

Perioperative use of the laryngeal mask airway in cases of obesity

F. Rindfleisch¹ · L. Seebauer² · P. Friederich¹

► **Zitierweise:** Rindfleisch F, Seebauer L, Friederich P: Perioperative Einsatz der Larynxmaske bei Adipositas. Anästh Intensivmed 2022;63:5–16. DOI: 10.19224/ai2022.005

- 1 Klinik für Anästhesiologie, Operative Intensivmedizin und Schmerztherapie
München Klinik Bogenhausen
Lehrkrankenhaus der Technischen Universität München
(Chefarzt: Prof. Dr. P. Friederich)
- 2 Zentrum für Orthopädie, Unfallchirurgie und Sportmedizin
München Klinik Bogenhausen
Lehrkrankenhaus der Technischen Universität München
(Chefarzt: Dr. L. Seebauer)

Danksagung

Die Autoren bedanken sich bei Frau Sabine Baier, die an der Erhebung der Daten wesentlich beteiligt war.

Interessenkonflikt

Die Autoren geben an, dass keine Interessenkonflikte bestehen.

Schlüsselwörter

Larynxmaske – Adipositas – Sicherheit

Keywords

Laryngeal Mask – Obesity – Safety

Zusammenfassung

Bei der Verwendung der Larynxmaske (LMA) bei adipösen Patienten steht die Annahme einer erhöhten Aspirationsgefahr und vermehrter Beatmungsprobleme nachgewiesenen Vorteilen, wie einer besseren perioperativen Oxygenierung, gegenüber. Aufgrund der geringen Datenlage wird der Einsatz der LMA bei Adipositas nicht empfohlen. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die Sicherheit der LMA bei adipösen Patienten an einem erheblich größeren Kollektiv als in bisherigen Studien zu untersuchen.

Wir untersuchten perioperative Daten von 3.238 konsekutiven Patienten aller Gewichtsklassen, die sich orthopädisch/unfallchirurgischen Eingriffen unterziehen mussten. Nach WHO-Klassifizierung wurden die Patienten in sechs BMI-Gruppen eingeteilt. Es wurden nicht-adipöse (BMI-Gruppen 1–3) und adipöse (BMI-Gruppen 4–6) und zusätzlich normgewichtige (BMI-Gruppe 2) und erheblich/morbid adipöse (BMI-Gruppen 5–6) Patienten miteinander verglichen. Untersucht wurden Indikatoren der Oxygenierung, Beatmungsparameter und die Häufigkeit des Auftretens von Komplikationen.

Die Gruppe der Adipositas umfasste 1.074 Patienten, 301 waren erheblich und morbid adipös. Die SpO₂-Werte der Adipositas lagen an allen Messzeitpunkten über den Wachwerten. SpO₂-Abfälle unter 90 % wurden in Narkose nicht häufiger beobachtet als im Wachzustand. Für die Auftretenshäufigkeit von pCO₂-et-Werten >55 mmHg zeigte sich nur

beim Vergleich der erheblich/morbid Adipositas mit den Normgewichtigen ein signifikanter Unterschied bei Beginn der kontrollierten Beatmung und bei den intraoperativen Maximalwerten, der am OP-Ende nicht mehr bestand. Es fand sich jeweils eine Aspiration in Gruppe 2 (BMI 24) und Gruppe 4 (BMI 32). 2 % der Patienten mit BMI >35 mussten wegen eines unzureichenden Atemminutenvolumens intubiert werden. Undichtigkeiten traten bei Adipositas nicht häufiger auf als bei Nichtadipositas.

In der vorliegenden Studie konnten bei adipösen Patienten weder ein erhöhtes Aspirationsrisiko noch vermehrte Ventilationsprobleme beobachtet werden. Die Oxygenierung war während aller Narkosephasen gesichert. Insbesondere in der Ausleitungsphase profitierten die Patienten von Eigenschaften der LMA wie fehlende Irritation der Atemwege, ungestörte Spontanatmung und Verzicht auf Muskelrelaxantien. In Abwägung aller Vor- und Nachteile erscheint eine generelle Ablehnung der LMA bei Adipositas als nicht gerechtfertigt.

Summary

When using the laryngeal mask (LMA) in obese patients, the assumption of an increased risk of aspiration and increased ventilation problems contrasts with proven advantages, such as better perioperative oxygenation. Due to the lack of data, the use of the LMA in obese patients is not recommended. The aim of the present work was to investigate the safety of LMA in obese patients by

Perioperativer Einsatz der Larynxmaske bei Adipositas

looking at a considerably larger group than previous studies.

We examined perioperative data from 3,238 consecutive patients of all weight classes who underwent orthopaedic or trauma surgery. According to WHO classification, we allocated the patients to six BMI groups. Non-obese (BMI groups 1–3) and obese (BMI groups 4–6) as well as normal weight (BMI group 2) and severely/very severely obese (BMI groups 5/6) were compared with regard to their respective oxygenation indicators, ventilation parameters and complication rates.

The obese group comprised 1,074 patients, 301 of which were significantly and morbidly obese. The SpO_2 values of the obese were always above the awake values at all measurement times. SpO_2 values below 90 % were never more frequent than before the induction of anaesthesia. The incidence of $\text{pCO}_{2\text{et}}$ values $>55 \text{ mmHg}$ differed significantly only between the severely/very severely obese groups compared to the normal weight BMI group. This difference no longer existed at the end of the operation. There was one aspiration in group 2 (BMI 24) and group 4 (BMI 32) each. 2 % of the patients were intubated due to insufficient respiratory minute volumes. Leakages did not occur more frequently in obese patients than in non-obese patients.

In the present study, neither an increased risk of aspiration nor increased ventilation problems were observed in obese patients. Oxygenation was secured during all phases of anaesthesia. In the recovery phase the patients particularly benefited from the advantages of the LMA such as lack of airway irritation, undisturbed spontaneous breathing and not having to apply muscle relaxants. In consideration of all advantages and disadvantages, a general recommendation against the use of the LMA in obese people does not appear to be justified.

Einleitung

Bei nicht-adipösen Patienten wird bei geeigneter Indikation sehr häufig die Larynxmaske (LMA) angewendet, da sie

im Vergleich zum endotrachealen Tubus zahlreiche Vorteile besitzt [1] und bezüglich Aspiration und Beatmung als genauso sicher gilt [2]. Bei adipösen Patienten hingegen wird vor dem Hintergrund der Annahme einer erhöhten Aspirationsgefahr und wegen der notwendigen höheren Beatmungsdrücke, die zu Undichtigkeiten der LMA mit Hypoventilation und Insufflation von Luft in den Magen führen können, nach wie vor ab einem BMI von 30 kg/m^2 die Intubation (häufig mit RSI) mit anschließender kontrollierter Beatmung, unabhängig von der Art und Dauer des operativen Eingriffs, als Methode der Wahl empfohlen [3,4]. Kontrollierte Studien, die eine erhöhte Aspirationsgefahr bestätigen, liegen jedoch nicht vor [5].

Gesichert ist demgegenüber, dass Adipöse bei Intubationsnarkosen mehr als Nichtadipöse in allen Phasen der Anästhesie infolge ihrer besonderen anatomischen Verhältnisse und der typischen Veränderung ihrer Lungenfunktion durch Hypoxämien gefährdet sind [6,7]. Postoperativ weisen adipöse Patienten eine fast doppelt so hohe Inzidenz von respiratorischen Komplikationen auf wie normal- oder übergewichtige Patienten [8,9], welche zu einer Verlängerung des Krankenhausaufenthaltes und zu einem Anstieg der Mortalität führen [10]. Die Anwendung der LMA bei Adipösen führt zu einer signifikanten Verbesserung der intra- und postoperativen Oxygenierung [11,12,5] und aufgrund ihrer einfachen und raschen Platzierbarkeit zu einer Reduktion von kritischen Entzündungen in der Einleitungsphase [13]. Deshalb wurden die LMA ProSeal™ und verschiedene Intubations-Larynxmasken (Fastrach™, CTrach™) bereits mehrfach erfolgreich zur kurzfristigen, die Intubation vorbereitenden Beatmung bei Patienten mit morbider Adipositas eingesetzt [13–20].

