

Erweiterte Indikationen der Larynxmaske

Wo liegen die Limitationen?

Sebastian G. Russo • Hinnerk Wulf

Seit ihrer Erstbeschreibung hat sich die Larynxmaske von einer Alternative zur Gesichtsmaskenbeatmung zu einer in vielen Bereichen akzeptierten Alternative zur endotrachealen Intubation entwickelt. Dieser Prozess der vergangenen 30 Jahre ist sowohl technischen Weiterentwicklungen der Larynxmasken als auch einem zunehmenden Vertrauen – gepaart mit stetig steigender Evidenz zur Anwendungssicherheit – gegenüber dieser Art der Atemwegssicherung geschuldet. Im nachfolgenden Artikel wird die Anwendung der Larynxmaske bei weiterhin kritisch diskutierten Indikationen (Adipositas, Abdominalchirurgie) betrachtet.

Evidenzbasierte Indikationen Larynxmasken (LM) werden zur Gruppe der sog. supra- bzw. extraglottischen Atemwegshilfen gezählt. Sie sind weit verbreitet in der anästhesiologischen und nicht anästhesiologischen Patientenversorgung sowohl von Erwachsenen [1] als auch von Kindern [2, 3]. Unbestritten ist ihre Anwendung in einer erschwerten Atemwegssituation, sodass diese Atemwegshilfen in den verschiedensten nationalen sowie internationalen Handlungsempfehlungen sowohl für Erwachsene als auch für Kinder implementiert sind [4–6]. Ebenfalls evident sind die positiven Effekte wie eine geringe hämodynamische Beeinflussung während der Narkoseeinleitung und Aufwachphase sowie eine geringe Inzidenz an Husten und Atemwegsmorbiditäten – verbunden mit einer verbesserten respiratorischen Funktion postoperativ im Vergleich zum Trachealtubus [1, 7, 8].

Extraglottische Atemwegshilfen in neueren Feldern

Erweiterte Indikationen Nachdem die klassische LM initial als Atemwegshilfe unter Spontanatmung und als Alternative zur Gesichtsmaskenbeatmung Einzug in die klinische Praxis erhalten hat, stellen die Anwendungen verschiedenster extraglottischer Atemwegshilfen (EGA) mittlerweile auch etablierte bzw. als vorteilhaft beschriebene Konzepte für andere Indikationen der Atemwegssicherung von Patienten dar. Hierzu gehören

Eingriffe in der Augen- sowie Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Eingriffe in Seiten-, Oberkörperhoch- und auch Bauchlagerung [9] sowie geplante Anwendung auf der Intensivstation bzw. zur Dilatationstracheotomie [7, 10]. In der Abdominalchirurgie hat v. a. die Sorge vor einer Aspiration die Anwender bisher davon abgehalten, EGA auch in diesem Bereich einzusetzen. Gleiches gilt wohl auch – neben der Sorge um eine suffiziente Ventilation – für die Anwendung bei adipösen Patienten.

Rationale Entscheidungshilfe Der hier vorgestellte Artikel greift diese Vorbehalte auf und will dem Anwender eine rationale Entscheidungshilfe bei diesen erweiterten Indikationen geben. Hierbei soll es weniger um eine Aufarbeitung der reichhaltigen Literatur mit positiven Erfahrungsberichten bei Laparoskopie, Adipositas, Not- sowie sogar elektivem Kaiserschnitt etc. gehen [11–18]. Vielmehr sollen das Konzept der EGA und die sich daraus möglicherweise ergebenden Optionen detailliert vorgestellt werden. Aufgrund der größeren Evidenz für die Gruppe der LM wird sich der Artikel im Verlauf hierauf fokussieren.

Dichtigkeiten extraglottischer Atemwegshilfen

Die durch den Cuff der EGA erreichte Abdichtung kann in eine Abdichtung gegenüber Flüssigkeiten und einen gegenüber Gasen differenziert werden [19]. Für die nachfolgenden Ausführungen ist es jedoch hilfreicher, die relevanten Dichtigkeiten zunächst nach ihrer anatomischen Lokalisation zu differenzieren. Für eine optimale und sichere Anwendung von EGA sind demnach 2 Dichtigkeiten wesentlich:

Abdichtung nach oral Die Abdichtung nach oral ermöglicht die Applikation eines positiven Beatmungsdrucks und damit auch die Beatmung des Patienten. Sie wird erreicht durch den Kon-

Orientierende Verschlussdrücke verschiedener extraglottischer Atemwegshilfen

extraglottische Atemwegshilfe	OLP [cmH ₂ O] ¹	HLP _{Flüss} [cmH ₂ O]
klassische Larynxmaske	20–25 [49, 50]	≈ 40 [27, 28]
LMA-ProSeal™	≈ 30 [14, 51]	≈ 60–70 [27, 28]
LMA-Supreme™	≈ 25–30 [51, 52]	≈ 70 ²
Intubationslarynxmaske	25–30 [53, 54]	≈ 110 [28]
i-gel™	≈ 25 [52, 55, 56]	≈ 15–20 [27] ³
Guardian CPV™	≈ 30 [51]	n. a. ⁴
air-Q®	≈ 25–30 [57, 58]	n. a. ⁴
LTS-D	≈ 25 [52] ⁵ bis 30–40 [54]	≈ 70–80 [28]

¹ Eine unbedingte Vergleichbarkeit ist nicht gegeben, da die Cuff-Drücke der blockbaren extraglottischen Atemwegshilfen nicht regelhaft angegeben werden; zur Bestimmung des OLP siehe auch [38].
 In Kürze: APL-Ventil auf 40 cmH₂O und 3l Frischgasfluss einstellen → unter Apnoe zunehmenden Druckanstieg im Kreisteil abwarten → der Druck, bei dem ein Leakage-Geräusch auskultiert wird (oral oder mittels Stethoskop auch im Bereich des Larynx) gilt als OLP;
² persönliche Kommunikation Prof. G. Dhonneur, Paris; ³ Ergebnisse wurden bei ca. 32 °C Raumtemperatur erhoben;
⁴ nach Kenntnisstand der Autoren; ⁵ Cuff-Druck bei 60 cmH₂O

Tab. 1 Orientierende oropharyngeale Verschlussdrücke (OLP) und hypopharyngeale Verschlussdrücke (HLP) bezüglich Flüssigkeiten verschiedener extraglottischer Atemwegshilfen.

takt der Atemwegshilfe mit der oropharyngealen Mukosa und quantifiziert durch den oropharyngealen Verschlussdruck (oropharyngeal leak pressure, OLP). Dieser ist zwischen verschiedenen EGA unterschiedlich hoch (♣ Tab. 1). Weiterhin werden die Atemwege vor Sekreten oder Blut aus Oro- und Nasopharynx geschützt [20, 21].

Hypopharyngeale Dichtigkeit Die hypopharyngeale Dichtigkeit beschreibt den Kontakt und die Insertion des distalen Anteils der EGA mit bzw. in den oberen Ösophagusphinkter (OES). Diese Abdichtung schützt den Gastrointestinaltrakt (GI-Trakt) vor iatrogener Luftinsufflation und die Atemwege vor einer Aspiration im Falle einer Regurgitation; ohne dies wäre die Anwendung einer EGA der einer Gesichtsmaske nicht überlegen.

