

## Anaesthesiological care in bariatric surgery

S. Heinrich<sup>1</sup> · T. Birkholz<sup>1</sup> · A. Irouschek<sup>1</sup> · T. Horbach<sup>2</sup> · J. Schmidt<sup>1</sup>



- 1 Anästhesiologische Klinik, Universitätsklinikum Erlangen (Direktor: Prof. Dr. Dr. h.c. J. Schüttler)  
 2 Adipositaszentrum Erlangen/Schwabach (Chefarzt: Priv.-Doz. Dr. T. Horbach)



PIN-Nr. 040912

### Interessenkonflikt

Es liegt für keinen der Autoren ein Interessenkonflikt bezüglich der im Text genannten Produkte oder Verfahren vor.

### Schlüsselwörter

Morbide Adipositas – Anästhesie für bariatrische Chirurgie – Anästhesie für metabolische Chirurgie – Magenbypass

### Keywords

Morbid Obesity – Anaesthesia for Bariatric Surgery – Anaesthesia for Metabolic Surgery – Gastric Bypass

### Zusammenfassung

Die Anzahl krankhaft übergewichtiger Patienten steigt in allen Industrie- und Schwellenländern kontinuierlich an. Zusammen mit ausgeweiteten chirurgischen Indikationen zur operativen Therapie der Adipositas führt dies zu kontinuierlich steigenden Fallzahlen in der bariatrischen Chirurgie. Der anästhesiologischen Betreuung stark übergewichtiger Patienten kommt jedoch auch abseits von Eingriffen mit dem Ziel der Gewichtsreduktion eine immer stärkere Rolle zu. Die anästhesiologische Versorgung wird durch die häufig mit der morbid Adipositas vergesellschafteten Begleiterkrankungen wie Diabetes mellitus, arterielle Hypertonie, koronare Herzkrankheit, obstruktive Schlafapnoe und Erkrankungen des Bewegungsapparates zusätzlich erschwert. Aufgrund der morphologischen Veränderungen bei Adipositas können die Sicherung des Atemwegs und der Gefäßzugang die Narkoseeinleitung erschweren. Besondere Herausforderungen für das Anästhesieteam stellen die sichere und effektive Therapie postoperativer Schmerzen sowie die Beherrschung auftretender Komplikationen dar. Dieser Artikel soll die relevanten pathophysiologischen Veränderungen der Adipositas darstellen und Strategien für eine sichere, effiziente und dem Patientenkollektiv angepasste anästhesiologische Versorgung aufzeigen.

### Summary

The number of patients suffering from morbid adiposity is on the increase in all

## Die anästhesiologische Versorgung bei bariatrischen Eingriffen

industrialized and emerging countries. In concert with an extension of surgical options for morbid adiposity, this fact has resulted in a rise in the number of cases of bariatric surgery. However, quite apart from bariatric surgery in particular, general anaesthesiological management of the obese is also becoming more and more important. Adiposity-associated morbidity such as diabetes, arterial hypertension, coronary heart disease, obstructive sleep apnoea and orthopaedic diseases makes the anaesthesiological management of these patients more difficult. The morphological changes due to adiposity often render the airway securement or vascular access difficult. Reliable and effective treatment of anaesthesiological complications, and postoperative analgesia pose a special challenge. In this review, the pathophysiology of morbid adiposity is outlined and strategies for safe, efficient anaesthesiological management in this special patient group are proposed.

### Grundlagen und allgemeine Pathologie

### Definitionen

**Adipositas** beschreibt eine Zunahme des Körpergewichts einzig durch eine Vermehrung des Körperfettanteils über das Normalmaß hinaus.

Die primäre Ursache ist eine positive Kalorienbilanz, die durch fett- und kohlenhydratreiche Ernährung und

bewegungsarmen Lebensstil begünstigt wird. Hormondefekte als Ursache einer sekundären Adipositas sind demgegenüber äußerst selten [78].

Eine einfache, weit gebräuchliche und anerkannte Methode zur Einteilung der Adipositas ist die Berechnung des Body-Mass-Index (BMI; Tab. 1). Neben dem Ausmaß der Adipositas hat jedoch vor allem die Verteilung des Körperfetts Einfluss auf das Risiko für Folge- und Begleiterkrankungen. Patienten mit einem viszeral betonten Fettverteilungsmuster (androider Typ, „Apfelform“) haben ein höheres Risiko für die Entstehung von Diabetes mellitus sowie für das Auftreten kardiovaskulärer Erkrankungen als Patienten mit einem überwiegend glutal betonten Fettverteilungsmuster (gynoider Typ, „Birnenform“) [77].

Chirurgische Interventionen, die zu einer verminderten Nahrungsaufnahme und/oder Nahrungsverwertung führen und das Ziel einer Gewichtsreduktion haben, werden als bariatrische Eingriffe bezeichnet (griechisch  $\beta\alpha\rho\sigma$ : Schwere, Gewicht).‘

## Epidemiologie

Übergewicht und Adipositas wurden von der WHO bereits 1997 als weltweite Epidemie bezeichnet [79]. Trotz aller Bemühungen sind Übergewicht und Adipositas weiter wachsende Probleme, deren Auswirkungen weit über den Gesundheitssektor hinausreichen. Die Gesundheitsberichterstattung des Statistischen Bundesamtes gab im Juni 2010 die Rate übergewichtiger Männer in Deutschland mit 60% und übergewichtiger Frauen mit 43% an ( $BMI >25 \text{ kg/m}^2$ ) [69]. Von 1999 bis 2005 stieg der Anteil adipöser Menschen ( $BMI >30 \text{ kg/m}^2$ ) von 11,5% auf 13,6%. Für die nächsten 20 Jahre wird eine Verdopplung dieser Zahlen vorausgesagt [70]; für das Jahr 2040 wird für über 50% der Bevölkerung ein BMI über  $30 \text{ kg/m}^2$  prognostiziert. Extreme Adipositas mit einem BMI  $>40 \text{ kg/m}^2$  tritt in Deutschland bei 12% der Bevölkerung auf [9].

Für adipöse Männer wurde eine um 12 Jahre und für Frauen eine um 9 Jahre verminderte Lebenserwartung errechnet,

**Tabelle 1**

Einteilung des Übergewichts bei Erwachsenen mittels BMI (nach WHO).

Klassifikation	BMI ( $\text{kg/m}^2$ )	Risiko für Begleiterkrankungen
Untergewicht	<18	Niedrig
Normalgewicht	18,5-24,9	Durchschnittlich
Übergewicht	>25	
- Präadipositas	25-29,9	Vermehrt
- Adipositas Grad I	30,0-34,9	Mäßiggradig erhöht
- Adipositas Grad II	35,0-39,9	Deutlich erhöht
- Adipositas Grad III	>40	Erheblich erhöht

weiterhin steigt das Mortalitätsrisiko auf das 6-12fache der Normalbevölkerung [30]. Für das Jahr 2002 wurden allein in Deutschland durch Übergewicht und Adipositas ca. 430.000 verlorene Lebensjahre errechnet. Die indirekt entstandenen Kosten wurden mit ca. 5 Milliarden € angegeben. Etwa 70% dieser Summe entstanden allein durch den vorzeitigen Tod der Patienten [45]. Die Krankenkassenausgaben für Adipositas und Begleiterkrankungen werden mit bis zu 8% der Gesamtausgaben angegeben [59].