Über die Anwendung der LMA als alleiniges Beatmungsinstrument bei adipösen Patienten über die gesamte OP-Dauer hinweg liegen nur wenige Daten vor [11,12,21–29] und diese vorwiegend bei Patienten mit leichter Adipositas (BMI $30\text{--}34,9 \text{ kg/m}^2$). Bei erheblich/morbid adipösen Patienten (BMI >35

wurde der Einsatz der LMA als alleiniges Beatmungsinstrument – abgesehen von wenigen Einzelfällen – in nur zwei Studien mit insgesamt 92 Patienten beschrieben [11,22]. In diesen Studien konnte ein sicherer und vorteilhafter Einsatz der LMA nachgewiesen werden. Die Patientenzahlen sind jedoch zu gering, um angesichts der Seltenheit von schwerwiegenden Komplikationen die Sicherheit des Verfahrens beurteilen zu können. Auch eine 2013 veröffentlichte Cochrane-Analyse [5] konnte die Frage nach der Sicherheit von supraglottischen Atemwegshilfen (SGA) im Vergleich zum endotrachealen Tubus bei adipösen Patienten nicht beantworten. Es konnten nur zwei randomisiert-kontrollierte Studien mit insgesamt 232 Patienten ($\text{BMI} > 30 \text{ kg/m}^2$) eingeschlossen werden, wobei jeweils die LMA ProSeal™ Anwendung fand. Beide Studien [11,12] werden später in der Diskussion noch detailliert besprochen. Im Resümee forderten die Autoren der Cochrane-Analyse weitere Studien mit Erhebung von Daten aus dem Routinebetrieb, um erheblich größere Fallzahlen zu erreichen.

Ziel unserer Untersuchung war es, die Sicherheit des Einsatzes der LMA über die gesamte OP-Dauer hinweg für Patienten aller Gewichtsklassen zu evaluieren. Um eine möglichst große Anzahl an Patienten erfassen zu können, wurden nur Parameter untersucht, die routinemäßig bei jedem Patienten erhoben werden, insbesondere Indikatoren der Oxygenierung, Beatmungsparameter und die Häufigkeit des Auftretens von Aspirationen und Beatmungsproblemen. Insgesamt wurden die Daten von 3.238 Patienten aller Gewichtsklassen ausgewertet und adipöse und nicht-adipöse Patienten miteinander verglichen.

Methodik

In Übereinstimmung mit der Ethikkommission der Bayerischen Landesärztekammer analysierten wir im Rahmen der Qualitätssicherung gemäß BayKRG § 27 über einen Zeitraum von 5 Jahren routinemäßig erfasste Daten von 3.238 konsekutiven Patienten, die sich elektronisch orthopädisch/unfallchirurgischen

Eingriffen unterzogen mussten. Die Patienten wurden nach BMI (kg/m^2) in sechs Gruppen eingeteilt (Klassifizierung nach WHO): Gruppe 1: 15–18,4 kg/m^2 (Untergewicht), Gruppe 2: 18,5–24,9 kg/m^2 (Normalgewicht), Gruppe 3: 25–29,9 kg/m^2 (Übergewicht), Gruppe 4: 30–34,9 kg/m^2 (leichte Adipositas), Gruppe 5: 35–39,9 kg/m^2 (erhebliche Adipositas), Gruppe 6: >40 kg/m^2 (morbide Adipositas). Die Gruppen 5 und 6 werden im Folgenden auch als „massiv Adipöse“ zusammengefasst.

Narkoseführung

Alle Patienten, auch die mit massiver Adipositas, erhielten zur Prämedikation 7,5 mg Midazolam. Da die Prämedikation in unserer Klinik erst unmittelbar vor dem Transport in den OP verabreicht wird und die Patienten von den Pflegekräften der Stationen in die Schleuse gebracht werden, waren die Patienten durchgehend überwacht. Das perioperative Monitoring umfasste 5-Kanal-EKG, Pulsoxymetrie, nicht-invasive Blut-

druckmessung und endexspiratorische pCO_2 -Messung. Die Narkose wurde nach Präoxygenierung mit reinem Sauerstoff mit 2–3 mg/kg Propofol und 0,1 mg Fentanyl eingeleitet. Um optimale Bedingungen für die Platzierung der LMA zu erhalten, wurden die Patienten bis zur Erreichung einer adäquaten Narkosetiefe zunächst mit einer Gesichtsmaske beatmet. Die Einführung der LMA erfolgte mithilfe des Esmarch-Handgriffs. Verwendet wurden Larynxmasken der Größe 4 oder 5 (Ambu® AuraOnce™, Ambu, Ballerud, Dänemark). Die Patienten wurden zunächst druckkontrolliert beatmet. Gemäß klinischem Standard sollten Beatmungsdrücke von 20 bis maximal 25 cmH_2O und $\text{pCO}_{2\text{et}}$ -Werte von 55 bis maximal 60 mmHg nicht überschritten werden. Bei $\text{pCO}_{2\text{et}}$ -Werten >60 mmHg, die über einen Zeitraum von mehr als 10 Minuten gemessen wurden, wurde das Atemminutenvolumen (AMV) als unzureichend definiert. In Abhängigkeit von den SpO_2 -Werten (Minimum 90 %) wurde eine FiO_2 von

0,4 bis 0,6 angestrebt. Sobald als möglich wurde die Eigenatmung zugelassen. Bis zur Erreichung einer ausreichenden Spontanatmung ($\text{pCO}_2 < 55 \text{ mmHg}$) wurden die Patienten manuell assistiert. Eine maschinelle Unterstützung der Spontanatmung war mit dem verwendeten Respirator (Julian, Dräger, Lübeck) nicht möglich. Die Narkoseaufrechterhaltung erfolgte mit Sevofluran und repetitiven Bolusgaben von Fentanyl nach Maßgabe des verantwortlichen Anästhesisten. 70 % der Patienten erhielten vor Narkoseeinleitung zusätzlich ein Regionalanästhesieverfahren (Interskalenusblockade, Nervus femoralis- und/oder ischiadicus-Block, Fußblock).

Lagerung

Bei 62 % der Patienten ($n = 2.010$) erfolgte der Eingriff in Rückenlage. 38 % der Patienten ($n = 1.228$) wurden nach Narkoseeinleitung in eine „Beach-Chair“-Position verbracht. Bei gesonderter Betrachtung der Adipösen (BMI-Gruppen 4–6) fand sich die gleiche Verteilung.

Messparameter

Folgende Parameter wurden erhoben:

- Sauerstoffsättigung (SpO_2) vor Einleitung ohne Sauerstoffapplikation (A), SpO_2 nach Präoxygenierung mit 100 % Sauerstoff (B), minimale SpO_2 -Werte während Einleitung (C)*, SpO_2 nach Insertion LMA unter druckkontrollierter Beatmung mit 100 % Sauerstoff (D), minimale SpO_2 -Werte intraoperativ (E), maximale SpO_2 -Werte intraoperativ (F), SpO_2 nach Extraktion LMA mit Sauerstoffapplikation über Gesichtsmaske (G) und erster SpO_2 -Wert nach Ankunft im Aufwachraum (H)
- Inspiratorische Sauerstoffkonzentration (FiO_2)
- Maximale Beatmungsdrücke (Pmax) und Tidalvolumina (V_t) unter kontrollierter Beatmung nach Platzierung der LMA
- Endexspiratorischer CO_2 -Partialdruck ($\text{pCO}_{2\text{et}}$) nach Platzierung der LMA unter kontrollierter Beatmung (A''), minimale Werte intraoperativ unter kontrollierter Beatmung (B''), maximale Werte intraoperativ (C''), am Operationsende unter Spontanatmung (D'')
- Inzidenz von Aspirationen
- Undichtigkeiten (hörbares Entweichen von Luft)*
- Hypoventilationen durch zu hohe erforderliche Beatmungsdrücke*
- Häufigkeit von sekundär notwendigen endotrachealen Intubationen
- Dauer des operativen Eingriffs, gesamte Beatmungsdauer und Beginn der Spontanatmung*.

* Diese Parameter wurden aufgrund veränderter klinischer Standardisierung bei 748 Patienten zusätzlich erhoben.

In Anlehnung an die Definition der Hypoxämie [29,30] wurden SpO_2 -Werte <90 % als kritisch bewertet.

Statistik

Die statistische Auswertung erfolgte mittels Microsoft® Excel Version 16.16.24 (Microsoft Corp., Redmond, WA, USA) sowie IBM® SPSS® Statistics Version 25.0. (IBM Corp., Armonk, NY, USA). Die statistische Poweranalyse erfolgte

mit G*Power 3.1 (<http://www.psycho.uni-duesseldorf.de/aap/projects/gpower>) [30,31]. Als Testmethode wurde bei intervallskalierten Daten bei Vorliegen der Testvoraussetzungen der Student-t-Test für verbundene und für unabhängige Stichproben eingesetzt. Bei nicht normalverteilten intervallskalierten sowie ordinal- und kategorialskalierten Daten wurden für verbundene Stichproben der Wilcoxon-Test bzw. der Vorzeichenetest und für unabhängige Stichproben der Mann-Whitney-U-Test und Pearson-Chi²-Test (Crosstable-Test) angewendet. Ferner wurden beim Vorliegen der Voraussetzungen die lineare Regressionanalyse nach Bravais-Pearson und die Multivarianzanalyse (ANOVA) verwendet. Angegeben sind Mittelwerte (MW) und Standardabweichung (SD) sowie bei nicht normalverteilten Daten Median (MED), obere (UQ) und untere (LQ) Quartile. Bei sämtlichen statistischen Auswertungen wurden zum einen die nicht-adipösen Gruppen 1–3 mit den adipösen Gruppen 4–6 verglichen (= Vergleich Nichtadipöse/Adipöse) und zum anderen, um die Unterschiede detaillierter zu verdeutlichen, die Normgewichtigen der Gruppe 2 mit den erheblich/morbid Adipösen der Gruppen 5+6 (= Vergleich Normgewichtige/massiv Adipöse).