Drainagekanal Die häufig beschriebene Trennung von Respirations- und GI-Trakt erfolgt durch die 2. Abdichtung sowie zusätzlich durch die Integration eines Drainagekanals bei einer Reihe von EGA. Das distale Ende des Drainagekanals liegt an der Spitze der EGA, sodass die Möglichkeit besteht,

- ▶ Mageninhalt (Luft und Flüssigkeiten) passiv nach extern entweichen zu lassen oder
- ▶ eine Magensonde zu inserieren.

Die Trennung von Respirations- und GI-Trakt erfolgt durch die Abdichtung der Maskenspitze im oberen Ösophagusphinkter und die Integration eines Drainagekanals.

Die hypopharyngeale Dichtigkeit

Kontakt zum OES entscheidend Die hypopharyngeale Dichtigkeit hängt von der (korrekten) Position des distalen EGA-Anteils in Relation zum OES ab (♣ Abb. 1).

▶ Bezüglich der Insertionstiefe in den OES bestehen Unterschiede zwischen verschiedenen EGA. Während z. B. die i-gel™ (Intersurgical GmbH, St. Augustin) im proximalen Bereich des OES zu liegen kommt, dringt die Spitze der LMA-Supreme™ (Teleflex Medical GmbH, Kernen i.R.) bis tief in den OES ein [22]. Für den Larynxtubus (VBM Medizintechnik GmbH, Sulz a.N.) sind nach Kenntnis der Autoren bisher keine Studien bezüglich der genauen Positionierung in Relation zum OES in-situ publiziert. Es ist jedoch eine relativ tiefe Insertion in den Ösophagus zu vermuten.

MRT einer Larynxmaske in situ

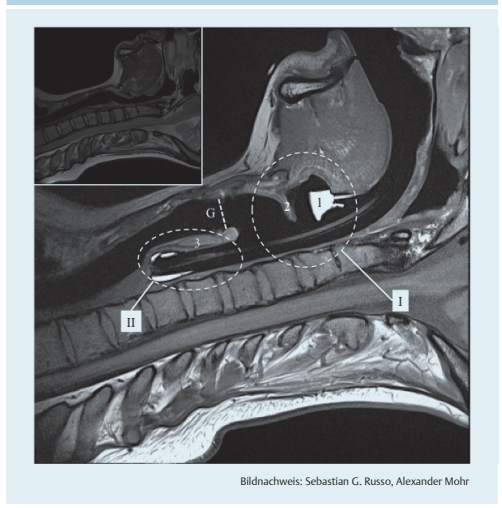


Abb. 1 Magnetresonanztomografie (MRT) einer LMA-Supreme™ (Teleflex Medical GmbH, Kernen i. R.) in situ. Der Cuff ist partiell mit Wasser gefüllt. Die Markierungen I und II zeigen die prophäutische Unterscheidung zwischen der 1. Dichtigkeit (I) und der 2. Dichtigkeit (II). 1 = proximaler Cuff-Anteil; 2 = Epiglottis; 3 = Dorsalplatte des Ringknorpels; G = Glottisebene. Inlet: Es zeigt die gleiche Probandin in der Nativaufnahme.

Dieses Dokument wurde zum persönlichen Gebrauch heruntergeladen. Vervielfältigung nur mit Zustimmung des Verlages.

Relevante Parameter Für die Betrachtung der hypopharyngealen Dichtigkeit sind 2 Parameter relevant:

1. der Beatmungsdruck, bei dem iatrogen Luft in den GI-Trakt insuffliert werden würde, da die Dichtigkeit nicht ausreicht, um dem Atemwegsdruck standzuhalten (HLP_{Luft})
2. der Druck, bei dem während Regurgitation bzw. aktivem Erbrechen die Verbindung zwischen EGA und OES undicht wird und Regurgitat in die Maskenschalen und damit in die Trachea fließen könnte ($HLP_{Flüss}$)

Schutz vor iatrogenen Insufflation von Luft in den Gastrointestinaltrakt



Max. sicherer Beatmungsdruck Für den max. sicheren Beatmungsdruck sind kaum Daten bekannt. Eine der wenigen Studien an Patienten wurde 1997 von Brimacombe vorgestellt [23]. Für 179 Patienten wurde während der Verwendung einer klassischen LM die korrekte Positionierung mittels fiberoptischer Lagekontrolle überprüft. In 17% der Fälle wurde eine Luftinsufflation in den Magen mittels Auskultation festgestellt, bevor eine Atemwegsleckage nach extern erkennbar wurde. Hier war also der HLP_{Luft} niedriger als der OLP. Der mittlere Beatmungsdruck, bei dem eine Leckage in der Studie von Brimacombe auftrat, lag mit $31(23-45)\text{cmH}_2\text{O}$ deutlich höher als der durchschnittlich beschriebenen OLP für klassische LM [23].

Unterschiede zwischen EGA-Modellen Schmidbauer et al. haben kürzlich eine Untersuchung mit modernen EGA an Leichen durchgeführt. Sie evaluierten, ob und wie viel Luftvolumen während eines Beatmungszyklus bei einem P_{max} von 20, 40 und $60\text{cmH}_2\text{O}$ im Ösophagus zu messen war [24]. Bei einem P_{max} von $20\text{cmH}_2\text{O}$ wurde keine ösophageale Luftinsufflation beobachtet.

- Bei Beatmungsdrücken von 40 und $60\text{cmH}_2\text{O}$ jedoch konnte für alle EGA eine Luftinsufflation festgestellt werden.

Während das Volumen für Modelle mit einem perilaryngealen Verschluss (LMA-ProSeal™, LMA-Supreme, i-gel) gering war, wurde für Larynx-tuben ein deutliches höheres ösophageales Luftvolumen gefunden. Als Gründe für diese Beobachtung wurde angeführt, dass die Dichtigkeit des pharyngealen Cuffs (OLP) eines Larynx-tubus oberhalb der des ösophagealen Cuffs (HLP_{Luft}) liegt.

Gastrale Insufflation ein relevantes Problem?

Die Frage, ob grundsätzlich zu befürchten ist, dass Luft (unbemerkt) in den GI-Trakt gelangt, obwohl nach extraoral keine Luft im Rahmen einer Undichtigkeit entweicht, ist für die hier diskutierte Thematik relevant. Denn v.a. bei laparoskopischen Eingriffen oder bei Adipositas müssen in

der Regel höhere Beatmungsdrücke verwendet werden müssen.

Studien zur Anwendung von EGA während laparoskopischer Eingriffe haben im Vergleich zum Endotrachealtubus kaum vermehrte, vom Operateur subjektiv angegebene Volumenveränderungen des Magens gefunden [11, 12]. Dies spiegelt auch die klinische Erfahrung der Autoren wider. Weiterhin liegt der OLP in der Regel unterhalb des beschriebenen HLP_{Luft} , sodass eher die Ventilation des Patienten beeinträchtigt ist, als dass Luft in den Magen insuffliert wird.