Interessanterweise konnten aber auch mögliche protektive Effekte der Adipositas gefunden werden. So beschreiben die Begriffe „reverse epidemiology“ oder „Adipositasparadoxon“ das Phänomen besserer Überlebensraten beispielsweise bei Herzerkrankungen, terminaler Niereninsuffizienz, Intensivstationsaufenthalten, malignen Erkrankungen und hohem Alter - obwohl Übergewicht und Adipositas unabhängige Risikofaktoren für das Entstehen vieler Erkrankungen sind [27]. Mullen et al. verglichen bei 110.000 Patienten das 30-Tage-Überleben nach allgemeinchirurgischen Eingriffen, wobei Eingriffe mit dem Ziel der Gewichtsreduktion ausgeschlossen wurden. Nach Adjustierung von über 30 Risikovariablen (u.a. physical status classification der American Society of Anesthesiologists (ASA), kardiovaskuläre Risikofaktoren, erhöhte Werte für Kreatinin und Transaminasen) fand sich ein besseres Überleben bei Patienten mit Übergewicht und moderater Adipositas

( $BMI 25,1-30 \text{ kg/m}^2$ ) als bei normalgewichtigen Patienten ( $BMI 18,6-25 \text{ kg/m}^2$ ). Die höchsten Mortalitätsraten wurden in dieser Untersuchung bei Patienten mit Untergewicht ( $BMI <18,5 \text{ kg/m}^2$ ) oder extremer Adipositas ( $BMI >40 \text{ kg/m}^2$ ) gefunden [52]. Eine Metaanalyse mit über 62.000 Patienten zeigte, dass bei Patienten mit einem  $BMI >30 \text{ kg/m}^2$  nach allgemeinchirurgischen Operationen sowohl die Beatmungszeit als auch die Verweildauer auf der Intensivstation signifikant länger waren als bei Patienten mit einem  $BMI <30 \text{ kg/m}^2$ . Die Gesamtmortalität war jedoch in der Gruppe der normalgewichtigen Patienten signifikant höher als in der Subgruppe der übergewichtigen Patienten ( $BMI$  zwischen 30 und  $39,9 \text{ kg/m}^2$ ). Auch bei dieser Studie waren allerdings Patienten ausgeschlossen, die sich Eingriffen mit dem Ziel der Gewichtsreduktion unterzogen [4].

## Die chirurgische Therapie der Adipositas - bariatrische Chirurgie

Die chirurgische Therapie der morbiden Adipositas fußt im Wesentlichen auf den Prinzipien Restriktion und Malabsorption. Bei der Anwendung restriktiver Verfahren wird über einen verkleinerten Magen eine massive Reduktion der Aufnahme fester Nahrungsmittel angestrebt. Die Aufnahme von flüssiger hochkalorischer Nahrung (wie der Konsum von durch Wärme verflüssigter Schokoladencreme) kann so jedoch nicht verhindert werden. Beispiele für restriktive Verfahren stellen das Magenband (gastric banding) und der Schlauchmagen (gastric sleeve) dar (Abb. 1).

Bei malabsorptiven Verfahren wird die resorbierende Mukosaoberfläche durch Ausschaltung einzelner Darmabschnitte vermindert. Darüber hinaus kommt es durch fehlende Verdauungssäfte auch zu einer Mangelverdauung (Maldigestion), und die intestinale Transitzeit wird zusätzlich beschleunigt. Typische Vertreter malabsorbiver Verfahren sind die biliopankreatische Diversion mit und ohne duodenalen Switch. Die genannten Verfahren kommen teilweise auch sequentiell als Zwei-Schritt-Therapien bei extrem übergewichtigen Patienten ( $BMI >60 \text{ kg/m}^2$ ) zum Einsatz. Beispielsweise sei hier die Vorbehandlung mit interventionell platziertem Magenballon vor Magenbypassoperation genannt. Eine Kombination restriktiver und malabsorptiver Prinzipien in einem einzigen Verfahren ist ebenfalls möglich und weit verbreitet. So wird beim Magenbypass (Roux-en-Y-Anastomose) ein kleiner Magenpouch mit dem Dünndarm verbunden und somit das Duodenum aus der Speisepassage ausgeschlossen (Abb. 1). Dies führt über eine Verminderung der Mukosaoberfläche, die Ausschaltung von Verdauungssäften und eine verkürzte intestinale Passagezeit zu einer verminderten Energieaufnahme. Durch eine zusätzliche Verkleinerung des Magens ergibt sich ein kombinierter Effekt aus Maldigestion, Malabsorption und Restriktion.

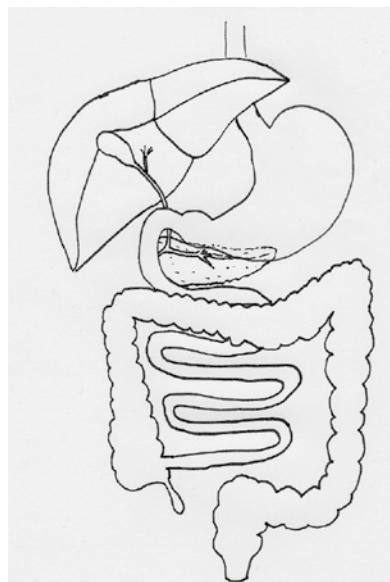
Die Auswahl des bariatrischen Operationsverfahrens wird durch folgende Faktoren bestimmt [22]:

- Essverhalten,
- Begleiterkrankungen,
- Wunsch des Patienten,
- Expertise des durchführenden Operateurs.

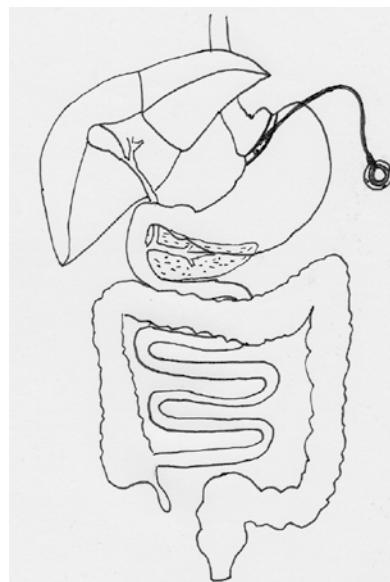
Alle genannten Verfahren werden in der Regel in minimal-invasiver, laparoskopischer Technik durchgeführt.

Chirurgische Verfahren erwiesen sich in der Behandlung der Adipositas gegenüber konservativen Ansätzen in vielen Studien sowie daraus resultierenden Metaanalysen sowohl hinsichtlich klinischer Effektivität als auch Kosteneffizienz als überlegen. Zwei randomisierte kontrollierte Studien mit einem Überwa-

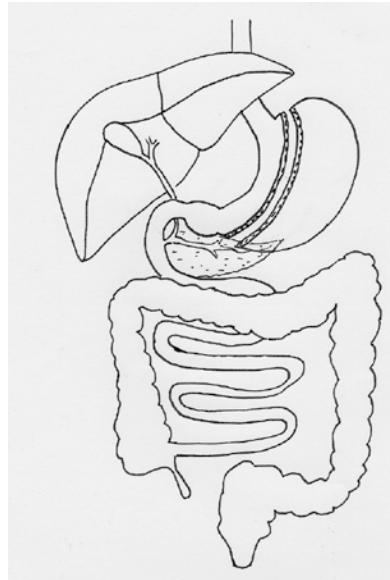
Abbildung 1



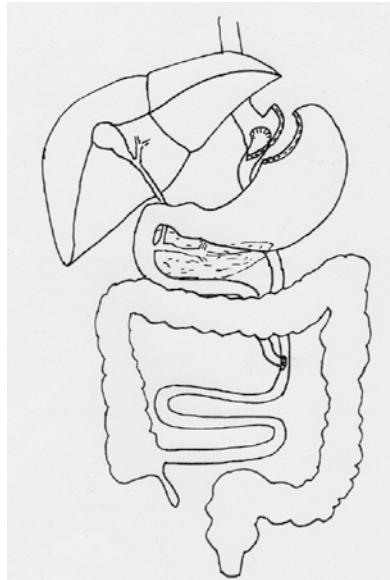
a) Normalsitus



b) verstellbares Magenband



c) Schlauchmagen



d) Magenbypass

Schematische Darstellung der postoperativen Magen-Darm-Passage verschiedener bariatrischer Operationsverfahren.