Ergebnisse

Demografische Daten

Insgesamt wurden 3.238 Patienten erfasst (Tab. 1), wobei die Gruppe der adipösen Patienten (BMI Gruppen 4–6)

1.074 Patienten umfasste. 301 Patienten waren erheblich und morbid adipös (Gruppen 5 und 6).

Einfluss der Lagerung auf SpO_2 und $\text{pCO}_{2\text{et}}$

Bei der Analyse der klinischen Oxygenierungsparameter (SpO_2 und $\text{pCO}_{2\text{et}}$) in Abhängigkeit von der gewählten Lagerung („Beach-Chair“ versus Rückenlage) zeigte sich für die Zeitpunkte der Sauerstoffsättigung E–G (intraoperatives Minimum und Maximum, SpO_2 nach Extraktion LMA) ein statistisch signifikanter Unterschied zugunsten der Rückenlage, wobei die Unterschiede im Mittel <0,5 % und im Median ≤1 % waren.

Bei isolierter Betrachtung der adipösen Gruppen 4, 5 und 6 hatte die Lagerung bis auf eine Ausnahme zu keinem Zeitpunkt einen signifikanten Einfluss auf SpO_2 und $\text{pCO}_{2\text{et}}$. Lediglich das intraoperative Minimum des $\text{pCO}_{2\text{et}}$ der morbid Adipösen der BMI-Gruppe 6 lag bei „Beach-Chair“-Lagerung im Mittel um 3,2 mmHg signifikant niedriger als bei Rückenlagerung ($\text{MW} \pm \text{STD}$ $33,7 \pm 3,3$ versus $36,9 \pm 5,5$; $p = 0,001$).

Prozess-Zeiten

Die Beatmungs- und OP-Zeiten nahmen mit steigendem BMI zu und waren bei den Adipösen signifikant länger ($p = 0,001$) als bei den Nichtadipösen. Die Eigenatmung setzte bei Adipösen in beiden Zwischengruppenvergleichen signifikant früher ein als bei Nichtadipösen ($p < 0,001$). Patienten der Grup-

Tabelle 1

Demografische Daten.

BMI-Gruppen	Fallzahl	männlich	weiblich	Alter	Größe (cm)	Gewicht (kg)	BMI
1	69	18	51	$49,6 \pm 20,2$	$169 \pm 9,5$	$49,4 \pm 6,4$	$17,3 \pm 1,3$
2	1.035	489	546	$50,1 \pm 19,1$	$171,9 \pm 9,8$	$67,0 \pm 9,6$	$22,6 \pm 1,7$
3	1.060	600	460	$56,0 \pm 15,8$	$172,1 \pm 10,0$	$81,3 \pm 10,1$	$27,4 \pm 1,4$
4	773	419	354	$56,6 \pm 14,1$	$169,6 \pm 10,0$	$92,1 \pm 11,4$	$31,9 \pm 1,4$
5	209	76	133	$58,9 \pm 13,6$	$166,9 \pm 9,6$	$103,1 \pm 112,5$	$36,9 \pm 1,4$
6	92	40	52	$54,7 \pm 15,2$	$167,2 \pm 10,3$	$121,5 \pm 14,4$	$43,5 \pm 3,5$
Gesamt	3.238	1.642	1.596	$54,3 \pm 16,8$	$170,9 \pm 10,0$	$81,3 \pm 17,4$	$27,8 \pm 5,5$

pen 5 und 6 verbrachten 56 % (60 von 106 Minuten) bzw. 64 % (74 von 115 Minuten) der Beatmungszeit unter Spontanatmung. Normgewichtige der Gruppe 2 dagegen nur 27,4 % (25 von 90 Minuten) ($p < 0,001$).

Arterielle Sauerstoffsättigung (SpO_2)

Sowohl im Vergleich Nichtadipöse/Adipöse als auch im Vergleich Normgewichtige/massiv Adipöse lagen die absoluten SpO_2 -Werte der Adipösen an allen Messzeitpunkten signifikant unter den SpO_2 -Werten der Nichtadipösen (Abb. 1). Am niedrigsten waren die SpO_2 -Werte für alle Gruppen und Vergleiche am Messzeitpunkt A (Ausgangswert).

Die Unterschiede der SpO_2 -Werte waren in beiden Vergleichen zu den Zeitpunkten A (Ausgang), E (Minimum intraoperativ) und H (Ankunft AWR) am deutlichsten, hier zeigte sich neben einer statistischen Signifikanz $< 0,001$ auch eine mittlere Effektstärke nach Cohen [32,31] mit r-Werten von 0,33 (A), 0,41 (E) und 0,39 (H). Zu den anderen Zeitpunkten zeigte sich ebenfalls eine statistische Signifikanz, wobei hier die Effektstärke nur schwach war. Die Medianwerte für die adipösen Patienten lagen immer in einem SpO_2 -Bereich $\geq 95\%$.

Beim Vergleich der einzelnen Messzeitpunkte nach Beginn der anästhesiologischen Maßnahmen mit dem Ausgangswert A zeigte sich, dass die SpO_2 -Werte bei allen BMI-Gruppen an allen nachfolgenden Messzeitpunkten, auch am Zeitpunkt „intraoperatives Minimum“ (E), signifikant über den Ausgangswerten lagen (Abb. 2).

Der prozentuale wie auch der absolute Anstieg des SpO_2 von Messzeitpunkt A (Ausgangswert) zu Messzeitpunkt C (Minimum bei Einleitung) war bei den Adipösen signifikant größer als bei den Nichtadipösen (Vergleich Nichtadipöse/Adipöse: 1 % versus 2,1 %, $p = 0,001$; Vergleich Normgewichtige/massiv Adipöse: 0,0 % versus 2,2 %, $p < 0,001$). Für die anderen Messzeitpunkte ergab sich in beiden Gruppenvergleichen weder für den prozentualen noch für den absolu-

ten Anstieg des SpO_2 ein signifikanter Unterschied zwischen den BMI-Gruppierungen.

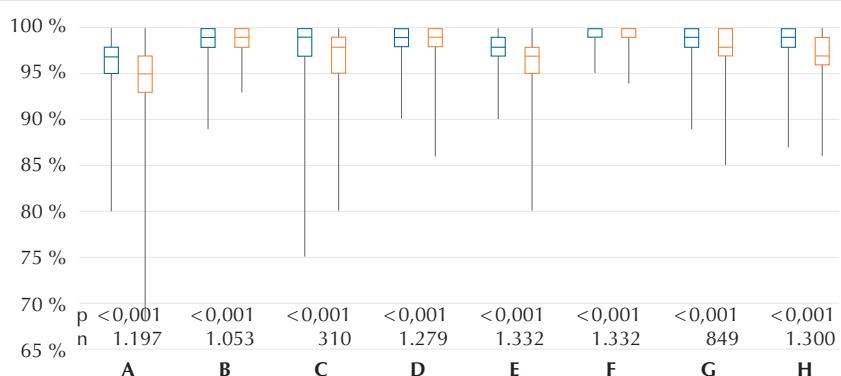
In allen BMI-Gruppen kam es an den Messzeitpunkten A (Ausgang), C (Minimum bei Einleitung), E (Minimum intraoperativ), G (nach Extraktion LMA) und H (nach Ankunft im AWR) zu Abfällen der Sauerstoffsättigung unter den als kritisch definierten Wert von 90 %.

Beim Vergleich der Auftretenshäufigkeit zwischen den Gruppen zeigte sich nach dem Ausgangszeitpunkt A in beiden Vergleichen (Nichtadipöse/Adipöse und Normgewichtige/massiv Adipöse) an allen nachfolgenden Messzeitpunkten mit Ausnahme des Zeitpunkts G (nach Extraktion LMA) ein signifikant höheres

Auftreten bei den Adipösen bzw. massiv Adipösen im Vergleich zu den Nichtadipösen bzw. Normgewichtigen (Tab. 2). Für den Zeitpunkt G (nach Extraktion LMA) war im Vergleich Nichtadipöse/Adipöse bei einer statistischen Power von 0,6 keine statistische Signifikanz nachweisbar ($p = 0,068$).