Dennoch haben Stix et al. für die LMA-ProSeal 2 Fälle beschrieben, bei denen eben dies der Fall war. Partiiell wurde dies auf eine nachlassende hypopharyngeale Dichtigkeit aufgrund leichter Lageveränderung der LMA zurückgeführt [25]. Die Fälle heben damit nochmals eindrücklich hervor, wie wichtig eine korrekte Fixierung der EGA ist (im besten Fall von einer zur anderen Seite des Oberkiefers). Diese muss das Ziel haben, den Kontakt zum OES intraoperativ konsequent zu erhalten. Darüber hinaus erscheint die intermittierende Auskultation über dem Magen des Patienten sinnvoll, um eine Luftinsufflation frühzeitig zu erkennen.

Die Fixierung einer extraglottischen Atemwegshilfe muss u. a. das Ziel haben, den Kontakt der Maskenspitze zum oberen Ösophagusphinkter konsequent aufrecht zu erhalten.

Schutz vor Aspiration im Falle einer Regurgitation



Abdichtung zwischen EGA-Spitze und OES

Methodisch ist es nicht unproblematisch, den Schutz vor Aspiration unter wissenschaftlichen und v.a. auch vergleichenden Bedingungen zu validieren [26]. Zumindest haben die Kollegen um Schmidbauer diesbezüglich an Leichen hilfreiche Experimente durchgeführt [27, 28]. Sie konnten zeigen, dass durch die Abdichtung zwischen der Spitze des EGA und dem OES ein von ösophageal kommenden hydrostatischen Druck standgehalten werden kann. Hierbei gibt es Unterschiede zwischen den EGA (► Tab. 2). Es ist zu vermuten, dass sich die unterschiedlichen Ergebnisse sowohl auf unterschiedliche Formen der Maskenspitze als auch auf eine unterschiedliche Insertionstiefe in den OES zurückführen lassen [22]. Ein direkter Zusammenhang ist jedoch nicht bewiesen.

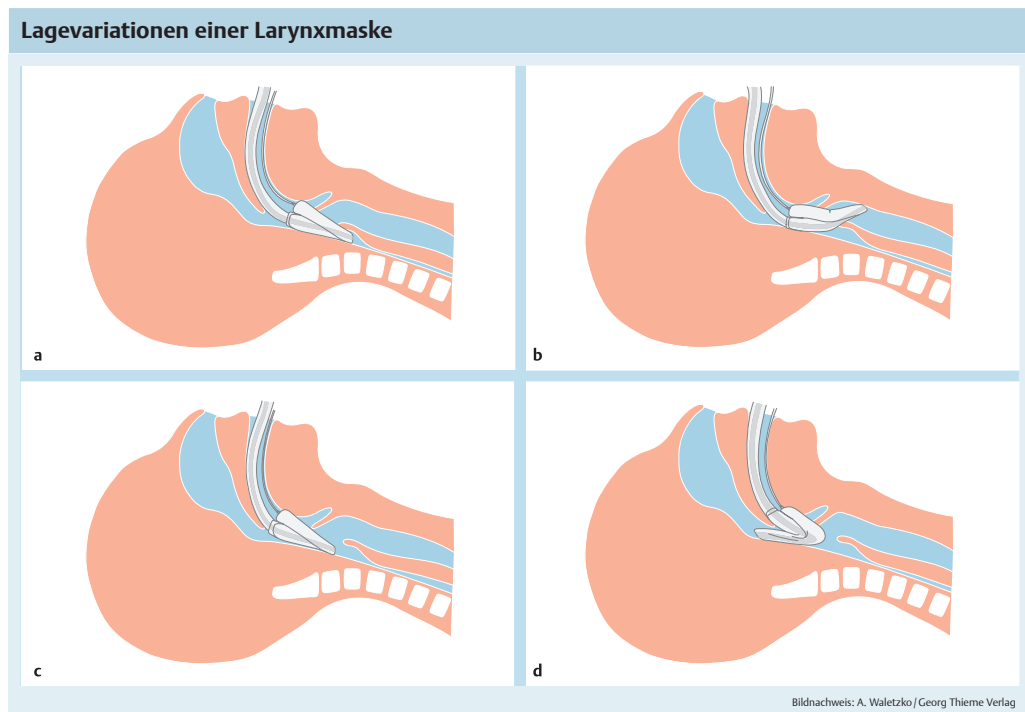
EGA in der Regel sicher Für alle EGA gilt, dass eine Aspiration basierend auf einer passiven Regurgitation durch die $HLP_{Flüss}$ in der Regel vermieden wird. Einzelne EGA wären aufgrund eines erstaunlich hohen $HLP_{Flüss}$ von bis zu $70\text{cmH}_2\text{O}$ nahezu in der Lage, aktivem Erbrechen standzu-

Tab. 2

Relevante klinische Tests zur Lagekontrolle extraglottischer Atemwegshilfen (EGA) mit einem Drainagekanal					
Test	Fragestellung	Durchführung	gewünschtes Ergebnis	Troubleshooting	Bemerkung
visuelle Kontrolle der Insertionstiefe [59]	grobe Orientierung, erster Eindruck	Kontrolle, ob die Insertionstiefe den Empfehlungen des Herstellers entspricht	Die Zahnreihe bzw. die Oberlippe befindet sich in der vom Hersteller angegebenen Relation zur EGA	primär tiefere, ggf. erneute Insertion	Alle EGA haben eine Markierung, auf die sich in der Regel die Zahnreihe projizieren sollte (siehe Herstellerangaben)
„suprasternal notch tap test“ [60]	Kontrolle, ob die Spitze der EGA sich im Hypopharynx, dorsal des Kinkoids befindet	Gel auf Wasserbasis (ca. 1 cm) wird in das proximale Ende des Drainagekanals gegeben. Während rhythmischer, digitaler Kompression des Jugulums wird das Gel im Drainagekanal beobachtet.	Das Gel bewegt sich synchron zur rhythmischen Kompression	Wenn Maskenspitze nicht umgeschlagen, dann primär tiefere, ggf. erneute Insertion	Wie in Abb. 1 dargestellt, projiziert sich die Spitze der EGA auf den oberen Ösophagusphinkter und das Jugulum. Sollte die Spitze der EGA umgeschlagen oder nicht ausreichend tief inseriert sein, dann würde das Ergebnis auffällig werden.
„bubble-test“ [29]	Überprüfung der hypopharyngealen Dichtigkeit	Gel auf Wasserbasis (ca. 1–2 cm) wird in das proximale Ende des Drainagekanals gegeben und während der Überdruckbeatmung beobachtet.	Luft entleert sich nicht retrograd entlang des Drainagekanals bzw. das Gel schießt nicht beatmungssynchron aus dem proximalen Ende des Drainagekanals	Wenn Maskenspitze nicht umgeschlagen, dann primär tiefere, ggf. erneute Insertion	Sollte vor Insertion der EGA die Gesichtsmaskenbeatmung durchgeführt worden sein, kann sich initial im Bereich des Hypopharynx befindliche Luft langsam (!) im Drainagekanal nach proximal bewegen. Dies ist von einem unerwünschten erup-tionsartigen Austreten des Gels während der Beatmung zu unterscheiden.
Insertion einer Magensonde	Kontrolle, dass die Maskenspitze nicht nach dorsal umgeschlagen ist	Insertion einer Magensonde über die Spitze der EGA hinaus	problemlose Insertion	erneute Insertion der EGA	Sollte gegen eine Magensonde entschieden werden, kann auch ein Absaugkatheter über den Drainagekanal inseriert werden. Die Gefahr, dass die Maskenspitze nach dorsal umknickt ist für die LMA-Supreme™ und die i-gel™ aufgrund der verstärkten Spitze, bzw. der Konstruktion deutlich reduziert bzw. nahezu ausgeschlossen.
„maximum minute ventilation test“ [61]	Detektion einer Atemwegsobstruktion	Bestimmung des max. möglichen Beatmungsvolumens über 15 s mit nachfolgender Extrapolation auf 1 min	bei erwachsenen Patienten: Atemminutenvolumen > 12 l	Wenn funktionelle Obstruktion (Laryngospasmus, zu flache Narkose) ausgeschlossen, dann erneute Insertion (ggf. tracheale Intubation)	Der Test quantifiziert die qualitative Beschreibung der Ventilation über eine EGA.

