomized trial. *Anesthesiology* 2009; 111:116-121
46. Durbin CG: Tracheostomy: Why, when, and how? *Respiratory Care* 2010;55: 1056-1068
47. Strametz R, Pachler C, Kramer JF, Byhahn C, Siebenhofer A, Weberschock T: Laryngeal mask airway versus endotracheal tube for percutaneous dilatational tracheostomy in critically ill adult patients. *Cochrane Database Syst Rev* 2014;6:CD009901
48. Brimacombe J, Clarke G, Simons S: The laryngeal mask airway and endoscopic guided percutaneous tracheostomy. *Anaesthesia* 1994;49:358-359
49. Rossi M, De Monti M, Sonnino D, Giacometti B: The use of fiberoptic bronchoscopy during percutaneous dilatational tracheostomy with laryngeal mask. *Diagn Ther Endosc* 1997;4:13-18

## Review Articles

## Medical Education

50. Pratt T, Bromilow J: Laryngeal mask airway for airway control during percutaneous dilatational tra-cheostomy. *Anaesth Intensive Care* 2011;39:1009-1013
51. McDonnell NJ, Paech MJ, Clavisi OM, Scott KL: Difficult and failed intubation in obstetric anaesthesia: An observational study of airway management and complications associated with general anaesthesia for caesarean section. *Int J Obstet Anesthesia* 2008;17:292-297
52. Vaida SJ, Pott LM, Budde AO, Gaitini LA: Suggested algorithm for management of the unexpected difficult airway in obstetric anaesthesia. *J Clin Anesth* 2009;21:385-386
53. Hasham FM, Andrews PJ, Juneja MM, Ackerman WE: The laryngeal mask airway facilitates intubation at cesarean section. A case report of difficult intubation. *Int J Obstet Anesth* 1993;2:181-182
54. Awan R, Nolan JP, Cook TM: Use of a ProSeal™ laryngeal mask airway for airway maintenance during emergency caesarean section after failed tracheal intubation. *Br J Anaesth* 2004;92:144-146
55. Sharma B, Sahai C, Sood J, Kumra VP: The ProSeal laryngeal mask airway in two failed obstetric tracheal intubation scenarios. *Int J Obstet Anesth* 2006;15:338-339
56. Han TH, Brimacombe J, Lee EJ, Yang HS: The laryngeal mask airway is effective (and probably safe) in selected healthy parturients for elective cesarean section: A prospective study of 1067 cases. *Can J Anaesth* 2001;48:1117-1121
57. Halaseh BK, Sukkar ZF, Hassan LH, Sia AT, Bushnaq WA, Adarbeh H: The use of ProSeal laryngeal mask airway in caesarean section – Experience in 3000 cases. *Anaesth Intensive Care* 2010;38:1023-1028
58. Yao W, Li S, Sng B, Lim Y, Sia A: The LMA Supreme™ in 700 parturients undergoing cesarean delivery: An observational study. *Can J Anaesth* 2012;59:648-654
59. Habib A: Is it time to revisit tracheal intubation for cesarean delivery? *Can J Anaesth* 2012;59:642-647
60. Lundstrom LH, Moller AM, Rosenstock C, Astrup G, Wetterslev J: High body mass index is a weak predictor for difficult and failed tracheal intubation: A cohort study of 91,332 consecutive patients scheduled for direct laryngoscopy registered in the Danish Anaesthesia Database. *Anesthesiology* 2009;110:266-274
61. Ahmad S, Nagle A, McCarthy RJ, Fitzgerald PC, Sullivan JT, Prystowsky J: Postoperative hypoxemia in morbidly obese patients with and without obstructive sleep apnea undergoing laparoscopic bariatric Surgery. *Anesth Analg* 2008;107:138-143
62. Cook TM: Difficult airway in an obese patient managed with the ProSeal laryngeal mask airway. *Europ J Anaesthesiol* 2005;22:241-243
63. Ostermeier AM, Hofmann-Kiefer K, Schwender D: Induction of anaesthesia for a patient with sleep apnea syndrome. *Anaesthesist* 2000;49:317-320
64. Nicholson A, Cook TM, Smith AF, Lewis SR, Reed SS: Supraglottic airway devices versus tracheal intubation for airway management during general anaesthesia in obese patients. *Cochrane Data-base Syst Rev* 2013;9:CD010105
65. Instructions for use – LMA ProSeal™. <http://www.lmaco-ifu.com/sites/default/files/node/108/ifu/revision/856/pms2100001b.pdf>
66. Benumof JL: Laryngeal mask airway: Indications and contraindications. *Anesthesiology* 1992;77:843-846
67. Kee WDN: Laryngeal mask airway for radiotherapy in the prone position. *Anaesthesia* 1992;47:446-447
68. Olsen KS, Petersen JT, Pedersen NA, Rosing L: Self-positioning followed by induction of anaesthesia and insertion of a laryngeal mask airway versus endotracheal intubation and subsequent positioning for spinal surgery in the prone position: A randomised clinical trial. *Eur J Anaesthesiol* 2014;31:259-265
69. Weksler N, Klein M, Rozentsveig V, Weksler D, Sidelnik C, Lottan M, et al: Laryngeal mask in prone position: Pure exhibitionism or a valid technique. *Minerva Anestesiol* 2007;73:33-37
70. Sharma B, Sood J, Sehgal R, Sahai C, Gera A: ProSeal laryngeal mask airway™ insertion in the prone position: Optimal utilization of operation theatre personnel and time? *J Anaesthesiol Clin Pharmacol* 2014;30:177-182
71. Stevens WC, Mehta PD: Use of the laryngeal mask airway in patients positioned prone for short surgical cases in an ambulatory surgery unit in the United States. *J Clin Anesth* 2008;20:487-488
72. Sharma V, Verghese C, McKenna PJ: Prospective audit on the use of the LMA-Supreme for airway management of adult patients undergoing elective orthopaedic surgery in prone position. *Br J Anaesth* 2010;105:228-232
73. Welsch P, Volk T: Retrospektiver Audit: Larynxmaske in Bauchlage bei elektiven Wirbelsäuleneingriffen – Eine sinnvolle Alternative? *Anästh Intensivmed* 2013;54:172-180
74. McCaughey W, Bhanumurthy S: Laryngeal mask placement in the prone position. *Anaesthesia* 1993;48:1104-1105
75. Milligan KA: Laryngeal mask in the prone position. *Anaesthesia* 1994;49:449-449
76. Ng A, Raitt DG, Smith G: Induction of anaesthesia and insertion of a laryngeal mask airway in the prone position for minor surgery. *Anesth Analg* 2002;94:1194-1198
77. Osborn IP, Cohen J, Soper RJ, Roth LA: Laryngeal mask airway™ – A novel method of airway protection during ERCP: Comparison with endotracheal intubation. *Gastrointest Endosc* 2002;56:122-128
78. Brimacombe JR, Wenzel V, Keller C: The proseal laryngeal mask airway in prone patients: A retrospective audit of 245 patients. *Anaesth Intensive Care* 2007;35:222-225
79. Lopez AM, Valero R, Brimacombe J: Insertion and use of the LMA Supreme™ in the prone position. *Anaesthesia* 2010;65:154-157
80. Lopez AM, Valero R, Hurtado P, Gambus P, Pons M, Anglada T: Comparison of the LMA Supreme™ with the LMA Proseal™ for airway management in patients anaesthetized in prone position. *Br J Anaesth* 2011;107:265-271
81. Thomas M, Bhorkar NM, D'silva JA, Chilgar RM: Prone induction of anaesthesia using laryngeal mask airway in liposculpting surgery. *Plastic Reconstr Surgery* 2012;129:599e-600e
82. Kang F, Li J, Chai X, Yu J, Zhang H, Tang C: Comparison of the I-gel laryngeal mask airway with the LMA-Supreme for airway management in patients undergoing elective lumbar vertebral surgery. *J Neurosurg Anesthesiol* 2015;27:37-41
83. Luce V, Harkouk H, Brasher C, Michelet D, Hilly J, Maesani M, et al: Supraglottic airway devices vs. tracheal intubation in children: A quantitative meta-analysis of respiratory complications. *Paediatr Anaesth* 2014;24:1088-1098
84. Ozdamar D, Guvenc BH, Tokar K, Solak M, Ekingen G: Comparison of the effect of LMA and ETT on ventilation and intra-abdominal pressure in pediatric laparoscopic procedures. *Minerva Anestesiol* 2010;76:592-599