Innerhalb der Gruppen zeigten sich beim Vergleich der einzelnen Messzeitpunkte nach Beginn der anästhesiologischen Maßnahmen mit dem Ausgangswert A weder bei den Adipösen noch bei den massiv Adipösen signifikante Unterschiede in der Häufigkeit des Auftretens von kritischen Sättigungsabfällen $< 90\%$. Insgesamt lag die Inzidenz dieser SpO_2 -Abfälle bei Adipösen bei unter 2 %.

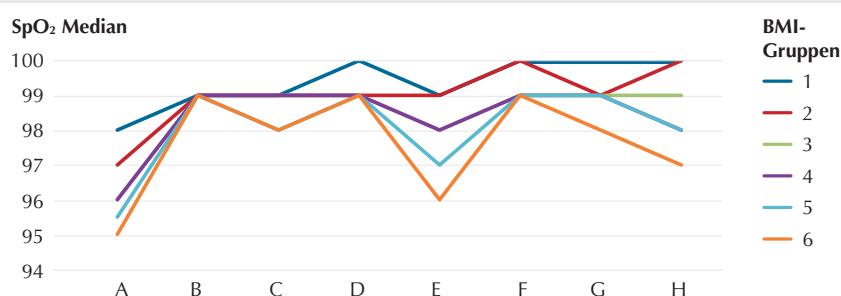
Abbildung 1



Medianwerte SpO_2 % im Vergleich Normgewichtige (blaue Säulen) versus massiv Adipöse (orange Säulen).

A: Ausgang; B: nach Präoxygenierung; C: Minimum bei Einleitung; D: nach Insertion LMA; E/F: minimale/maximale Werte intraoperativ; G: nach Extraktion LMA; H: Ankunft im AWR.

Abbildung 2



Medianwerte SpO_2 % der einzelnen BMI-Gruppen im Narkoseverlauf.

A: Ausgang; B: nach Präoxygenierung; C: Minimum bei Einleitung; D: nach Insertion LMA; E/F: minimale/maximale Werte intraoperativ; G: nach Extraktion LMA; H: Ankunft im AWR.

Tabelle 2

Häufigkeit kritischer SpO₂-Werte <90 % in den Vergleichen Nichtadipöse/Adipöse und Normgewichtige/massiv Adipöse.

	SpO ₂ < 90 % in %		P	SpO ₂ < 90 % in %		P
	nicht adipös	adipös		norm-gewichtig	extrem adipös	
Ausgang (A)	1,2 %	1,8 %	0,212	1,1 %	1,8 %	0,369
Minimum Einleitung (C)	1,7 %	5,4 %	0,008	1,0 %	5,3 %	0,022
Minimum intraop (E)	0,4 %	1,5 %	0,001	0,3 %	2,3 %	<0,001
LMA-Extraktion (G)	0,2 %	0,8 %	0,068	0,3 %	1,6 %	0,04
AWR-Ankunft (H)	0,4 %	1,0 %	0,045	0,4 %	1,7 %	0,019

Einzig am Messzeitpunkt C (Minimum bei Einleitung) kam es in 5,4 % der Fälle zu kritischen Sättigungsabfällen, wobei sich aber auch hier kein statistisch signifikanter Unterschied zum Ausgangszeitpunkt A errechnete ($p = 0,071$, G*-Power 0,412).

Beatmungsparameter und endexspiratorischer pCO₂

Bei der linearen Regressionsanalyse der Beatmungsdrücke in Abhängigkeit vom BMI fand sich bei druckkontrollierter Beatmung eine Korrelation zwischen inspiratorischem Beatmungsdruck und BMI mit $r = 0,682$ nach Pearson ($p < 0,001$) mit einem Bestimmtheitsmaß R^2 (goodness-of-fit) von 0,199. In der Multivarianzanalyse (ANOVA) des inspiratorischen Beatmungsdrucks fand sich ein signifikanter Unterschied ($p < 0,001$) zwischen den einzelnen BMI-Gruppen (Abb. 3). Im Vergleich Normgewichtige/massiv Adipöse zeigte sich ein signifikant höherer Wert der Beatmungsdrücke bei den massiv Adipösen im Vergleich zu den Normgewichtigen ($MW \pm STD: 17,8 \pm 2,9 \text{ cmH}_2\text{O}$ vs. $12,1 \pm 2,0 \text{ cmH}_2\text{O}$; $p < 0,001$).

Bezogen auf das Normgewicht nach Broca (Körpergröße [cm] – 100) lag das Tidalvolumen in allen Gruppen im Mittel bei $8,61 \text{ ml/kg KG}$ (Normgewicht Broca). Im Vergleich Nichtadipöse/Adipöse zeigte sich kein signifikanter Unterschied ($p = 0,106$, Power = 0,357; MW $8,55$ vs. $8,74 \text{ ml/kg KG}$ n. Broca). Dasselbe galt für den Vergleich Norm-

gewichtige/massiv Adipöse ($p = 0,104$, Power = 0,371; MW $8,54$ vs. $8,85 \text{ ml/kg KG}$ nach Broca).

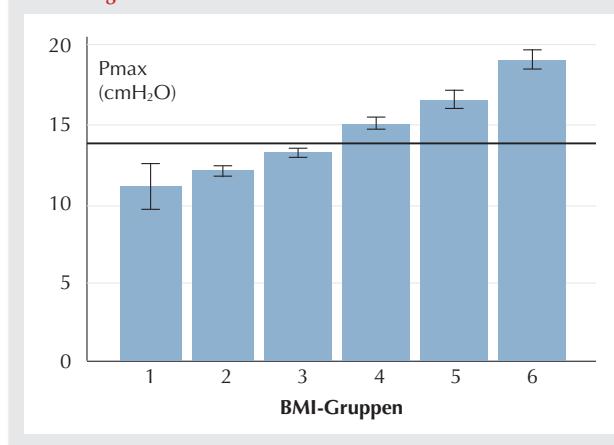
Die pCO₂-Mittelwerte der Adipösen lagen in beiden Gruppenvergleichen an allen Messzeitpunkten signifikant über den Werten der Nichtadipösen ($p < 0,001$). Niedrigste Werte wurden in allen Gruppen unter druckkontrollierter Beatmung (Messzeitpunkt A“ nach Platzierung LMA und B“ intraoperativ), maximale Werte in der Regel bei Übergang von kontrollierter Beatmung zu Spontanatmung (Messzeitpunkt C“) gemessen. Am OP-Ende lagen die pCO₂-Mittelwerte aller BMI-Gruppen im Normbereich (im Vergleich Normgewichtige/massiv Adipöse $39,2 \text{ mmHg} \pm 5,4$ vs. $40,8 \text{ mmHg} \pm 5,8$).

Die Auftretenshäufigkeit von Werten $> 55 \text{ mmHg}$ war im Vergleich Nichtadipöse/Adipöse nicht signifikant unterschiedlich. Erst der detailliertere Vergleich der Normgewichtigen mit den massiv Adipösen ergab einen signifikanten Unterschied an den Zeitpunkten A“ (nach Platzierung LMA) und C“ (intraoperatives Maximum), der jedoch am OP-Ende (Zeitpunkt D“) nicht mehr bestand (Tab. 3). pCO₂-et-Werte $> 60 \text{ mmHg}$ waren sehr selten und ebenfalls nur im Vergleich der Gruppen Normgewichtige versus massiv Adipöse an den Messzeitpunkten A“, C“ und D“ signifikant unterschiedlich.

Komplikationen

Bei einem Patienten der Gruppe 2 (BMI 24) kam es 15 Minuten nach Narkoseeinleitung während einer Aufwachreaktion zu einer Regurgitation mit klinisch und postoperativ radiologisch dokumentierter, manifester Aspiration. Nach Intubation und bronchoskopischer Absaugung konnte der Patient am Ende des operativen Eingriffs problemlos extubiert werden.

Bei einem Patienten der Gruppe 4 (BMI 32) kam es ca. 10 Minuten nach Narkoseeinleitung zu einer Aspiration von großen Mengen Magensaft. Vorausgegangen waren Probleme bei der Positionierung der LMA mit insuffizienter Ventilation und hohen Beatmungsdrücken und mehrfache frustrane Versuche, die Position der LMA zu verbessern.

Abbildung 3

Beatmungsdrücke Pmax (cmH₂O) nach Insertion LMA unter druckkontrollierter Beatmung in Abhängigkeit von den BMI-Gruppen.
Durchgezogene Linie = beobachteter Mittelwert über alle Gruppen = $13,9 \text{ cmH}_2\text{O}$.

Bei der Multivarianzanalyse (ANOVA) des Pmax (cmH₂O) ergibt sich ein signifikanter Unterschied über alle BMI-Gruppen ($p < 0,001$).