Dieses Dokument wurde zum persönlichen Gebrauch heruntergeladen. Vervielfältigung nur mit Zustimmung des Verlages.

Abb. 2 **a** korrekte Position der Larynxmaske;
b Maskenspitze ist in die Glottis inseriert;
c Larynxmaske ist nicht ausreichend tief inseriert;
d Maskenspitze ist nach dorsal umgeknickt.
 Beachte: Die Gefahr, dass die Maskenspitze nach dorsal umknickt (**d**), ist für die LMA-Supreme™ und die i-gel™ (Intersurgical GmbH, St. Augustin) deutlich reduziert bzw. nahezu ausgeschlossen. Die Skizzen dienen nur zur Veranschaulichung der Lagevariationen. Die tatsächliche anatomische Position in situ wäre für die LMA-Supreme in **Abb. 1** dargestellt.



halten (**Tab. 2**). Dies gilt v. a. für EGA mit einem integrierten Drainagekanal, über den im Falle einer verstärkten Regurgitation Flüssigkeiten und Luft nach extern drainiert werden können [29]. Bercker et al. zeigten, dass es selbst bei hydrostatischen Drücken von 130 cmH₂O bei keiner EGA mit offenem Drainagekanal zu einer Aspiration kommt [28].

Bei korrekt platzierten EGA mit offenem Drainagekanal kann eine Aspiration im Fall einer Regurgitation effektiv verhindert werden.

Condition sine qua non ist jedoch die exakte Positionierung der Maskenspitze innerhalb des OES (**Abb. 1** und **2**). Dazu sind eine korrekte Insertionstechnik als auch die Durchführung aller relevanten Tests zur Lageverifizierung [1, 30] unbedingt notwendig. Eine Übersicht hierzu ist in **Tab. 2** dargestellt.

Empfehlung Da die klinischen Tests auf dem Vorhandensein und der Verwendung eines Drainagekanals basieren, empfehlen wir eindeutig – nicht nur aufgrund der Möglichkeit der Drainage von Flüssigkeit und Luft sowie der Insertion einer Magensonde –, v. a. für die hier diskutierten erweiterten Indikationen von Larynxmasken ausschließlich Modelle mit Drainagekanal zu verwenden.

Für den EGA-Einsatz bei erweiterten Indikationen sind Modelle mit Drainagekanal unbedingt zu empfehlen.

Laparoskopie und Gefahr der Regurgitation

Eine der zentralen Argumente gegen die Anwendung einer LM während laparoskopischer Eingriffe ist die Sorge vor einer vermeintlich erhöhten Regurgitations- und Aspirationsgefahr unter Pneumoperitoneum.

Einfluss von CO₂-Insufflation auf Barriereindruck

Die Druckdifferenz zwischen Tonus des unteren Ösophagussphinkter (UES) und dem gastralen Druck stellt den sog. Barriereindruck dar. Dieser ist physiologisch positiv. Bereits 1989 untersuchten Jones et al. den Einfluss einer peritonealen CO₂-Insufflation bis zu einem intraperitonealen Druck von 30 cmH₂O auf den gastralen und ösophagealen Druck an 6 Patientinnen [31]. Die Ergebnisse sind in **Abb. 3** dargestellt.

Wie erwartet stieg der gastrale Druck an. Reflektorisch jedoch nahm auch der Tonus des UES zu, und zwar im Verhältnis stärker als der gastrale Druck. Der Barriereindruck nahm damit in der Untersuchung von Jones et al. zu.

Tournade et al. konnte diesen Effekt des Pneumoperitoneums bezüglich eines Anstiegs des Barriereindrucks an 11 Schweinen nicht zeigen. Gleichwohl führte die Anlage eines Pneumoperitoneums in Kombination mit einer Trendelenburglagerung (wie bei gynäkologisch indizierten Laparoskopien in der Regel der Fall) zu einem signifikanten Anstieg des Barriereindrucks von 15 auf 21 mmHg [32].

Einfluss von Narkosemittel Nach einer Untersuchung von Thorn et al. wurde unter der Narkose

mit Sevofluran bei 9 Patienten kein Anstieg des Barriere-drucks unter Pneumoperitoneum festgestellt [33]. Über alle Patienten hinweg wurde im Mittel jedoch auch kein Abfall unter Pneumoperitoneum gefunden [33]. Die Arbeitsgruppe um Thorn et al. zeigte in einer pharmakologischen Studie, dass der Barriere-druck unter der Narkoseeinleitung mit Sevofluran [33], nicht aber mit Propofol [34] abfällt.

Einfluss von Überdruckbeatmung Nach Shepherd et al. führt an wachen Probanden allein die Applikation eines kontinuierlichen positiven Atemwegsdrucks (CPAP) zur Erhöhung des Barriere-drucks aufgrund reflektorischer Tonussteigerung des UES [35]. Auch eine direkte Kompression des Ösophagus wurde in älteren Publikationen vermutet [36].

Fazit Viele Studien schlossen nur ein kleines Patientenkollektiv ein und wurden z. T. an wachen Patienten durchgeführt. Trotz dieser Einschränkung lässt sich immerhin festhalten, dass offensichtlich weder die Anlage eines Pneumoperitoneums noch die Überdruckbeatmung eines Patienten per se eine erhöhte Gefahr von Reflux und Regurgitation bedeuten. Darüber hinaus ist die Refluxinzidenz im Bereich des UES im Vergleich zur Inzidenz im OES ca. 4-mal niedriger [19].

Die Anlage eines Pneumoperitoneums erhöht nicht die Gefahr von Reflux und Regurgitation.

Einfluss von Sonden Bei allen beschriebenen Studien ist zu bedenken, dass die Druckmessungen mit entsprechenden Sonden erfolgte. Diese können als Fremdkörper im GI-Trakt physiologische Reflexe wie z. B. eine reflektorische Relaxation auslösen. Nach Manning et al. führt die Insertion einer Magensonde zu einer signifikant höheren Inzidenz von Reflux [37].