chungszeitraum von zwei Jahren zeigten einen Gewichtsverlust von 20% bzw. 21,5% nach chirurgischer Therapie, wohingegen Patienten des Studienarms mit konservativer Therapie lediglich 1,4 bzw. 5,5% des ursprünglichen Körpergewichts verloren hatten [23,60]. In

einer großen prospektiven schwedischen Studie (SOS-Trial) wurden verschiedene bariatrische Verfahren mit einer konservativen Therapie über einen Zeitraum von 15 Jahren verglichen. Während in der konservativ behandelten Gruppe bereits nach zwei Jahren kein Gewichtsver-

lust mehr nachweisbar war und nach 15 Jahren das Gewicht um durchschnittlich 1,6% gestiegen war, wiesen operierte Patienten nach zwei Jahren einen durchschnittlichen Gewichtsverlust von 23,4% (Magenband 20%, vertikale Gastroplastik 25%, Magen-Bypass 32%) auf. Dieser Gewichtsverlust zeigte sich auch im 15-Jahres-Intervall stabil [68]. Ob der durch chirurgische Intervention erzielte Gewichtsverlust aber tatsächlich mit einem Zugewinn an Lebensqualität einhergeht, bedarf noch weiterer Untersuchungen. Studien, die einen verlässlichen Rückschluss auf die Sicherheit und die Vergleichbarkeit der einzelnen Verfahren zulassen, stehen ebenfalls noch aus [23]. Ebenso fehlen belastbare Daten über den Einfluss der Erfahrung des Operateurs auf das Ergebnis und die Genese von Spätkomplikationen, die zu erneuten Operationen führen. Darüber hinaus fehlt es auch weiterhin an Evidenz für den Einsatz chirurgischer Verfahren bei jungen Patienten sowie Patienten mit Adipositas Grad I und II [60].

Die Veränderungen nach Eingriffen mit dem Ziel einer Gewichtsreduktion gehen weit über den bloßen Gewichtsverlust hinaus [21,60,65,68]. Ein Überblick aktueller Studien zeigt, dass die chirurgischen Verfahren Diabetes mellitus Typ II (DM II) zur Remission bringen und Endorganschäden wie terminale Niereninsuffizienz verhindern können [65]. Auch für arterielle Hypertonie, Hypercholesterinämie, nichtalkoholische Leberverfettung und obstruktive Schlafapnoe konnten positive Effekte der bariatrischen Chirurgie gezeigt werden. Darüber hinaus konnte in dem oben genannten SOS-Trial für Patienten mit koronarer Herzkrankheit (KHK) nach adipositaschirurgischen Eingriffen eine signifikante Verbesserung des kardiovaskulären Risikoprofils, ein starker Rückgang von Angina Pectoris und Luftnot sowie eine Steigerung der körperlichen Aktivität gegenüber einer konservativ behandelten Kontrollgruppe nachgewiesen werden. Die Aussagekraft dieser Untersuchung ist jedoch durch die geringe Patientenzahl in der Subgruppe der Patienten mit vorbestehender KHK (35 von 4.000 Patienten) begrenzt; letzt-

lich unterzogen sich nur 21 Patienten einer chirurgischen Intervention, und 14 Patienten wurden konservativ therapiert.

Die beschriebene positive Beeinflussung der Begleiterkrankungen und insbesondere die metabolischen Veränderungen können oft nicht alleine durch den Gewichtsverlust erklärt werden [13,77]. Die Behandlung des DM II rückt somit immer weiter in den Fokus der Adipositaschirurgie und stellt den BMI als alleinigen Maßstab zur Indikationsstellung in den Hintergrund. Es liegen Hinweise vor, wonach bariatrische Eingriffe in der Therapie des DM II konservativen Ansätzen überlegen sind. Ein reduzierter Insulinbedarf zeigt sich schon frühzeitig postoperativ und noch vor dem eigentlichen Gewichtsverlust. In einer Metaanalyse von Buchwald et al. wurden Remissionsraten des manifesten DM II von im Mittel 76% gefunden. Eine Aufteilung nach angewandtem bariatrischem Verfahren ergab Remissionsraten von 38% für das Magenband, 84% für den Magenbypass und 98% für die biliopankreatische Diversion [13]. Bariatrische Operationen haben zudem präventive Effekte auf die Entwicklung eines DM II. Bei bestehender Hyperglykämie und gegebener Indikation reduziert ein bariatrischer Eingriff das Risiko einer Ausbildung von DM II um das 30fache [48]. In diesem Zusammenhang spiegelt der Begriff „metabolische Chirurgie“ die Ausweitung der chirurgischen Indikationen wieder.

**Adipositas ist gemeinsam mit DM II die Folge einer zu kalorienhaltigen Ernährung und eines bewegungsarmen Lebensstils. Die Verbreitung dieser Krankheiten hat weltweit pandemische Ausmaße mit erheblichen ökonomischen Folgen angenommen. In der Therapie waren chirurgische Verfahren nicht nur hinsichtlich des Gewichtsverlusts erfolgreich, sondern zeigten sich darüber hinaus auch in der positiven Beeinflussung der Begleiterkrankungen konservativen Ansätzen deutlich überlegen. Die Fallzahlen chirurgischer Eingriffe mit dem Ziel einer Gewichtsre-**

**duktion werden somit vermutlich weiter steigen und zunehmende Bedeutung im anästhesiologischen Alltag erlangen.**

## Anästhesierelevante Pathophysiologie

### Allgemeines

Krankhafte Adipositas kann per se schon eine schwere systemische Erkrankung darstellen. Durch die damit einhergehenden physikalischen und endokrinologischen Folgen bedingt die Adipositas jedoch weitere pathophysiologische Veränderungen, die für sich alleine oder in der Kombination das perioperative Risiko nicht nur bei Eingriffen mit dem Ziel einer Gewichtsreduktion erheblich vergrößern können [64].

### Pathophysiologische Veränderungen durch die Adipositas

#### Allgemeine Auswirkungen auf das respiratorische System

Adipositas führt zunächst zu einem erhöhten Metabolismus, der in der Folge mit einem erhöhten Sauerstoffbedarf sowie einer erhöhten  $\text{CO}_2$ -Produktion einhergeht - in der Summe erfordert dies ein erhöhtes Atemminutenvolumen. Dem steht jedoch eine verminderte thorakale Compliance mit Abnahme des exspiratorischen Reservevolumens (ERV), der funktionellen Residualkapazität (FRC) und des totalen Lungenvolumens (TLV) gegenüber. Diese Veränderungen äußern sich in der Spirometrie als restriktive Ventilationsstörung. Zeichen der obstruktiven Ventilationsstörung, deren pathophysiologisches Korrelat die Verengung der kleinen Atemwege durch ein vermindertes intrathorakales Volumen darstellt, treten häufig erst unter Belastung zutage. Darüber hinaus weisen adipöse Patienten im Vergleich zu Normalgewichtigen ein größeres Missverhältnis zwischen apikaler Ventilation und basaler Perfusion auf. Dies geht mit einer größeren pulmonalen Shuntbeimischung und insgesamt mit einer milden arteriellen Hypoxämie einher [82].