Tabelle 3

Häufigkeit von $pCO_{et} > 55$ mmHg in den Vergleichen Nichtadipöse/Adipöse und Normgewichtige/massiv Adipöse.

	$pCO_{et} > 55$ mmHg (%)		P	$pCO_{et} > 55$ mmHg (%)		P
	nicht adipös n = 2.164	adipös n = 1.074		norm-gewichtig n = 1.035	massiv adipös n = 301	
Nach Platzierung LMA (A'')	0,2 %	0,2 %	0,763	0,0 %	0,7 %	0,009
Minimum unter kontrollierter Beatmung (B'')	0,0 %	0,1 %	0,159	0,0 %	0,3 %	0,067
Beginn Spontanatmung (C'')	1,6 %	2,3 %	0,146	1,6 %	4,0 %	0,011
OP-Ende unter Spontanatmung (D'')	0,3 %	0,3 %	0,974	0,4 %	0,7 %	0,550

Nach Intubation und bronchoskopischer Absaugung wurde der geplante Eingriff durchgeführt. Der Patient konnte auf der Intensivstation wenige Stunden später extubiert und am nächsten Tag klinisch unauffällig verlegt werden. Bei einem Patienten der Gruppe 2 (BMI 20) fiel nach einer Beatmungszeit von 75 Minuten eine Regurgitation von Magensaft neben der LMA auf. Klinisch fand sich jedoch kein Hinweis auf eine Aspiration. Aufgrund der geringen Inzidenz konnte kein signifikanter Unterschied in der Auftretenshäufigkeit von Aspirationen nachgewiesen werden (Tab. 4). Um eine statistische Signifikanz von 0,05 mit einer Power von 80 % zu erreichen, müssten beim Vergleich Nichtadipöse/Adipöse 160.429 Patienten und beim Vergleich Normgewichtige/massiv Adipöse 57.755 Patienten erfasst werden.

Bei der statistischen Analyse der beobachteten Narkoseprobleme Intubationshäufigkeit, Undichtigkeit LMA und unzureichendes AMV infolge zu hoher erforderlicher Beatmungsdrücke zeigte sich lediglich beim Vergleich der Normgewichtigen mit den massiv Adipösen für die Parameter Intubationshäufigkeit ((0,6 % (n = 6) versus 2,0 % (n = 6)) und unzureichendes AMV ((0,9 % (n = 2) versus 6,4 % (n = 8)) eine statistische Signifikanz mit einem Odds-Ratio von 3,49 bzw. 7,62 zuungunsten der massiv Adipösen (Tab. 4). Hinsichtlich Undichtigkeiten der LMA zeigte sich trotz höherer Beatmungsdrücke bei den Adipösen, selbst beim Vergleich Normgewichtige versus massiv Adipöse, kein Unterschied ((6,7 % (n = 15) versus 6,4 % (n = 8), Tab. 4)).

Diskussion

Unsere Studie zeigt zum ersten Mal in einem großen Patientenkollektiv, dass die LMA bei Patienten aller Adipositasgrade nicht nur überbrückend für wenige Minuten, sondern als alleiniges Beatmungsinstrument über die gesamte Beatmungsphase hinweg sicher eingesetzt werden kann. Aufgrund sehr guter klinischer Erfahrungen verwendeten wir eine LMA der ersten Generation, obwohl bei adipösen Patienten im allgemeinen wegen ihrer höheren Dichtigkeit, dem zusätzlichen Drainagekanal, dem resultierendem besseren Aspirationsschutz und der Ermöglichung höherer Beatmungsdrucke Larynxmasken der zweiten Generation empfohlen werden. Aus folgenden Gründen entschieden wir uns dennoch für den Einsatz der LMA Aura Once™: In einer Studie von Heuer et al. [33] wurden die Dichtigkeiten von zwei supraglottischen Atemwegshilfen (SGA) der ersten (LMA-Classic™, Aura-Once™) und zwei SGA der zweiten Generation (LMA ProSeal™, LMA i-gel™) bei 15 und 20 cmH₂O Beatmungsdruck bestimmt. Auf beiden Niveaus war die in unserer Untersuchung benutzte LMA mit der LMA ProSeal™ vergleichbar und der LMA i-gel™ signifikant überlegen. Ein weiterer wichtiger Aspekt war der Einfluss der LMA auf den Atemwegswiderstand: Im Vergleich zur LMA Classic™ ist der in- und exspiratorische Atemwegswiderstand bei der zwar kürzeren, aber engeren LMA ProSeal™ deutlich höher [34]. Die von uns verwendete LMA,

Tabelle 4

Häufigkeiten von Beatmungskomplikationen. Vergleich Nichtadipöse/Adipöse und Normgewichtige/massiv Adipöse.

	nicht adipös	adipös	OR	RR	p (χ^2)	norm-gew.	massiv adipös	OP	RR	p (χ^2)
N = 3.238 (Alle)	2.164	1.074				1.035	301			
Aspiration	1	1	2,02	2,01	0,62	1	0	0,00	0,00	0,586
Wechsel LMA → Tubus	19	12	1,28	1,27	0,533	6	6	3,49	3,44	0,025
N = 748 (*)	484	264				225	125			
Undichtigkeiten	36	19	0,97	0,97	0,904	15	8	0,96	0,96	0,923
Unzureichendes AMV	5	8	2,99	2,93	0,079	2	8	7,62	7,20	0,003

OR: Odds-Ratio; RR: Relatives Risiko; p: statistische Signifikanz; *: Undichtigkeiten und unzureichendes AMV wurden bei 748 Patienten zusätzlich erhoben.

die bezüglich Länge und Durchmesser der LMA Classic™ vergleichbar ist, aber keine Stege innerhalb der Maskenöffnung besitzt, dürfte sich ähnlich (oder noch günstiger) auf den Atemwegswiderstand auswirken wie die LMA Classic™. Bei adipösen Patienten, bei denen die Atemarbeit aufgrund einer Abnahme der pulmonalen und thorakalen Compliance bereits um ein Mehrfaches erhöht ist [35], könnte sich eine Erhöhung des Atemwegswiderstandes bei der angestrebten Spontanatmung besonders nachteilig auswirken.

Im Folgendem sollen zunächst mögliche Komplikationen und anschließend die vorteilhaften Effekte der LMA während der einzelnen Phasen der Narkoseführung diskutiert werden.

Die **perioperative Aspiration** ist ein sehr seltenes Ereignis. Ihre Inzidenz wird bei Intubationsnarkosen mit 0,7 bis 4,7:10.000 angegeben [36], bei Einsatz der LMA bei Patienten ohne Risikofaktoren für eine Aspiration mit 2:10.000 [2]. Bei adipösen Patienten erlaubt die Datenlage keine sichere Aussage über die Aspirationsinzidenz. Adipöse Patienten gelten aufgrund des erhöhten intraabdominellen Drucks und den im Vergleich zu Schlanken vermehrten pathologischen Veränderungen im Magendarmtrakt, wie Hiatushernien und gastroösophagealer Refluxkrankheit, als aspirationsgefährdet. Jedoch fehlen kontrollierte Studien, die diese Annahmen bestätigen. Der frühere Glaube an einen vermehrten Mageninhalt mit niedrigem pH (high volume/low-ph) bei Adipösen wurde mehrfach infragegestellt [37,38]. Ob die anderen Faktoren die Aspirationswahrscheinlichkeit erhöhen, ist ebenfalls unklar.

Entscheidend für eine Regurgitation ist die Druckdifferenz zwischen unterem Ösophagus und Magen („barrier pressure“). De Leon et al. [40] konnten zeigen, dass bei adipösen Patienten ($BMI \geq 35$) der Druck im unteren Ösophagussphinkter unter Narkosebedingungen zwar signifikant mehr sank als bei Nichtadipösen ($BMI \leq 30$), der „barrier pressure“ aber – sogar in Trendelenburg-Lagerung – immer positiv blieb. Nach

Literaturrecherche (PubMed, Stichworte „obesity, laryngeal mask, supraglottic airway device“, nur Studien mit genauer Angabe von Anzahl der Patienten und Schweregrad der Adipositas wurden berücksichtigt) wurde die LMA bisher bei 466 adipösen Patienten mit einem $BMI > 35$ vorübergehend zur Vorbereitung der Intubation (Tab. 5) und bei 523 Patienten mit $BMI > 30$ als alleiniges Beatmungsinstrument über die gesamte Operationsdauer hinweg eingesetzt (Tab. 6), wobei 111 Patienten einen $BMI > 35$ aufwiesen. In keiner dieser Studien wurde eine Aspiration beschrieben. In unserer Untersuchung wurde die LMA bei insgesamt 1.073 Patienten mit einem $BMI > 30$ über die gesamte OP-Dauer eingesetzt, davon bei 301 Patienten mit erheblicher und morbider Adipositas ($BMI > 35$).