Vor diesem Hintergrund wäre es aus einer mechanistischen Vorstellung heraus wohl empfehlenswert, im Rahmen einer Laparoskopie nach Insertion einer Magensonde und Evakuierung von Mageninhalt, die Magensonde für den Zeitraum des Pneumoperitoneums zu entfernen. So würde eine reflektorische Kontraktion des UES nicht durch einen Fremdkörper in seiner Ausprägung limitiert. Verlässliche Daten hierzu sind den Autoren jedoch nicht bekannt.

Trachealtubus vs. Larynxmaske An dieser Stelle darf erwähnt werden, dass mit der Insertion eines Trachealtubus keinerlei hypopharyngeale Dichtigkeit besteht. Sekrete können ungehindert in den Oropharynx und die Trachea fließen. Dass der Cuff eines Trachealtubus bei weitem nicht vor einer (Mikro-)Aspiration schützt, ist an anderer Stelle ausführlich beschrieben. Auch stellt der Laryngoskopie-Reiz während der Intubation ein

Druckverlauf bei Anlage eines Pneumoperitoneums

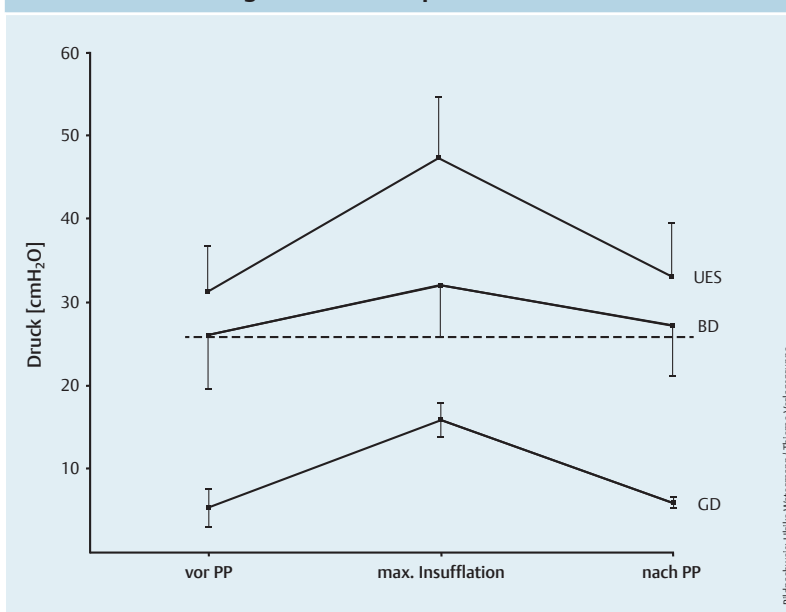


Abb. 3 Druckverlauf des gastralen Drucks (GP), des unteren Ösophagus-Drucks (UES) und des Barriere-drucks (BD). Daten aus [31]. PP=Pneumoperitoneum.

relevantes Moment für eine Regurgitation bzw. Aspiration dar.

Wir halten es daher für problematisch, wenn in der nicht selten emotional geführten Diskussion von einem sicheren Atemweg (Tubus) und einem unsicheren Atemweg (LM) gesprochen wird. Tubus und LM fußen vielmehr auf unterschiedlichen Konzepten mit jeweiligen Vor- und Nachteilen sowie Indikationen und Limitationen.

Der maximal mögliche Beatmungsdruck als Limitation

Anstieg des Beatmungsdrucks unter Pneumoperitoneum Mit der peritonealen Insufflation von CO₂ muss in der Regel die Respiratoreinstellung angepasst werden. Darum muss unter Pneumoperitoneum (meist 10–20 mmHg) mit einem Anstieg des notwendigen Beatmungsdrucks von bis zu 8 cmH₂O gerechnet werden [12].

- Die Differenz zwischen OLP und dem oberen Beatmungsdruck unter druckkontrollierter Beatmung vor Anlage des Pneumoperitoneums sollte mind. dem zu erwartenden Anstieg des Beatmungsdrucks während des Pneumoperitoneums entsprechen.

Da der OLP sowohl vom verwendeten EGA als auch vom Patienten abhängt, ist eine Bestimmung des OLP (☛ Tab. 1, [38]) vor Beginn der Operation essenziell, um die Möglichkeit einer suffizienten Beatmung zuverlässig abschätzen zu können.

Ein unzureichender OLP bei notwendigerweise erhöhten Atemwegsdrücken (Pneumoperitoneum und/oder Adipositas) ist aus Sicht der Autoren die wirklich relevante Anwendungsbeschränkung im hier diskutierten Kontext. Daher sollten für die anästhesiologische Versorgung von Pati-

Dieses Dokument wurde zum persönlichen Gebrauch heruntergeladen. Vervielfältigung nur mit Zustimmung des Verlages.

enten unter Pneumoperitoneum und/oder Adipositas stets EGA angewendet werden, die höhere Beatmungsdrücke ermöglichen (► Tab. 1).

Adipositas: grundsätzliche Kontraindikation?

Bei Patienten, bei denen bereits a priori von der Notwendigkeit erhöhter Beatmungsdrücke auszugehen ist (u.a. Adipositas), kann der Einsatz einer EGA allerdings aufgrund des zu erwartenden, steigenden Beatmungsdrucks unter Pneumoperitoneum kritisch betrachtet werden. Gleichwohl gibt es erfolgreiche Anwendungsbeobachtungen bei laparoskopischem Gastric Banding, also der Kombination von Laparoskopie und Adipositas permagna [39]. Dafür spricht, dass der OLP bei adipösen Patienten häufig hoch ist und gerade bei diesen Patienten die Vorteile einer Larynxmaske (verbesserter postoperativer Gasaustausch [8, 40]) voll zum Tragen kommen [41]. So scheint begründet, dass bisher als grundsätzlich betrachtete Kontraindikationen überdacht und in ihrer Gültigkeit hinterfragt werden sollten.

Inadäquat niedrige oropharyngeale Verschlussdrücke sind die eigentliche Limitation von EGA im Rahmen der erweiterten Indikationen.

Art der Narkoseführung

Muskelrelaxierung Die überwiegende Anzahl an Studien zur Anwendung von EGA bei laparoskopischen Eingriffen beinhaltete die Gabe von Muskelrelaxanzien [12, 14, 16]. Ob eine dadurch bedingte Relaxierung des OES [42] zu einer Reduktion des HLP führt, ist unklar. Beim Einsatz einer LMA-ProSeal war die Verwendung einer Muskelrelaxierung zwar bei 11% der Patienten mit einer Reduktion des OLP um > 10% assoziiert, jedoch konnte in der Summe der untersuchten Kohorte kein signifikanter Einfluss einer Muskelrelaxierung auf den OLP gesehen werden [43]. Inwieweit diese Ergebnisse auf den HLP oder auch auf nicht blockbare EGA wie z.B. die i-gel übertragbar sind, ist aktuell nicht geklärt.