**Bei unverändertem Residualvolumen und kritischem Verschlussvolumen führen - abhängig vom Grad der Adipositas sowie der Lage des Patienten - das reduzierte ERV und die verminderte FRC schon in der Atemruhelage zu einem Kollaps der kleinen Atemwege (Abb. 2), was insgesamt die Atelektasenbildung begünstigt und die Apnoetoleranz reduziert.**

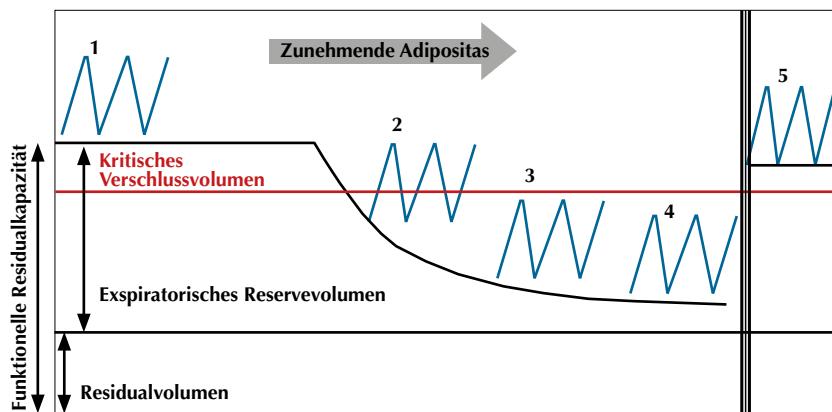
### Obstruktives Schlafapnoe-Syndrom (OSAS)

Der pharyngeale Weichteilüberschuss bzw. Einlagerungen von subkutanem Fettgewebe bei adipösen Patienten erhöhen den Druck auf die oberen Atemwege. Durch schlafbedingten Tonusverlust der oropharyngealen Muskulatur kommt es zu einem Kollaps der oberen Atemwege und daraus resultierenden Apnophasen. Während dieser Zeit können bei OSAS-Patienten ausgeprägte Hypoxämien und Hyperkapnien nachgewiesen werden.

Die Inzidenz eines OSAS bei krankhaft übergewichtigen Patienten ( $BMI >40 \text{ kg/m}^2$ ) liegt bei 76-87%, wobei die Inzidenz nicht mit dem BMI korreliert. Daher empfehlen O'Keeffe et al., alle Patienten präoperativ mittels Polysomnographie auf ein mögliches OSAS zu untersuchen [56]. Bei Patienten mit OSAS fanden Weingarten et al. in einer retrospektiven Analyse von 797 Fällen keinerlei Korrelation zwischen der Schwere des diagnostizierten OSAS und perioperativen Komplikationen, sofern diese Patienten nach bariatrischen Eingriffen einer kontinuierlichen Überwachung und CPAP-Therapie zugeführt wurden.

Für den klinischen Alltag sind mehrere auf Fragebögen basierende Scoring-systeme, darunter eine Checkliste der ASA, mittels Polysomnographie validiert und mit postoperativen Komplikationen korreliert worden. Die Sensitivität der Fragebögen betrug - abhängig vom verwendeten Fragebogen und dem gewählten Diagnosekriterium in der Polysomnographie - zwischen 65% und 80%. Die Autoren räumen jedoch ein, dass diese Fragebögen zwar eine Hilfe im klinischen Alltag sein können, die

Abbildung 2



Schematische Darstellung der Veränderungen der Atemphysiologie bei Adipositas, modifiziert nach [2]. 1=Atmung eines wachen, normalgewichtigen Patienten; 2=Atmung eines wachen, adipösen, sitzenden Patienten; 3=Atmung eines wachen, adipösen, liegenden Patienten; 4=Beatmung eines adipösen Patienten unter Allgemeinanästhesie ohne PEEP; 5=Beatmung eines adipösen Patienten unter Allgemeinanästhesie mit ausreichend hohem PEEP.

gefundenen Ergebnisse aber durch weitere Untersuchungen bestätigt werden sollten [20].

OSAS stellt jedoch per se nicht nur bezüglich einer Hypoxämie ein Risiko für adipöse Patienten dar. Es ist darüber hinaus (wie bei Normalgewichtigen) ein unabhängiger Risikofaktor für arterielle Hypertonie, plötzlichen Herztod sowie perioperative kardio- und zerebrovaskuläre Ereignisse [80].

### Adipositas-Hypoventilationssyndrom - Pickwick-Syndrom

Das Adipositas-Hypoventilationssyndrom ist durch eine arterielle Hyperkapnie ( $paCO_2 >45 \text{ mmHg}$ ) und Hypoxie ( $paO_2 <65 \text{ mmHg}$ ) beim wachen, spontanatmenden Patienten mit einem  $BMI >30 \text{ kg/m}^2$  definiert. Ursachen sind eine gestörte zentrale Atemkontrolle, neuroendokrine Dysfunktionen, veränderte Atemmechanik und ein in 85% der Fälle koexistentes Schlafapnoe-Syndrom. Letztlich handelt es sich hierbei um die gemeinsame Endstrecke der oben beschriebenen pathophysiologischen Veränderungen des respiratorischen Systems. Voraussetzungen für eine erfolgreiche Therapie ist die Gewichtsreduktion. Unbehandelt können Komplikationen

wie Polyglobulie und pulmonaler Hypertonus mit Rechtsherzinsuffizienz auftreten [58].

### Arterielle Hypertonie

Eine Auswertung der vier „National Health and Nutrition Examination Surveys“ mit jeweils 6.000-13.000 Patienten und einem insgesamt 30-jährigen Beobachtungszeitraum konnte den Zusammenhang zwischen Hypertonus und Adipositas nachweisen [46]. Mit der Zunahme der Fettmasse steigt bei krankhaft übergewichtigen Patienten der systemische vaskuläre Widerstand (systemic vascular resistance; SVR) und der Sympatikotonus. Stelfox et al. fanden beim Auswerten von 700 diagnostischen Koronarangiographien, dass eine Steigerung des BMI um  $1 \text{ kg/m}^2$  eine Zunahme des Herzzeitvolumens (HZV) um ca. 80 ml/min bedingt [71]. Allerdings wiesen die Autoren darauf hin, dass es sich bei ihrer Studie um ein vorselektioniertes Patientengut (Patienten mit Indikation zur Koronarangiographie, jedoch ohne Nachweis einer bestehenden KHK) handelte, so dass eine vorbestehende kardiale Dysfunktion letztlich nicht sicher auszuschließen ist und diese Daten daher nicht unkritisch verallgemeinert werden dürfen.

## KHK und Herzinsuffizienz

Adipositas (BMI >30 kg/m<sup>2</sup>) erhöht das Risiko einer KHK gegenüber Normalgewichtigen um das 1,5-3fache, wobei sich mit weiter zunehmendem BMI das Risiko für eine KHK potenziert [3,10]. Ein vergrößerter Taille-/Hüftumfang (Frauen >0,85, Männer >1,0) korreliert signifikant mit dem Risiko des Auftretens eines Myokardinfarkts und bietet eine bessere Risikoeinschätzung als der BMI alleine [81].

Wang et al. konnten in einer Subgruppenanalyse der Framingham-Studie an 5.282 Patienten zeigen, dass bei adipösen Patienten ein erhöhtes Risiko für das Auftreten von Vorhofflimmern besteht [76]. Die Inzidenz von Vorhofflimmern kann durch eine Gewichtsnormalisierung verringert werden [76].

## Diabetes mellitus

Adipositas und Diabetes mellitus sind hinsichtlich ihrer Pathophysiologie und ihrer epidemiologischen Entwicklung eng miteinander verknüpft; dieser Zusammenhang wird auch als „diabesity“ bezeichnet. Bei einem BMI von 30 kg/m<sup>2</sup> ist das Risiko, an DM II zu erkranken, gegenüber Normalgewichtigen 30fach erhöht. Adipositas wird für mehr als 90 % der Erkrankungen an DM II verantwortlich gemacht [33].