Wir verzeichneten zwei Aspirationen bei einem Patienten mit leichter Adipositas ($BMI 32$) nach mehrfachen schwierigen und frustranen Platzierungsversuchen der LMA und bei einem normgewichtigen Patienten ($BMI 24$) während einer Aufwachreaktion. Dies entspricht rechnerisch einer Inzidenz von ca. 6:10.000 und liegt damit nur knapp oberhalb des von der Literatur angegebenen Bereichs, obwohl circa ein Drittel der Patienten mit einem $BMI > 30$ zur klassischen Kontraindikationsgruppe der LMA gehörte. Stellt man die zahlenmäßig ver-

gleichbaren Gruppen der normgewichtigen ($n = 1.035$) und adipösen Patienten ($n = 1.074$) gegenüber, lässt sich mit jeweils einer Aspiration kein Hinweis auf eine höhere Aspirationsgefahr ableiten. Da eine abschließende Beurteilung dieser Frage aufgrund der hierfür benötigten hohen Patientenanzahl nicht möglich ist, wird der Einsatz der LMA bei Adipösen immer eine klinische Entscheidung zwischen einer nicht bewiesenen erhöhten Aspirationsgefahr einerseits und gesicherten vorteilhaften Effekten der LMA andererseits bleiben.

Die **Beatmungsdrücke** nahmen erwartungsgemäß mit steigendem BMI zu. Bei 6,4 % der massiv adipösen Patienten konnte wegen zu hoher erforderlicher

Tabelle 5

Studien mit Einsatz der LMA zur Vorbereitung der Intubation bei Patienten mit $BMI > 35$.

Autor	Jahr	n	LMA
Keller [13]	2002	60	ProSeal™
Frappier [14]	2003	118	Fastrach™
Combes [15]	2005	50	Fastrach™
Dhonner [16]	2006	52	CTrach™
Yildiz [17]	2010	30	CTrach™
Arslan [18]	2012	80	Fastrach™ + CTrach™
Ydemann [19]	2012	50	Fastrach™
Dolbneva [20]	2013	26	Fastrach™

Tabelle 6

Studien mit Einsatz der LMA über die gesamte OP-Dauer bei Patienten mit $BMI > 30$.

Autor	Jahr	n (BMI 30–35)	n (BMI > 35)	LMA
Brimacombe [21]	1997	52	0	Classic™
Martin, Millar [22]	2001	85	57	Classic™
Maltby [23]	2002	12	0	ProSeal™
Maltby [24]	2003	17	0	ProSeal™
Natalini [25]	2003	60	2	ProSeal™
Zoremba [12]	2009	67	0	ProSeal™
Timmermann [26]	2009	0	10	LMA Supreme™
Weber [27]	2011	21	0	i-gel™ + Unique™
Goldmann [28]	2011	74	0	ProSeal™
Solanki [29]	2017	24	7	ProSeal™
Carron [11]	2012	10	35	ProSeal™

Beatmungsdrücke kein ausreichendes AMV erreicht werden. Bei der Mehrheit der adipösen Patienten konnten die Beatmungsprobleme durch Zulassen der Spontanatmung behoben werden. 2 % der Patienten mit einem BMI > 35 (3,3 % mit BMI > 40) mussten intubiert werden. Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen auch Caron und Martin [11,22], in deren Studien 3,5 % der morbid adipösen Patienten intubiert werden mussten. Erleichtert wird die Beatmung Adipöser mit LMA durch die Zunahme der Dichtigkeit der LMA mit steigendem BMI [33,40]. Ursache für dieses Phänomen sind Fettablagerungen in der Pharynxwand, der Uvula, den Tonsillen, der Zunge und den Aryfalten, die zu einer besseren Adaptation und höheren Dichtigkeit der LMA führen [35,41]. Dieser Zusammenhang kann plausibel erklären, warum es in unserer Untersuchung trotz deutlich höherer Beatmungsdrücke bei den massiv Adipösen im Vergleich zu den Normgewichtigen zu keinem vermehrten Auftreten von Undichtigkeiten der LMA kam.

Unsere Zahlen können die wesentlichen Argumente gegen den Einsatz der LMA bei adipösen Patienten, nämlich eine erhöhte Aspirationsgefahr und Probleme bei der Beatmung wegen Undichtigkeiten und zu hoher erforderlicher Beatmungsdrücke, nicht bestätigen. Diese möglichen Risiken stehen zahlreiche günstige Effekte der LMA während aller Narkosephasen gegenüber, die gerade bei Adipösen für den Einsatz der LMA sprechen und im Folgenden diskutiert werden.

Narkoseeinleitung

Die Maskenbeatmung ist bei Adipositas häufig infolge einer Einengung und Kollapsneigung der oberen Atemwege erschwert [3]. Gestaltet sich auch noch die Intubation schwierig, kann es bei reduzierter funktioneller Residualkapazität rasch zu einem gefährlichen Abfall der SpO₂-Werte in kritische Bereiche kommen [6]. Die LMA, die in der Regel auch bei schwierigen Atemwegsverhältnissen einfach zu platzieren ist, ermöglicht eine rasche und effiziente Beatmung [13] und wurde deshalb bereits in mehreren Studien zur kurzfristigen, die Zeit bis zur Intubation überbrückenden Beatmung adipöser Patienten mit BMI > 35 eingesetzt, um optimale Intubationsbedingungen zu erreichen (Tab. 5). Unsere Daten bestätigen die einfache und sichere Narkoseeinleitung mit LMA bei adipösen Patienten. Die minimalen SpO₂-Werte lagen mit durchschnittlich 96,4 % in den Gruppen 5 und 6 signifikant über den Ausgangswerten mit 95,0 %. Im Vergleich hierzu beschrieben Juvén et al. [6], die 129 adipöse Patienten mit BMI ≥ 35 intubierten und ebenfalls die niedrigsten SpO₂-Werte während Einleitung erhoben, nicht nur mit durchschnittlich 95 % eine niedrigere pulsoxymetrische Sättigung als in unserer Untersuchung, sondern vor allem auch kritische Entzästigungen, deren Häufigkeit und Schwere mit der Schwierigkeit der Intubation korrelierte. Bei schwierigen Intubationen (n = 20) wurden Sättigungsabfälle bis auf 50 % SpO₂ beschrieben, aber auch

bei einfachen Intubationen kam es zu Abfällen bis auf 64 %. Angaben zur Häufigkeit der kritischen Entzästigungen wurden nicht gemacht. In der vorliegenden Arbeit wurden derart gravierende Sättigungsabfälle nicht beobachtet; in den vergleichbaren Gruppen 5 und 6 kam es bei 6 Patienten (2 %) zu Sättigungsabfällen auf Werte zwischen 80 und 90 % SpO₂.

Beatmungsphase

Von zentraler Bedeutung beim anästhesiologischen Management adipöser Patienten ist die im Vergleich zu Nicht-adipösen deutlich vermehrte Ausbildung von Atelektasen mit Reduktion der funktionellen Residualkapazität (FRC), die sich im Gegensatz zu Nichtadipösen postoperativ nicht zurückbilden, sondern, wie eine Untersuchung von Eichenberger et al. [42] zeigte, bis zu mindestens 24 Stunden unverändert bestehen bleiben. Um der Atelektasenbildung entgegenzuwirken, wird bei adipösen Patienten die Intubation und kontrollierte Beatmung mit hohem PEEP und Recruitmentmanövern empfohlen. Mit dieser Beatmungsstrategie kann intraoperativ die Lungenfunktion verbessert werden, postoperativ persistiert dieser Effekt jedoch nicht [43]. Die im Vergleich zu Normgewichtigen bei Adipösen erheblich höhere postoperative pulmonale Komplikationsrate, die mit einer längeren Krankenhausverweildauer und einer höheren Mortalität einhergeht [8], kann hierdurch ebenfalls nicht gesenkt werden [9].