Propofol und Inhalationsanästhetika Obgleich eine Laparoskopie auch ohne Muskelrelaxierung möglich ist [44], sind die Vorteile einer Relaxierung unter Pneumoperitoneum dem Kliniker sowohl aus operativer als auch anästhesiologischer Sicht geläufig. Die Gabe von Muskelrelaxanzien scheint keinen ausgeprägten Effekt auf die glattgestreifte Muskulatur des UES und den Barriere- druck zu haben. Sevofluran [33], im Gegensatz zu Propofol [34], reduziert jedoch den Tonus des UES und den Barriere- druck.

Da viele Studien zur Anwendung von LM bei Laparoskopien u.a. inhalative Anästhetika erfolgreich zur Aufrechterhaltung der Narkose verwen-

det haben [12, 14], ist die klinische Relevanz des beschriebenen Effekts schwer zu beurteilen. Auch gibt es nach Kenntnisstand der Autoren keine vergleichenden Studien bezüglich Propofol vs. Inhalationsanästhetika bzw. mit vs. ohne Verwendung von Muskelrelaxanzien.

► Darum kann ein bestimmtes anästhesiologisches Management derzeit evidenzbasiert weder empfohlen noch abgelehnt werden.

Vorgehen der Autoren Die klinische Praxis in den Kliniken der Autoren während laparoskopischer Eingriffe unter Verwendung einer LM ist die routinemäßige Applikation von Muskelrelaxanzien sowie Propofol per continuitatem zur Aufrechterhaltung der Narkose. Bei gegebener Indikation wird jedoch auch Sevofluran oder Desfluran per inhalationem eingesetzt.

Unabhängig vom operativen Eingriff – jedoch v.a. bei erweiterten Indikationen – sollte dem Anwender bewusst sein, dass die Narkoseführung während der Verwendung einer EGA bei weitem nicht "einfacher" als während der Anwendung eines Trachealtubus ist.

Intraoperative Wachheit Ein "Pit-Fall" liegt in einer intraoperativen Wachheit, die sich – ggf. noch vor Reaktion der Kreislaufparameter – durch eine unerwartet schwierige Ventilation mit einem Abfall des Tidalvolumens, typischerweise unter der zu empfehlenden druckkontrollierten Beatmung, bemerkbar macht.

► Während der Patientenversorgung mit LM muss daher der OP-Verlauf stetig und aktiv verfolgt werden.

Veränderungen, v.a. in Bezug auf das Schmerz- niveau, müssen antizipiert werden. Können eine akzidentielle Entfernung der Larynxmaske sowie eine offensichtliche Dislokation bzw. externe Thoraxkompression, z.B. durch die Operateure, ausgeschlossen werden, dann handelt es sich in der Regel um eine funktionelle Ventilations- störung aufgrund eines zunehmenden Glottis- schlusses und Muskeltonus. Die Therapie in diesem Fall wäre daher zunächst die konsequente Vertiefung der Narkose.

Die Narkoseführung mit einer EGA bedarf einer höheren Wachsamkeit als unter Verwendung eines Trachealtubus.

Empfehlung zum Vorgehen bei LM- Einsatz bei laparoskopischen Eingriffen

Nachfolgend wird das Vorgehen an den Kliniken der Autoren dargestellt.

Platzierung der Larynxmaske Nach Narkose- einleitung und Sicherstellung einer adäquaten Anästhesietiefe wird eine LMA-ProSeal bzw.

Supreme eingelegt. Die Argumentation für diese Wahl basiert weniger auf höheren oropharyngealen Verschlussdrücken (v.a. bezüglich der LMA-ProSeal, z. B. im Vergleich zur i-gel), sondern auf den bisher zur Verfügung stehenden Daten, die auf hohe HLP hinweisen (◻ Tab. 1).

Lagekontrolle und Fixierung Nach erfolgreicher Insertion wird die LM in der inserierten Position manuell gehalten und es werden – ohne die LM bis dahin per Pflasterzügel fixiert zu haben – der „suprasternal notch tap test“ bzw. der „bubble-test“ durchgeführt (◻ Tab. 2). Sollte Luft über den Drainagekanal entweichen, wird die Larynxmaske repositioniert (in der Regel durch eine tiefere Insertion) und die Tests werden wiederholt. Zeigen beide Tests das gewünschte Ergebnis, wird die Maske durch Pflasterzügel an rechter und linker Oberkieferseite in ihrer Position fixiert.

Bestimmung des OLP Nachfolgend wird der OLP bestimmt sowie eine Magensonde inseriert, um ein Umschlagen der Maskenspitze auszuschließen und den Mageninhalt zu evakuieren.

Der OLP muss eine adäquate Ventilation des Patienten auch unter Anlage eines PEEP und während des Pneumoperitoneums ermöglichen. Der Erfolg des Verfahrens hängt damit auch von der korrekten Selektion der Patienten ab.

Pneumoperitoneum Spätestens zum Pneumoperitoneum wird der Patient relaxiert. Theoretisch empfiehlt es sich, die Magensonde jetzt zu entfernen (Stichwort: Tonisierung des UES, s.o.). Die Entfernung der Magensonde sollte dann vollständig erfolgen, um eine ggf. notwendige Drainage von Mageninhalt frei über den Drainagekanal zu ermöglichen.

Laparotomien

Gegenargumente verlieren an Gewicht Aus der oben geführten Argumentation heraus und unter Beachtung der Besonderheiten zu Verifikation der Lage einer LM inkl. Narkoseführung wird ersichtlich, dass die Argumente gegen den Einsatz einer LM während Laparotomien an Gewicht verlieren. Erhöhte Beatmungsdrücke sind im Gegensatz zur Laparoskopie zunächst nicht zu erwarten. Dies gilt v.a. für Unterbauch-Laparotomien. Für Oberbauch-Laparotomien könnte argumentiert werden, dass Manipulationen am Oberbauch und Magen die normalen physiologischen Reflexe über die Maßen hinaus verändern und das Regurgitationsrisiko steigt. Damit bliebe als letzter Schutz vor einer Regurgitation der HLP bzw. die passive Drainage über den Drainagekanal. Nach den zur Verfügung stehenden Surro-

gatparametern ist der HLP mehr als ausreichend, um eine Aspiration zu vermeiden.

► Voraussetzung ist und bleibt jedoch weiterhin die korrekte Positionierung der Maskenspitze.

Zurückhaltung bei längerem Intensivaufenthalt

Ogleich auch eine postoperative Versorgung auf einer Intensivstation kein grundsätzliches Argument gegen eine LM ist [7], so erscheint ihre Anwendung derzeit noch nicht routinemäßig praktikabel (fehlende Expertise des Personals sowie fehlende Möglichkeit, einfach und direkt tracheal Sekret abzusaugen) – v.a. wenn es sich bei dem zu erwartenden Beatmungsintervall nicht nur um eine kurze postoperative Stabilisierungsphase handelt. Abdominalchirurgische Eingriffe mit einer zu erwartenden, längeren Rekonvaleszenz auf der Intensivstation erscheinen daher für den Einsatz der EGA derzeit nicht geeignet.