Neben der Bedeutung des DM II als präoperativer Risikofaktor ist DM II auch Bestandteil der Definition des metabolischen Syndroms. Dieses liegt vor, wenn außer einem erhöhten Bauchumfang (Männer >94 cm, Frauen >80 cm) mindestens zwei der folgenden Merkmale erfüllt sind:

- Erhöhte Triglyceridwerte (mindestens 150 mg/dl bzw. 1,7 mmol/l) bzw. eine bereits eingeleitete Behandlung zur Absenkung der Triglyceride,
- zu niedriges HDL (high density lipoprotein)-Cholesterin (Männer <40 mg/dl bzw. 1,03 mmol/l; Frauen <50 mg/dl bzw. 1,29 mmol/l) bzw. eine bereits eingeleitete Therapie zur Anhebung des HDL-Cholesterins,
- Bluthochdruck (systolisch mehr als 130 mm Hg oder diastolisch mehr als 85 mm Hg) bzw. eine bereits behandelte Hypertonie.

- Erhöhte Nüchtern-Blutzuckerspiegel (mehr als 100 mg/dl bzw. 5,6 mmol/l) oder ein bereits diagnostizierter DM II.

## Weitere Adipositas-assoziierte Begleiterkrankungen

Neben den oben genannten Erkrankungen prädisponiert die Adipositas zu einer Reihe weiterer anästhesierelevanter Begleiterkrankungen wie gastroösophagealer Refluxerkrankung (GERD), chronischem Nierenversagen, tiefer Beinvenenthrombose und Lungenembolie [34,72].

Auch nicht unmittelbar anästhesiebeeinflussende Erkrankungen sind zu großen Teilen durch Adipositas bedingt. So werden Übergewicht und Adipositas für einen Großteil der degenerativen Gelenkbeschwerden, für eine Verdoppelung des Schlaganfallrisikos und für 15-20% aller karzinombedingten Todesfälle in den USA verantwortlich gemacht [15,29,34].

## Präoperative Visite

In der Anamnese vieler krankhaft übergewichtiger Patienten finden sich trotz deren jungen Alters bereits in erheblichem Umfang anästhesierelevante und schwerwiegende Begleiterkrankungen.

**Bei allen Patienten soll eine gründliche Anamnese hinsichtlich bestehender Vorerkrankungen, Medikamenteneinnahme und kardiopulmonaler Belastbarkeit erfolgen. Darüber hinaus sollen gezielte Fragen nach Symptomen der obstruktiven Schlafapnoe wie nächtlichem Schnarchen, Tagesmüdigkeit und vom Schlafpartner registrierten Atempausen gestellt werden.**

Häufig können krankhaft übergewichtige Patienten keine Aussage hinsichtlich ihrer Belastbarkeit geben, da im Alltag auch minimale Belastungen meist vermieden werden.

Auch die körperliche Untersuchung ist durch die Adipositas oft erheblich erschwert, Zeichen der kardialen Dekom-

pensation wie obere Einfluss-Stauung oder Unterschenkelödeme können leicht übersehen werden [61].

**Die körperliche Untersuchung schließt insbesondere die Beurteilung möglicher Hinweise für eine erschwerte Intubation mit ein.**

Dazu zählen:

- Mundöffnung nach Mallampati,
- thyreomentaler Abstand,
- Kopfbeweglichkeit,
- Zahnstatus und
- Halsumfang.

Bei allen Patienten soll präoperativ die pulsoxymetrische Sauerstoffsättigung (psaO<sub>2</sub>) unter Raumluftbedingungen gemessen werden, um diese mit postoperativen Werten vergleichen zu können. Darüber hinaus wird bei typischen Symptomen in der Anamnese und weniger als 96% psaO<sub>2</sub> unter Raumluft auch empfohlen, diese Patienten wie Patienten mit gesichertem OSAS zu behandeln, da ein relevantes OSAS sehr wahrscheinlich sei [6].

Eine ausgedehnte apparative kardiale Diagnostik erscheint bei krankhaft übergewichtigen Patienten nicht sinnvoll. Untersuchungen wie die transthorakale Echokardiographie sind nur mit erheblich eingeschränkten Untersuchungsbedingungen möglich, und Belastungstests können wegen unzureichender Tragfähigkeit der gängigen Fahrradergometer oder begleitender Gelenkerkrankungen oft gar nicht durchgeführt werden. Ramaswamy et al. [62] konnten darüber hinaus für diese Patienten zeigen, dass Röntgenuntersuchungen, Lungenfunktions- und kardiale Stresstests ebenso wie Gerinnungstests nur selektiv auf der Basis von anamnestischen und klinischen Hinweisen sinnvoll sind. Weiter fanden die Autoren, dass präoperative Laborparameter nur selten auffällig sind (0,3-6,5%) und noch seltener (0-2,6%) zu einer Änderung des anästhesiologischen Vorgehens führen [62].

**Auf eine obligatorische Röntgenaufnahme der Thoraxorgane, routinemä-**

ßige erweiterte kardiale (Ergometrie, transthorakales/ösophageales Echo-kardiogramm) und spirometrische/ bodyplethysmographische Diagnostik kann daher verzichtet werden.

Diese Untersuchungen sollen nur im begründeten Einzelfall erfolgen - mit einer zielgerichteten Anamnese können durchaus zeit- und kostenintensive Untersuchungen eingespart werden. Viele der bestehenden Begleiterkrankungen sind präoperativ meist nur durch einen massiven Gewichtsverlust zu behandeln, so dass pathologische Ergebnisse der Screening-Untersuchungen für eine geplante gewichtsreduzierende Operation kaum Konsequenzen haben.

**Bei der Prämedikation soll beachtet werden, dass Patienten mit OSAS eine gesteigerte Ansprechbarkeit auf Benzodiazepine aufweisen.**

Daher soll wegen der Gefahr prolongierter nächtlicher Apnoephasen auf die vorabendliche Prämedikation mit Sedativa verzichtet werden. Eine - ggf. erforderliche - Prämedikation mit Clonidin erscheint auch bei Patienten mit OSAS sicher. In einer randomisierten, doppelblinden, Placebo-kontrollierten Studie wurde bei Patienten mit OSAS und Adipositas Grad I eine Prämedikation am Vorabend und bei Abruf in den OP mit Clonidin (2 µg/kg Körpergewicht) mit einem Placebo verglichen. Intraoperativer Propofol- und Remifentanil-Bedarf sowie postoperativer Piritramid-Bedarf und Schmerzscores waren in der Clonidin-Gruppe signifikant vermindert; der Apnoe- und Entsättigungsindex war in beiden Gruppen gleich [59].

**Adipositas geht mit einer Vielzahl anästhesierelevanter Begleiterkrankungen (OSAS, arterielle Hypertonie, KHK, Diabetes mellitus) einher, die je nach Ausprägung das perioperative Risiko erheblich steigern. Trotzdem sind in der präoperativen Visite neben den Standardanforderungen zusätzliche apparative kardi-**

ale Untersuchungen nur im Einzelfall notwendig. Wegen der häufigen Assoziation mit einem OSAS soll die abendliche Prämedikation mit Sedativa nur bei vorhandenen Überwachungsmöglichkeiten erfolgen.