85. Sinha A, Sharma B, Sood J: ProSeal as an alternative to endotracheal intubation in pediatric laparoscopy. *Paediatr Anaesth* 2007;17:327-332
86. Patel MG, Swadia V, Bansal G: Prospective randomized comparative study of use of PLMA and ET tube for airway management in children under general anaesthesia. *Indian J Anaesth* 2010;54:109-115
87. von Ungern-Sternberg BS, Boda K, Schwab C, Sims C, Johnson C, Habre W: Laryngeal mask airway is associated with an increased incidence of adverse respiratory events in children with recent upper respiratory tract infections. *Anesthesiology* 2007;107:714-719
88. Tait AR, Pandit UA, Voepel-Lewis T, Munro HM, Malviya S: Use of the laryngeal mask airway in children with upper respiratory tract infections: A comparison with endotracheal intubation. *Anesth Analg* 1998;86:706-711
89. Gharaei B, Aghamohammadi H, Jafari A, Razavi S, Kamranmanesh M, Kermany AS: Use of laryngeal mask airway in children with upper respiratory tract infection, compared with face mask: Randomized, single blind, clinical trial. *Acta Anaesthesiol Taiwan* 2011;49: 136-140
90. von Ungern-Sternberg BS, Erb TO, Chambers NA, Heaney M: Laryngeal mask airways – To inflate or to deflate after insertion? *Paediatr Anaesth* 2009; 19:837-843
91. Hockings L, Heaney M, Chambers NA, Erb TO, von Ungern-Sternberg BS: Reduced air leakage by adjusting the cuff pressure in pediatric laryngeal mask airways during spontaneous ventilation. *Paediatr Anaesth* 2010;20:313-317
92. Weiss M, Engelhardt T: Proposal for the management of the unexpected difficult pediatric airway. *Paediatr Anaesth* 2010; 20:454-464.

### Korrespondenz- adresse



**Dr. med. Philip-Helge  
Arnemann**

Klinik für Anästhesiologie, operative  
Intensivmedizin und Schmerztherapie  
Universitätsklinikum Münster  
Albert-Schweitzer-Campus 1/Geb. A1  
48149 Münster, Deutschland

Tel.: 0251 83 47255

Fax: 0251 83 48667

E-Mail:

arnemann@anit.uni-muenster.de