Unbedenkliche Verweildauer noch unklar

Darüber hinaus besteht bisher noch Unklarheit darüber, wie lange eine EGA in situ belassen werden kann, ohne dass klinisch relevante Weichteilschäden zumindest theoretisch zu befürchten wären. Die überwiegende Anzahl an Fallberichten mit postoperativer temporärer Läsion nervaler Strukturen werden auf einen inadäquaten Cuff-Druck bzw. eine Fehlpositionierung der EGA zurückgeführt [45–47]. Mikroskopische Mukoseläsionen im Tiermodell unter Beachtung des max. empfohlenen Cuff-Drucks, jedoch mit unklarer klinischer Relevanz für Patienten, werden frühestens nach 12 h gesehen [48]. In der Summe kann diesbezüglich daher – v.a. im Vergleich zum Endotrachealtubus – zumindest evidenzbasiert keine eindeutige Aussage getroffen werden.

Die Vorteile und die möglichen Gefahren einer routinemäßigen Daueranwendung einer EGA können aktuell nicht abschließend bewertet werden.

Fazit Extraglottische Atemwegshilfen (EGA) haben einen wichtigen Stellenwert beim unerwartet schwierigen Atemweg erhalten. Für den perioperativen Bereich sind mittlerweile klassische Indikationen wie z. B. Eingriffe in Rückenlage etabliert. Bezüglich der Anwendung bei erweiterten Indikationen gibt es Vorbehalte, die partiell durch Limitationen der EGA zu begründen sind. Viele Befürchtungen bezüglich der Anwendung von Larynxmasken erscheinen jedoch bei genauer Betrachtung und Kenntnis der Datenlagen und des der Larynxmaske zugrundeliegenden Konzepts unberechtigt. Gleichwohl bedarf ihr Einsatz bei erweiterten Indikationen nicht nur der ausreichenden Expertise, sondern auch detaillierter Kenntnisse über die "Pit-Falls" und Limitationen. ◀

Kernaussagen

- ▶ Respirations- und Gastrointestinaltrakt werden durch die Abdichtung der Maskenspitze im oberen Ösophagusphinkter und die Integration eines Drainagekanals voneinander getrennt.
- ▶ Für die Anwendung von EGA bei erweiterten Indikationen werden Modelle mit Drainagekanal unbedingt empfohlen.
- ▶ Die Anlage eines Pneumoperitoneums scheint die Gefahr von Reflux und Regurgitation nicht zu erhöhen – eines der Hauptargumente gegen den Einsatz von Larynxmasken bei laparoskopischen Eingriffen.
- ▶ Die eigentliche Limitation von EGA bei erweiterten Indikationen sind inadäquat niedrige oropharyngeale Verschlussdrücke (OLP). Der OLP muss eine sichere Ventilation des Patienten auch bei erhöhten Beatmungsdrücken, inkl. der Anlage eines PEEP, ermöglichen.
- ▶ Die Narkoseführung mit einer EGA bedarf einer hohen Wachsamkeit, um vermeidbare intraoperative Komplikationen zu umgehen.

Literatur online

Das vollständige Literaturverzeichnis zu diesem Beitrag finden Sie im Internet:

Abonnenten und Nichtabonnenten können unter „www.thieme-connect.de/ejournals“ die Seite der AINS aufrufen und beim jeweiligen Artikel auf „Zusatzmaterial“ klicken – hier ist die Literatur für alle frei zugänglich.



PD Dr. med. Sebastian G. Russo, MaHM, DEAA, ist Oberarzt am Zentrum Anästhesiologie, Rettungs- und Intensivmedizin der Universitätsmedizin Göttingen. E-Mail: s.russo@medizin.uni-goettingen.de



Prof. Dr. med. Hinnerk Wulf ist Direktor der Klinik für Anästhesie und Intensivtherapie am Universitätsklinikum Marburg des UKGM und gehört zum Herausgaberteam der AINS. Er ist Landesvorsitzender der DGAI Hessen. E-Mail: h.wulf@med.uni-marburg.de

Interessenkonflikt Verschiedene Firmen (Teleflex, Intersurgical, Ambu, VBM, ResMed, Covidian) haben die Klinik für Anästhesiologie, Universitätsmedizin Göttingen, bei der Durchführung von Kursen zur Atemwegssicherung unterstützt. Hinnerk Wulf erhielt Vortragshonorare von Teleflex. Ein Interessenkonflikt besteht nicht. Zu keinem Zeitpunkt hat eine Einflussnahme auf Inhalte dieses Artikels stattgefunden.

Beitrag online zu finden unter <http://dx.doi.org/10.1055/s-0034-1372229>

Literaturverzeichnis

- 1 Timmermann A. Modernes Atemwegsmanagement - Aktuelle Konzepte für mehr Patientensicherheit. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2009; 44: 246–255
- 2 Goldmann K, Roettger C, Wulf H. Use of the ProSeal laryngeal mask airway for pressure-controlled ventilation with and without positive end-expiratory pressure in paediatric patients: a randomized, controlled study. *Br J Anaesth* 2005; 95: 831–834
- 3 Goldmann K, Roettger C, Wulf H. The size 1(1/2) ProSeal laryngeal mask airway in infants: a randomized, crossover investigation with the Classic laryngeal mask airway. *Anesth Analg* 2006; 102: 405–410
- 4 Timmermann A, Byhahn C, Wenzel V et al. DGAI Info – Handlungsempfehlung für das präklinische Atemwegsmanagement: Für Notärzte und Rettungsdienstpersonal. *Anästh Intensivmed* 2012; 53: 294–308
- 5 Weiss M, Schmidt J, Eich C et al. DGAI Info – Handlungsempfehlungen zur Prävention und Behandlung des unerwartet schwierigen Atemweges in der Kinderanästhesie. *Anästh Intensivmed* 2011, 52: S54–S63
- 6 Russo SG, Zink W, Herff H et al. Tod durch (k)einen Atemweg – Trauma durch die präklinische Atemwegssicherung? *Anaesthesist* 2010; 59: 929–939
- 7 Russo SG, Moerer O, Nickel EA et al. Extraglottische Atemwegshilfen auf der Intensivstation. *Anaesthesist* 2010; 59: 555–563
- 8 Zoremba M, Aust H, Eberhart L et al. Comparison between intubation and the laryngeal mask airway in moderately obese adults. *Acta Anaesthesiol Scand* 2009; 53: 436–442
- 9 Welsch P, Volk T. Retrospektiver Audit: Larynxmasken in Bauchlage bei elektiven Wirbelsäuleneingriffen – eine sinnvolle Alternative? *Anästh Intensiv* 2013, 4: 172–180
- 10 Linstedt U, Zenz M, Krull K et al. Laryngeal mask airway or endotracheal tube for percutaneous dilatational tracheostomy: a comparison of visibility of intratracheal structures. *Anesth Analg* 2010; 110: 1076–1082
- 11 Maltby JR, Beriault MT, Watson NC et al. Gastric distension and ventilation during laparoscopic cholecystectomy: LMA-Classical vs. tracheal intubation. *Can J Anaesth* 2000; 47: 622–626
- 12 Maltby JR, Beriault MT, Watson NC et al. The LMA-ProSeal is an effective alternative to tracheal intubation for laparoscopic cholecystectomy. *Can J Anaesth* 2002; 49: 857–862
- 13 Belena JM, Gracia JL, Ayala JL et al. The Laryngeal Mask Airway Supreme for positive pressure ventilation during laparoscopic cholecystectomy. *J Clin Anesth* 2011; 23: 456–460
- 14 Belena JM, Nunez M, Anta D et al. Comparison of Laryngeal Mask Airway Supreme and Laryngeal Mask Airway ProSeal with respect to oropharyngeal leak pressure during laparoscopic cholecystectomy: a randomised controlled trial. *Eur J Anaesth* 2013; 30: 119–123
- 15 Abdi W, Amathieu R, Adhoum A et al. Sparing the larynx during gynecological laparoscopy: a randomized trial comparing the LMA Supreme and the ETT. *Acta Anaesth Scand* 2010; 54: 141–146
- 16 Teoh WH, Lee KM, Suhitharan T et al. Comparison of the LMA Supreme vs the i-gel in paralysed patients undergoing gynaecological laparoscopic surgery with controlled ventilation. *Anaesthesia* 2010; 65: 1173–1179
- 17 Dyer RA, James MF, Butwick AJ et al. The ProSeal laryngeal mask airway and elective caesarean section. *Anaesth Intensive Care* 2011; 39: 760–761; author reply 761–762
- 18 Halaseh BK, Sukkar ZF, Hassan LH et al. The use of ProSeal laryngeal mask airway in caesarean section – experience in 3000 cases. *Anaesth Intensive Care* 2010; 38: 1023–1028
- 19 Brimacombe J. Laryngeal Mask Anesthesia – Principles and Practice. Chapter Pathophysiology. 2nd ed. Philadelphia: Saunders Ltd.; 2004: 105–136
- 20 John RE, Hill S, Hughes TJ. Airway protection by the laryngeal mask. A barrier to dye placed in the pharynx. *Anaesthesia* 1991; 46: 366–367