### Infrastrukturelle Voraussetzungen

Operationen bei krankhaft übergewichtigen Patienten setzen einige grundlegende infrastrukturelle Gegebenheiten voraus. Normale Türen sind für überbreite Rollstühle oft nicht passierbar, Standardduschkabinen für extrem übergewichtige Patienten meist zu klein und an Wänden befestigte Toiletten haben nur eine Tragfähigkeit bis ca. 150 kg. Auch für OP-Tische und Säulen muss eine ausreichende Belastbarkeit gesichert sein. Gleicher gilt für Personenwaagen, Patientenbetten, Matratzen und Auflagen für OP-Tische sowie die Aufzüge zum Operations- und Intensivbereich. Zum Schutz des Personals sollen Hebeeinrichtungen, Umlagerungshilfen und geeignete elektrisch verstellbare Intensiv- und Normalpflegebetten verfügbar sein. Jegliche medizinische Ausstattung, angefangen von Blutdruckmanschetten bis zum Computertomographen, soll hinsichtlich Breite, Größe, Länge und Tragfähigkeit den Anforderungen des Einsatzes bei adipösen Patienten gerecht werden. Dies gilt auch für das Vorhalten geeigneter chirurgischer Instrumente, für den Fall, dass laparoskopische Eingriffe scheitern und der Patient laparotomiert werden muss.

Vor Aufnahme von adipositaschirurgischen Eingriffen in das chirurgische Portfolio einer Klinik sollten zwischen den beteiligten Fachdisziplinen (Chirurgie, Anästhesie und Intensivmedizin) die logistischen Mindestanforderungen festgelegt werden. Die Entscheidung eines Krankenhauses, solche Eingriffe anzubieten, erfordert einen hohen Grad an Spezialisierung und interdisziplinären Absprachen und zusätzlich häufig erhebliche Investitionen in eine geeignete Infrastruktur.

### Operative Phase

#### Gefäßzugänge

Bei erschwertem Venenzugang, postoperativ erforderlichen Blutabnahmen und intravenöser Antibiotikatherapie soll die Indikation für einen zentralen Venenkatheter (ZVK) großzügig gestellt werden. Der regelmäßige Einsatz eines arteriellen Katheters zur Blutgasanalyse und invasiven Blutdruckmessung erscheint ebenfalls notwendig, weil nicht-invasive Verfahren bei adipösen Patienten häufig ungenau und unzuverlässig sind.

Häufiger als die Kanülierung der Arteria radialis stellt sich die ZVK-Anlage wegen veränderter Halsanatomie problematisch dar. In dieser Situation ist der Einsatz der sonographisch gestützten Gefäßpunktion äußerst hilfreich. Während für normalgewichtige Patienten bereits Daten in Form von Metaanalysen vorliegen, die eine niedrigere Komplikationsrate, höhere Trefferwahrscheinlichkeit des ersten Versuchs und die Kosteneffektivität einer ultraschallgesteuerten Punktionen zeigen [16,36], gibt es für adipöse Patienten bisher nur wenige Studien. Brusasco et al. gelang bei 51 von 55 Patienten vor einem chirurgischen Eingriff zur Gewichtsreduktion die Anlage eines ZVK mit Hilfe von Ultraschall mit einem einzigen Hautstich, bei 43 Punktionen wurde direkt die Vene punktiert. Während der gesamten Untersuchung wurde keine arterielle Fehlpunktion, kein Pneumothorax und keine Hämatombildung beobachtet [12].

#### Atemweg

Der Präoxygenierung kommt bei krankhaft adipösen Patienten wegen ihrer reduzierten FRC besondere Bedeutung zu.

Hierbei empfiehlt sich eine CPAP-Atmung mit dicht sitzender Maske beim halbsitzenden Patienten („beach

chair-Lagerung“) über mindestens fünf Minuten [5]. Die Präoxygениerung mit 100% Sauerstoff im CPAP-Modus zeigte in computertomographischen Untersuchungen präventive Effekte auf die Atelektasenbildung [24].

Krankhaft übergewichtige Patienten weisen nicht per se ein erhöhtes Risiko für die schwierige Intubation auf. In der Literatur konnten männliches Geschlecht und hoher Mallampati-Score als Prädiktoren der schwierigen Intubation identifiziert werden, während das Vorliegen eines OSAS keinen Einfluss hatte [54]. Die Bedeutung des Halsumfangs als Risikofaktor für die schwierige Intubation ist umstritten. Gonzales et al. konnten in einer Untersuchung einen Zusammenhang zwischen vergrößertem Halsumfang und Intubationsschwierigkeiten zeigen [32]. Diese Untersuchung kann jedoch dahingehend kritisiert werden, dass für Männer und Frauen der gleiche kritische Halsumfang von 43 cm angegeben wird. Mehrere andere Arbeitsgruppen konnten dagegen keinen Zusammenhang zwischen einem großen Halsumfang und schwieriger Intubation herstellen [11,54]. So wurden in einer Untersuchung von Brodsky et al. auch bei einem Halsumfang von mehr als 46 cm keine vermehrten Intubationsprobleme registriert [54].

Maskenbeatmung und Intubation können mit Hilfe einer Lagerung, bei der die Ohrläppchen in einer Linie mit dem Sternum liegen („ramped position“; Abb. 3), erleichtert werden. In einer Untersuchung von Neligan et al. konnten Weiterbildungsassistenten alle 180 an der Untersuchung teilnehmenden Patienten mit einem mittleren BMI von 49,4 kg/m<sup>2</sup> in der „ramped position“ konventionell intubieren; lediglich bei sechs Patienten (3,3%) wurden drei oder mehr Intubationsversuche benötigt [54]. Nützliche Hilfsmittel zur Intubation können neben BURP-Manöver (backward-upward-right-position), Führungsstab und McCoy-Spatel auch Verfahren der video-gestützten indirekten Laryngoskopie sein. So konnten Marrel et al. zeigen, dass bei übergewichtigen Patienten mit einer Videolaryngoskopie seltener ein Sättigungsabfall auftrat [50].

Abbildung 3



Darstellung der Lagerung zur Intubation am nicht-adipösen Probanden: „Jackson position“ (linkes Bild; roter Pfeil: Kinn auf einer Ebene mit dem Sternum) versus „ramped position“ (rechtes Bild; roter Pfeil: Ohrläppchen auf einer Ebene mit dem Sternum). Die „ramped position“ verbessert die Sicht bei der Intubation.

**Es ist ratsam, für den Notfall mehrere alternative supraglottische Atemwegshilfen vorzuhalten, um im Falle unmöglich der Intubation und Maskenbeatmung die Oxygenierung sicherzustellen. Wegen der veränderten Halsanatomie ist bei evtl. notwendiger Koniotomie oder Tracheotomie mit erheblichen Schwierigkeiten zu rechnen.**

Ob alle krankhaft übergewichtigen Patienten mittels einer Blitzeinleitung (oder RSI; rapid sequence induction) intubiert werden müssen, ist nach wie vor Gegenstand kontroverser Diskussionen. Da zu dieser Fragestellung bisher keine Evidenz-generierenden Studien vorliegen, wird die Diskussion überwiegend durch pathophysiologische Überlegungen bestimmt. Einerseits stellen die erhöhte Magensaftproduktion und die bei adipösen Patienten häufig auftretenden Refluxbeschwerden ein erhebliches Aspirationsrisiko dar [42], und ab einem BMI >26 kg/m<sup>2</sup> kann die Maskenbeatmung durch die vergrößerte Zunge und pharyngeale Fetteinlagerungen erheblich erschwert sein [41]. Andererseits ist der Zusammenhang zwischen krankhafter Adipositas und reduzierter FRC hingänglich bekannt, so dass es unter einer Apnoe bei einer Blitzeinleitung zu einem raschen Sättigungsabfall kommen kann.

Dies unterstreicht die Notwendigkeit einer sorgfältigen und ausreichend langen Präoxygениerung. Die Autoren können insgesamt jedoch von guten eigenen Erfahrungen bei der Anwendung der Blitzeinleitung zur Intubation krankhaft adipöser Patienten berichten [35].