Anstelle der empfohlenen Beatmung mit hohen Drücken und Recruitmentmanövern wurden in der vorliegenden Arbeit niedrige Beatmungsdrücke angewendet und ein möglichst rascher Übergang in die Spontanatmung angestrebt. Diesem Konzept liegen folgende Überlegungen zugrunde: 1. Niedrige Beatmungsdrücke bieten zusammen mit der bei zunehmender Adipositas ebenfalls zunehmenden Dichtigkeit der LMA Schutz vor der gefürchteten Regurgitation und Aspiration. 2. Untersuchungen von Patienten mit ARDS zeigen, dass die Erhaltung der physiologischen Zwerchfellkontraktion durch Zulassen der Spontanatmung während mechanischer Beatmung zu einer Verbesserung des Gasaustausches durch Umverteilung der Ventilation zugunsten der abhängigen Lungenareale und zum Recruitment von Alveolen führt [44]. Dass dieses Konzept auch bei moderat adipösen Patienten funktioniert, konnten Zorembla et al. [45] nachweisen, die eine Verbesserung der intra- und postoperativen Lungenfunktion durch Zulassen der Spontanatmung beobachteten. Die Autoren forderten weitere Studien mit Einschluss der erheblich und morbid adipösen Patienten ($BMI > 35$), die von dem Konzept der Spontanatmung am meisten profitieren sollten. In unserer Untersuchung atmeten morbid adipöse Patienten die zweite Hälfte der perioperativen Beatmungszeit ausschließlich spontan. Mit diesem Konzept war eine sichere Oxygenierung aller adipösen Patienten mit SpO_2 -Werten, die an allen Messzeitpunkten signifikant über den Ausgangswerten lagen, gewährleistet. Die Anwendung von PEEP und Recruitmentmanövern war hierfür nicht erforderlich. Auch der fehlende positive bzw. klinisch irrelevante Effekt der „Beach-Chair“-Lagerung auf SpO_2 und $\text{pCO}_{2\text{et}}$, den man insbesondere bei den Adipösen erwartet hätte, lässt sich am ehesten auf den hohen Anteil der Atelektasenbildung entgegenwirkenden Spontanatmung zurückführen.

Narkoseausleitung und frühe postoperative Phase

Adipöse sind während der Narkoseausleitung und in der frühen postoperativen Phase aufgrund der persistierenden Atelektasen, des eingeengten pharyngealen Lumens und einer erhöhten Sensibilität des pharyngealen Tonus auf Opate und Restnarkotika, die einen Kollaps der oberen Atemwege begünstigt, in besonderem Maße durch Hypoxämien und Atemwegsverlegungen gefährdet [7,4]. Eine Analyse der ASA closed claims aus dem Jahr 2005 [46] zeigte, dass adipöse Patienten in der Ausleitungsphase häufiger von Komplikationen betroffen waren als in der Einleitungsphase (58 % vs. 37 %).

Zwei Studien, die Tubus und LMA hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die postoperative Phase verglichen, fanden bei adipösen und morbid adipösen Patienten nach Einsatz der LMA signifikant bessere SpO_2 -Werte und Lungenfunktionsparameter bzw. eine deutlich bessere Erholung der Parameter als nach Intubation [11,12]. Als Ursache wird im Wesentlichen ein der Atelektasenbildung entgegenwirkender Effekt der LMA diskutiert durch

- den Wegfall von tubusassoziierten Faktoren wie Husten nach Extubation [11] oder Induktion einer Bronchokonstriktion, die nicht nur intraoperativ, sondern auch noch in der frühen postoperativen Phase zu einer Verschlechterung der Lungenfunktion führen kann [47],
- die Zulassung der intraoperativen Eigenatmung,
- die Vermeidung von Muskelrelaxantien, die zu einer Kompression des Lungengewebes führen und deren Wirkdauer nicht zuverlässig einschätzbar ist [48]. Aktuelle Zahlen belegen, dass das Risiko postoperativer pulmonaler Komplikationen auch nach nur einmaliger Anwendung und unabhängig vom Einsatz eines Neuromonitorings oder der Gabe eines Antagonisten signifikant erhöht ist [49].

Unsere Daten bestätigen die vorteilhaften Eigenschaften der LMA in der

Extubations- und frühen postoperativen Phase. Am Operationsende wiesen alle adipösen Patienten bei noch platziert LMA eine suffiziente Spontanatmung mit $\text{pCO}_{2\text{et}}$ -Werten im Normbereich auf. Die SpO_2 -Werte nach Entfernung der LMA lagen, wie bei allen anderen Messzeitpunkten auch, signifikant über den Ausgangswerten. Darüber hinaus waren im Unterschied zu den anderen Messzeitpunkten kritische SpO_2 -Abfälle $< 90\%$ bei den adipösen nicht häufiger als bei den nicht-adipösen Patienten. Neben der Ermöglichung einer ungehörten Spontanatmung ohne Husten und Pressen liegt der besondere Vorteil der LMA in dieser Phase darin, dass sie nahezu bis zur vollständigen Wachheit vom Patienten toleriert und dadurch ein narkosebedingter Kollaps des pharyngealen Lumens mit Hypoxiegefährdung vermieden wird.

Schlussfolgerung

In der vorliegenden Studie wurde erstmals bei einer großen Anzahl adipöser Patienten einschließlich der Patienten mit erheblich/morbider Adipositas ($BMI > 35$) der Einsatz der LMA über die gesamte OP-Dauer beschrieben. Ein erhöhtes Aspirationsrisiko konnte ebenso wenig beobachtet werden wie Oxygenierungs- und Ventilationsprobleme. Während aller Anästhesiephasen lagen die SpO_2 -Median- und Mittelwerte signifikant über den Ausgangswerten. Ursächlich sind Eigenschaften der LMA wie die einfache Platzierbarkeit, die frühzeitige Ermöglichung der Spontanatmung, die fehlende Reizung der Atemwege und der Verzicht auf Muskelrelaxantien. Während der Ausleitungsphase traten bei den adipösen Patienten SpO_2 -Werte $< 90\%$ nicht öfter auf als bei den nichtadipösen Patienten. Diese Beobachtung steht im Einklang mit den Ergebnissen früherer Studien [10,11], die bei mit LMA beatmeten Adipösen eine bessere postoperative Lungenfunktion als bei intubierten adipösen Patienten nachweisen konnten. Ob durch den Einsatz der LMA auch die bei Adipösen signifikant höhere postoperative

pulmonale Komplikationsrate, die mit einer Erhöhung von Morbidität und Mortalität einhergeht, gesenkt werden kann, sollte vor dem Hintergrund der vorliegenden Studienergebnisse durch prospektive Studien überprüft werden. In Abwägung aller Vor- und Nachteile erscheint eine generelle Ablehnung der LMA bei Adipösen als nicht gerechtfertigt. Bei Platzierungs- oder Beatmungsproblemen sollte die LMA unverzüglich durch einen endotrachealen Tubus ersetzt werden.