- 21 Williams PJ, Bailey PM. Comparison of the reinforced laryngeal mask airway and tracheal intubation for adenotonsillectomy. *Br J Anaesth* 1993; 70: 30–33
- 22 Russo SG, Cremer S, Eich C et al. Magnetic resonance imaging study of the in vivo position of the extraglottic airway devices i-gel and LMA-Supreme in anaesthetized human volunteers. *Br J Anaesth* 2012; 109: 996–1004
- 23 Brimacombe JR. Positive pressure ventilation with the size 5 laryngeal mask. *J Clin Anesth* 1997; 9: 113–117
- 24 Schmidbauer W, Genzwurker H, Ahlers O et al. Cadaver study of oesophageal insufflation with supraglottic airway devices during positive pressure ventilation in an obstructed airway. *Br J Anaesth* 2012; 109: 454–458
- 25 Stix MS, Borromeo CJ, O'Connor CJ, Jr. Esophageal insufflation with normal fiberoptic positioning of the ProSeal laryngeal mask airway. *Anesth Analg* 2002; 94: 1036–1039, table of contents
- 26 Russo SG, Cremer S, Mühlhäuser U et al. Investigating the fluid seal of supraglottic airway devices in humans using indicator dye via the drainage tube: a potential roadmap for future studies. *Open J Anesthesiol* 2012, 2: 18–22
- 27 Schmidbauer W, Bercker S, Volk T et al. Oesophageal seal of the novel supralaryngeal airway device I-Gel in comparison with the laryngeal mask airways Classic and ProSeal using a cadaver model. *Br J Anaesth* 2009; 102: 135–139
- 28 Bercker S, Schmidbauer W, Volk T et al. A comparison of seal in seven supraglottic airway devices using a cadaver model of elevated esophageal pressure. *Anesth Analg* 2008; 106: 445–448, table of contents
- 29 Mark DA. Protection from aspiration with the LMA-ProSeal after vomiting: a case report. *Can J Anaesth* 2003; 50: 78–80
- 30 Brimacombe J, Keller C. Prime the ProSeal drain tube with lube from a tube! *Can J Anaesth* 2005; 52: 338–339
- 31 Jones MJ, Mitchell RW, Hindocha N. Effect of increased intra-abdominal pressure during laparoscopy on the lower esophageal sphincter. *Anesth Analg* 1989; 68: 63–65
- 32 Tournadre JP, Chassard D, Berrada KR et al. Effect of pneumoperitoneum and Trendelenburg position on gastro-oesophageal reflux and lower esophageal sphincter pressure. *Br J Anaesth* 1996; 76: 130–132
- 33 Thorn K, Thorn SE, Wattwil M. The effects on the lower esophageal sphincter of sevoflurane induction and increased intra-abdominal pressure during laparoscopy. *Acta Anaesthesiol Scand* 2006; 50: 978–981
- 34 Thorn K, Thorn SE, Wattwil M. The effects of cricoid pressure, remifentanyl, and propofol on esophageal motility and the lower esophageal sphincter. *Anesth Analg* 2005; 100: 1200–1203
- 35 Shepherd KL, Holloway RH, Hillman DR et al. The impact of continuous positive airway pressure on the lower esophageal sphincter. *American J Physiology – Gastrointestinal Liver Physiology* 2007; 292: G1200–1205
- 36 Fournier MR, Kerr PD, Shoenuit JP et al. Effect of nasal continuous positive airway pressure on esophageal function. *J Otolaryngol* 1999; 28: 142–144
- 37 Manning BJ, Winter DC, McGreal G et al. Nasogastric intubation causes gastroesophageal reflux in patients undergoing elective laparotomy. *Surgery* 2001; 130: 788–791
- 38 Keller C, Brimacombe JR, Keller K et al. Comparison of four methods for assessing airway sealing pressure with the laryngeal mask airway in adult patients. *Br J Anaesth* 1999; 82: 286–287
- 39 Carron M, Veronese S, Gomiero W et al. Hemodynamic and hormonal stress responses to endotracheal tube and ProSeal Laryngeal Mask Airway for laparoscopic gastric banding. *Anesthesiology* 2012; 117: 309–320
- 40 Murphy C, Wong DT. Airway management and oxygenation in obese patients. *Can J Anaesth* 2013; 60: 929–945
- 41 Nicholson A, Cook TM, Smith AF et al. Supraglottic airway devices versus tracheal intubation for airway management during general anaesthesia in obese patients. *Cochrane Database Syst Reviews* 2013; 9: CD010105
- 42 McGrath JP, McCaul C, Byrne PJ et al. Upper oesophageal sphincter function during general anaesthesia. *Br J Surg* 1996; 83: 1276–1278
- 43 Goldmann K, Hoch N, Wulf H. Auswirkung einer neuromuskulären Blockade auf den Leckagedruck der ProSeal®-Kehlkopfmaske. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2006; 41: 228–232
- 44 Chen BZ, Tan L, Zhang L et al. Is muscle relaxant necessary in patients undergoing laparoscopic gynecological surgery with a ProSeal LMA? *J Clin Anesth* 2013; 25: 32–35