### Narkosedurchführung

**Bei der Bolusgabe von Medikamenten ist deren initiales Verteilungsvolumen maßgeblich. Medikamente, die sich sowohl im Fettgewebe als auch in fettfreien Geweben verteilen, können nach dem tatsächlichen Körpergewicht (TKG) dosiert werden. Dagegen sollen Substanzen, die sich überwiegend im fettfreien Gewebe verteilen, nach dem idealen Körpergewicht (IKG) – siehe Abbildung 4 – dosiert werden [17].**

Bei kontinuierlicher Medikamentengabe werden die Dosierungen in Abhängigkeit von der Clearance gewählt. Medikamente, die bei adipösen Patienten eine höhere Clearance als bei normalgewichtigen Patienten haben, werden nach dem TKG dosiert (Tab. 2). Substanzen mit - im Vergleich zu Normalgewichtigen - gleicher oder geringerer Clearance werden nach dem IKG dosiert [17]. Remifentanil weist bei adipösen Patienten im Vergleich zu normalgewichtigen Patienten eine

**Abbildung 4****Geschlechtsunabhängige Berechnung des IKG**

$$IKG = 22 \times (\text{Körpergröße in m})^2$$

**Formeln zur Berechnung des Lean-body-weight (LBW)**

Frauen:  $LBW = 1,07 \times TKG - 0,0148 \times BMI \times TKG$

Männer:  $LBW = 1,10 \times TKG - 0,0128 \times BMI \times TKG$

**Adjustiertes Körpergewicht (AKG)**

$$AKG = IKG + 0,4^* (\text{tatsächliches Körpergewicht} - IKG)$$

(die Berechnung des AKG ist als Berechnungsgrundlage bspw. des Kalorienbedarfs sinnvoll, wenn das tatsächliche Körpergewicht mehr als 30% größer ist als das IKG)

Formeln zur Berechnung des idealen Körpergewichts (IKG), des Lean-body-weight (LBW) auf Basis des totalen Körpergewichts in kg sowie des adjustierten Körpergewichts (AKG).

kardiozirkulatorische Stabilität sowie ein geringerer Opiatbedarf über 72 Stunden postoperativ zu verzeichnen [1]. Xenon-Narkosen sind jedoch auf eine maximale inspiratorische Sauerstoffkonzentration ( $FiO_2$ ) von 0,4 begrenzt, um eine ausreichende minimale alveoläre Konzentration (MAC-Wert) zu gewährleisten.

- Die Zuverlässigkeit einer Propofol-TCI (target controlled infusion) wurde in einer Untersuchung mit 10 Patienten überprüft. Es zeigten sich keine Unterschiede zwischen gemessener und errechneter Plasmakonzentration [38]. Wegen der lipophilen Eigenschaften der Substanz ist der Berechnung der Propofol-TCI das TKG zu Grunde zu legen (Tab. 2).
- Bei nahezu unveränderter Pharmakokinetik im Vergleich zu normalgewichtigen Patienten erscheint Remifentanil eine ideale Substanz zur intraoperativen Analgesie. Bei der Anwendung von Remifentanil ist jedoch eine bereits intraoperativ zu beginnende, postoperative Schmerztherapie notwendig.
- Nur für die TCI-Applikation von Sufentanil konnten gleichwertige Ergebnisse bezüglich Aufwachverhalten und postoperativer Spirometrie wie für Remifentanil erreicht werden [26].

**Tabelle 2**

Dosierungsempfehlungen für Opioide, Hypnotika und Muskelrelaxanzien, modifiziert nach [14]. **TKW** = totales Körpergewicht, **IKW** = ideales Körpergewicht, (Abb. 4) = Dosisreduktion empfohlen.

Substanz	Verteilungsvolumen [l]	Clearence [ml x min-1]	Dosierungsempfehlungen			
	normal	adipös	normal	adipös	Induktionsdosis	Kontinuierliche Infusion
<b>Sufentanil</b>	346	547	1780	1990	TKW	↓
<b>Remifentanil</b>	6,8	7,5	2700	3100	IKW	IKW
<b>Rocuronium</b>	14,56	11,83	0,45	0,03	IKW	↓
<b>Vecuronium</b>	59	44,7	325	26	IKW	k.A.
<b>Atracurium</b>	8,5	8,6	404	444	IKW	keine Angabe
<b>Thiopental</b>	-	-	197,2	416,3	↓	Nicht empfohlen
<b>Propofol</b>	13	17,9	28,3	24,3	TKW	TKW
<b>Midazolam</b>	114	311	530	472	TKW	IKW

nahezu unveränderte Pharmakokinetik auf. Auf der Basis einzelner pharmakologischer Vergleichsuntersuchungen wird eine Dosierung von Remifentanil nach dem IKG empfohlen [40]. Für Alfentanil, Sufentanil und Fentanyl wird dagegen eine Dosierung nach dem Lean body weight (LBW) empfohlen (Tab. 2 und Abb. 4). Das LBW berechnet sich aus der Differenz des TKG und der Fettmasse. Für weiterführende Informationen zur speziellen Pharmakokinetik von Anästhetika bei krankhaft übergewichtigen Patienten sei auf entsprechende Übersichtsarbeiten verwiesen [17,40].

Für die Durchführung einer Allgemeinanästhesie liegen im Einzelnen folgende

Erkenntnisse vor:

- Für eine balancierte Anästhesie spricht die gute Steuerbarkeit moderner Volatila, die insbesondere für Desfluran und Sevofluran bei krankhaft übergewichtigen Patienten gezeigt werden konnte [25,47]. Für Desfluran wurde darüber hinaus ein rascheres Erwachen und eine bessere Oxygenierung im Vergleich zu Sevofluran gezeigt [74].
- Der Einsatz von Xenon im Vergleich zu Sevofluran jeweils in Kombination mit Remifentanil zeigte bei adipösen Patienten 60 und 120 min postoperativ eine bessere Oxygenierung. Es waren schnellere Aufwachzeiten, höhere

Während einige Autoren die Anlage eines Periduralkatheters (PDK) zur intra- und postoperativen Schmerztherapie als Mittel der Wahl beschreiben [66], konnten andere Autoren zeigen, dass sich daraus im Vergleich zu einer patientenkontrollierten i.v.-Analgesie (i.v.-PCA) bei laparoskopischen Eingriffen kein Vorteil ergibt [18]. Bei Laparotomien liegen die Vorteile eines PDK in der Reduktion thrombembolischer und respiratorischer Komplikationen sowie einer rascheren Normalisierung der intestinalen Motilität und spirometrischer Parameter [63]. Die Analgesie ist insgesamt effektiver [63]. Demgegenüber sind die Vorteile bei laparoskopischem Vorgehen bisher nicht gesichert [18]. Zusätzlich ist bei zu erwartenden schwierigen anatomischen Verhältnissen mit wenig konturgebenden Strukturen sowie einem verkleinerten Periduralraum von einer

erschweren PDK-Anlage mit konsekutiv erhöhtem Risiko für Fehlpunktion bzw. intraspinale Fehllage, Blutung und Querschnittslähmung auszugehen. Tatsächlich zeigten Untersuchungen bei übergewichtigen Patienten ein erhöhtes Risiko für häufigere Punktionsversuche, Fehlpunktionen und eine erhöhte Rate an Überdosierungen von Lokalanästhetika [39,55].