Literatur

1. Timmermann A: Modernes Atemwegsmanagement – Aktuelle Konzepte für mehr Patientensicherheit. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2009;44:246–255
2. 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
3. Langeron O, Birenbaum A, Le Sache F, Raux M: Airway management in obese patient. *Minerva Anestesiol* 2014;80: 382–392
4. Lewandowski K, Turinsky S: Beatmung von Patienten mit Adipositas per magna in Anästhesie und Intensivmedizin. *Anaesthesist* 2008;10:1015–1032
5. 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 Database of Syst Rev* 2013;9:CD010105
6. Juvin P, Lavaut E, Dupont H, Lefevre P, Demetriou M, Dumoulin JL, et al: Difficult tracheal intubation is more common in obese than in lean patients. *Anesth Analg* 2003;97:595–600
7. Difficult airway society extubation guidelines group, Popat M, Mitchell V, Dravid R, Patel A, Swampillai C, Higgs A: Difficult airway society guidelines for the management of tracheal extubation. *Anaesthesia* 2012;67:318–340
8. Las Vegas Investigators: Epidemiology, practice of ventilation and outcome for patients at increased risk of postoperative pulmonary complications: Las Vegas – an observational study in 29 countries. *Eur J Anestesiol* 2017;34:492–507
9. Bluth T, Serpa Neto A, Schultz MJ, Pelosi P, Gama de Abreu M: Effect of intraoperative high positive end-expiratory pressure (PEEP) with recruitment maneuvers versus low peep on postoperative pulmonary complications in obese patients: A randomized clinical trial. *JAMA* 2019;321:2292–2305
10. Fernandez-Bustamante A, Frendl G, Sprung J, Kor DJ, Subramaniam B, Ruiz RM, et al: Postoperative pulmonary complications, early mortality, and hospital stay following noncardiothoracic surgery: a multicenter study by the Perioperative Research Network Investigators. *JAMA Surg* 2017;152: 157–166
11. Carron M, Veronese S, Gomiero W, Foletto M, Nitti D, Ori C, et al: Hemodynamic and hormonal stress response to endotracheal tube and Proseal Laryngeal Mask Airway™ for laparoscopic gastric banding. *Anesthesiology* 2012;117:309–320
12. Zormeba M, Aust H, Eberhart L, Braunecker S, Wulf H: Comparison between intubation and the laryngeal mask airway in moderately obese adults. *Acta Anaesthesiol Scand* 2009;53:436–442
13. Keller C, Brimacombe J, Kleinsasser A, Brimacombe L: The laryngeal mask airway ProSeal™ as a temporary ventilatory device in grossly and morbidly obese patients before laryngoscope-guided tracheal intubation. *Anesth Analg* 2002;94:737–740
14. Frappier J, Guenoun T, Journois D, Philippe H, Aka E, Cadi P, et al: Airway management using the intubating laryngeal mask airway for the morbidly obese patient. *Anesth Analg* 2003;96:1510–1515
15. Combes X, Sauvat S, Leroux B, Dumerat M, Sherrer E, Motamed C, et al: Intubating laryngeal mask airway in morbidly obese and lean patients: a comparative study. *Anesthesiology* 2005;102:1106–1109
16. Dhonneur G, Ndoko SK, Yavchitz A, Foucier A, Fessenmeyer C, Pollian C, et al: Tracheal intubation of morbidly obese patients: LMA CTrach vs direct laryngoscopy. *Br J Anaesth* 2006;97: 742–745
17. Yildiz TS, Ozdamar D, Arslan I, Solak M, Toker K: The LMA CTrach™ in morbidly obese and lean patients undergoing gynecological procedures: a comparative study. *J Anesth* 2010;24:849–853
18. Arslan ZI, Özdamar D, Yıldız TS, Solak ZM, Toker K: Tracheal intubation in morbidly obese patients: a comparison of the Intubating Laryngeal Mask Airway™ and Laryngeal Mask Airway CTrach™. *Anesthesia* 2012;67:261–265
19. Ydemann M, Rovsing L, Lindekaer AL, Olsen KS: Intubation of the morbidly obese patient: GlideScope® vs. Fastrach™. *Acta Anaesthesiol Scand* 2012;56:755–761
20. Dolbneva EL, Stamov VI, Gavrilov SV, Mizikov VM: Intubating laryngeal mask efficacy in obese and overweight patients. *Anesteziol reanimatol* 2013;58–63
21. Brimacombe JR: Positive pressure ventilation with the size 5 laryngeal mask. *J Clin Anesth* 1997;9:113–117
22. Martin B, Millar JM: Obesity, the laryngeal mask and day surgery. An audit of 142 obese & morbidly obese patients compared to 142 non obese controls. *Anesthesiology* 2001;95:A8
23. Maltby JR, Beriault MT, Watson NC, Liepert D, Fick GH: The LMA-ProSeal is an effective alternative to tracheal intubation for laparoscopic cholecystectomy. *Can J Anaesth* 2002;49:857–862
24. Maltby JR, Beriault MT, Watson NC, Liepert D, Fick GH: LMA Classic™ and LMA-Proseal™ are effective alternatives to tracheal intubation for gynecologic laparoscopy. *Can J Anaesth* 2003;50:71–77
25. Natalini G, Franceschetti ME, Pantelidi MT, Rosano A, Lanza G, Bernardini A: Comparison of the standard laryngeal mask airway and the ProSeal laryngeal mask airway in obese patients. *Br J Anaesth* 2003;90:323–326
26. Timmermann A, Cremer S, Eich C, Kazmeier S, Bräuer A, Graf BM, et al: Prospective clinical and fiberoptic evaluation of the Supreme laryngeal mask airway. *Anesthesiology* 2009;110:262–265
27. Weber U, Oguz R, Potura LA, Kimberger O, Kober A, Tschernko E: Comparison of the i-gel and the LMA-Unique laryngeal mask airway in patients with mild to moderate obesity during elective short-term surgery. *Anesthesia* 2011;66:481–487
28. Goldmann K, Gerlach M, Bornträger C: Proseal®-Kehlkopfmaske in normal-gewichtigen und adipösen Patienten. *Anaesthesist* 2011;60:908–915
29. Solanki SL, Doctor JR, Shekhawat KK, Myatra SN, Joshi M, Divatia JV: Comparison of actual and ideal body weight for selection of appropriate size of ProSeal™ laryngeal mask airway in overweight and obese patients: A prospective, randomised study. *Indian J Anaesth* 2017;61:398–403

30. O'Driscoll BR, Howard LS, Earis J, Mak V, British Thoracic Society Emergency Oxygen Guideline Group, BTS Emergency Oxygen Guideline Development Group. BTS guideline for oxygen use in adults in healthcare and emergency settings. *Thorax* 2017;72(Suppl 1):ii1–90
31. Faul F, Erdfelder E, Buchner A, Lang AG: Statistical power analyses using G*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods* 2009;41:1149–1160
32. Cohen J: A Power Primer. *Psychological Bulletin* 1992;112:155–159
33. Heuer JF, Stiller M, Rathgeber J, Eich C, Züchner K, Bauer M, et al: Evaluation der neuen Kehlkopfmasken Ambu AuraOnce™ und Intersurgical i-gel™. Platzierbarkeit, Dichtigkeit, Patientenkomfort und Atemwegsmorbidität. *Anaesthesist* 2009;58:813–820
34. Natalini G, Rosano A, Lanza G, Martinelli E, Pletti C, Bernardini A: Resistive load of laryngeal mask airway and proseal laryngeal mask airway in mechanically ventilated patients. *Acta Anaesthesiol Scand* 2003;47:761–764
35. Reber A: Atemwege und respiratorische Funktion bei Adipositas. *Der Anaesthesist* 2005;54:715–728
36. Ng A, Smith G: Gastroesophageal reflux and aspiration of gastric contents in anaesthetic practice. *Anesth Analg* 2001;93:494–513
37. Juvin P, Fèvre G, Merouche M, Vallot T, Desmonts J: Gastric residue is not more copious in obese patients. *Anesth Analg* 2001;93:1621–1622
38. Harter RL, Kelly WB, Kramer MG, Perez CE, Dzwonczyk RR: A comparison of the volume and pH of gastric contents of obese and lean surgical patients. *Anesth Analg* 1998;86:147–152
39. De Leon A, Thörn SE, Wattwil M: High-resolution solid-state manometry of the upper and lower esophageal sphincters during anesthesia induction: a comparison between obese and non-obese patients. *Anesth Analg* 2010;111:149–153
40. Brain AI, Verghese C, Strube PJ: The LMA "ProSeal" – a laryngeal mask with an oesophageal vent. *Br J Anaesth* 2000;84:650–654
41. Horner RL, Mohiaddin RH, Lowell DG, Shea SA, Burman ED, Longmore DB, et al: Sites and sizes of fat deposits around the pharynx in obese patients with obstructive sleep apnoea and weight matched controls. *Eur Respir J* 1989;2:613–622
42. Eichenberger AS, Proietti S, Wicky S, Frascarolo P, Suter M, Spahn DR, et al: Morbid obesity and postoperative pulmonary atelectasis: An underestimated problem. *Anesth Analg* 2002;95: 1788–1792
43. Nestler C, Simon P, Petroff D, Hammermüller S, Kamrath D, Wolf S, et al: Individualized positive end-expiratory pressure in obese patients during general anaesthesia. A randomized controlled clinical trial using electrical impedance tomography. *Br J Anaesth* 2017;119:1194–1205
44. Putensen C, Muders Th, Kreyer S, Wrigge H: Alveolare Ventilation und Rekrutierung unter lungenschutzorientierter Beatmung. *Anaesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2008;43:770–777
45. Zoremba M, Kalmus G, Dette F, Kuhn C, Wulf H: Effects of intra-operative pressure support vs pressure controlled ventilation on oxygenation and lung function in moderately obese adults. *Anaesthesia* 2010;65:124–129
46. Peterson GN, Domino KB, Caplan RA, Posner KL, Lee-Chaney FW: Management of the difficult airway: A closed claims analysis. *Anesthesiology* 2005;103:33–39
47. Natalini G, Franceschetti ME, Pletti C, Recupero D, Lanza G, Bernardini A: Impact of laryngeal mask airway and tracheal tube on pulmonary function during the early postoperative period. *Acta Anaesthesiol Scand* 2002;46: 525–528
48. Zoremba M, Kornmann D, Vojnar B, Burchard R, Wiesmann T, Wulf H, et al: Recovery and prediction of postoperative muscle power – is it still a problem? *BMC Anesthesiol* 2017;17:108–117
49. Kirmeier E, Eriksson LI, Lewald H, Fagerlund M, Hoeft A, Hoffmann M, et al: Post-anaesthesia pulmonary complications after use of muscle relaxants (POPULAR): a multicentre, prospective observational study. *Lancet Respir Med* 2019;7:129–140.

Korrespondenzadresse



**Dr. med.
Franziska Rindfleisch**

Klinik für Anästhesiologie,
Operative Intensivmedizin und
Schmerztherapie
München Klinik Bogenhausen
Lehrkrankenhaus der Technischen
Universität München
Englschalkinger Straße 77
81925 München, Deutschland
Tel.: 089 9270-2167
Fax: 089 9270-2161
E-Mail: franziska.rindfleisch@muenchen-klinik.de

ORCID-ID: 0000-0001-8358-0722