Die Schmerztherapie soll in jedem Fall die Infiltration der Trokar-Einstichstellen mit Lokalanästhetika durch den Operateur mit einschließen. Mit diesem einfachen Verfahren konnten in Kombination mit einer Schmerztherapie nach dem WHO-Stufenschema bei 500 Patienten mit laparoskopischer Magenbypass-Anlage gute Ergebnisse hinsichtlich Schmerzbehandlung, Patientenzufriedenheit, früher Mobilisierbarkeit und Reduktion perioperativer Komplikationen erzielt werden [8].

**Moderne Volatila weisen eine gute Steuerbarkeit bei Anästhesien für bariatrische Eingriffe auf. Bei ausstehendem Beweis eines Vorteils der Periduralanästhesie bei laparoskopisch durchgeführten bariatrischen Eingriffen ist deren regelmäßer Einsatz nicht zu empfehlen. Stattdessen konnte mittels einer multimodalen Schmerztherapie, bestehend aus Infiltration der Trokar-Einstichstellen mit Lokalanästhetika, Gabe peripher wirksamer Analgetika und systemischer Opioidgabe (ggf. als i.v.-PCA) eine gute postoperative Analgesie erreicht werden.**

## Beatmung und Lagerung

**Die Beatmung adipöser Patienten während laparoskopischer Eingriffe ist durch den erhöhten abdominellen Druck und die eingeschränkte Compliance sowie erhöhte Resistance des respiratorischen Systems erschwert.**

Da die Anatomie der Lunge unabhängig vom Gewicht der Patienten ist, sollen die

Tidalvolumina nach dem idealen und nicht nach dem tatsächlichen Körpergewicht berechnet werden, um Volumen- und Barotraumen zu verhindern. Wiederholte Recruitment-Manöver vermindern die Bildung von Atelektasen [28,49,57].

**Darüber hinaus hat sich das Einstellen eines endexspiratorischen positiven Atemwegdrucks (PEEP) von mindestens 10 mbar bewährt.**

Die Anpassung des PEEP erfolgt im Einzelfall nach atemmechanischen Kriterien gemäß dem „best-PEEP“-Konzept. Der optimale PEEP befindet sich demzufolge oberhalb des unteren Infektionspunktes der Druck-Volumen-Kurve. Nach Anhebung des PEEP-Niveaus sollen die kardiovaskulären Parameter, der arterielle Sauerstoffpartialdruck ( $\text{paO}_2$ ) sowie die Compliance des respiratorischen Systems überprüft werden. Cadi et al. konnten zeigen, dass bei laparoskopischer Adipositaschirurgie eine druckkontrollierte Beatmung dem volumenkontrollierten Modus bei gleichen Tidalvolumina (8 ml/kg IKG) hinsichtlich der Oxygenierung überlegen ist [14].

**Lagerung und laparoskopische OP-Technik führen intraoperativ zusätzlich zu kardiovaskulären, respiratorischen und homöostatischen Veränderungen.**

Die Lagerung in halbsitzender Position führt zu einem venösen Pooling mit konsekutivem Abfall des HZV. Die  $\text{CO}_2$ -Insufflation zur Anlage des Pneumoperitoneums beeinflusst druckabhängig den venösen Rückstrom. Bei einem intraabdominalen Druck  $<10 \text{ mmHg}$  ist der venöse Rückfluss erhöht, während er bei intraabdominalen Drücken  $>20 \text{ mmHg}$  durch Kompression der unteren Hohlvene vermindert ist [19]. Durch den erhöhten intrathorakalen Druck vermindert sich die Compliance des respiratorischen Systems. Die Resorption des insuffilierten  $\text{CO}_2$  kann zu einer respiratorischen Azidose und einem Anstieg des Sympatikotonus führen.

**Die Beatmung muss dem erhöhten arteriellen und endtidalen  $\text{CO}_2$ -Partialdruck angepasst werden, um eine ungewollte Hyperkapnie zu vermeiden.**

## Intraoperative Überwachung

Die Basisüberwachung für krankhaft übergewichtige Patienten umfasst

- 5-Kanal-EKG,
- Pulsoxymetrie ( $\text{psaO}_2$ ),
- nicht-invasive bzw. nach Möglichkeit invasive Blutdruckmessung,
- Kapnographie und
- Relaxometrie.

Auch der Einsatz eines Narkosetiefen-Monitorings erscheint sinnvoll. So konnten Ibraheim et al. zeigen, dass Patienten mit Narkosetiefen-Monitoring mittels Bispektralindex (BIS) signifikant schnellere Aufwachzeiten und einen geringeren Sevofluran-Verbrauch aufwiesen, wenn der BIS zur Narkosetiefensteuerung verwendet wurde [37].

## Narkoseausleitung

**Zur Verbesserung der respiratorischen Compliance soll die Ausleitung der Narkose bei adipösen Patienten in halbsitzender Position erfolgen. Eine Restrelaxierung ist unter allen Umständen zu vermeiden und muss ggf. antagonisiert bzw. reversiert werden.**

Auf Grund der cholinergen Effekte von Azetylcholinesterasehemmern (Pyridostigmin, Neostigmin) auf das respiratorische System, die zu einer bronchialen Obstruktion sowie zu einer Hypersalivation und somit zu einer weiteren Aggravierung der respiratorischen Situation führen können, ist der Einsatz dieser Substanzen relativ kontraindiziert. Bei Eingriffen mit Darm Anastomosen wie Magenbypass wird darüber hinaus die unmittelbar postoperative Gabe von Azetylcholinesterasehemmern wegen einer möglichen Gefährdung des chirurgischen Ergebnisses durch eine erhöhte Darmmotilität von einzelnen Autoren als kritisch gesehen. Steht die Möglichkeit der Reversierung nicht zur Verfügung, muss der Patient nachbeatmet

und im Verlauf extubiert werden. Im Falle einer anhaltenden respiratorischen Insuffizienz ist die frühe Indikation zur CPAP-Beatmung zu stellen.

### Postoperative Phase

**Krankhaft übergewichtige Patienten haben wegen der häufig bestehenden Schlafapnoe und der erhöhten Sensitivität für die sedierenden Effekte von Opioiden einen erhöhten Überwachungsbedarf.**

Die Indikation zur 24-stündigen Monitorüberwachung ist großzügig zu stellen und wird von einigen Autoren für alle Patienten gefordert, die postoperativ Opioide erhielten [75]. Gallagher et al. fanden bei Patienten nach bariatrischen Eingriffen mehrere Episoden mit einer  $\text{psaO}_2 < 90\%$ , sie summierten sich im Median auf  $21 \pm 15$  min [31]. Zur Prävention von Hypoxämie und Hyperkapnie ist der postoperative Einsatz einer nichtinvasiven CPAP-Beatmung auch ohne vorher bestehendes OSAS sinnvoll. Nach einer Studie von Neligan et al. [53] verbessert die Anwendung unmittelbar nach Extubation - im Vergleich zur CPAP-Beatmung erst im Aufwachraum - die Lungenfunktion sowohl eine Stunde als auch 24 Stunden nach Operationsende. Bedenken hinsichtlich chirurgischer Komplikationen nach bariatrischen Eingriffen wie Pouchruptur in Zusammenhang mit CPAP- oder BiPAP-Beatmung (bi-level positive airway pressure) erscheinen unbegründet. Jensen et al. [43] fanden bei über 1.000 Patienten nach bariatrischen Eingriffen, die unmittelbar postoperativ mit CPAP oder BiPAP beatmet wurden, keine Anastomoseninsuffizienz.

**Vor der Verlegung aus dem Aufwachraum sollen bariatrisch operierte Patienten die präoperativ gemessene  $\text{psaO}_2$  unter Raumluftbedingungen wieder erreicht haben.**

Bariatrische Eingriffe weisen ein hohes Risiko für postoperative Übelkeit und Erbrechen (PONV) auf. Mendes et al. [51] erreichten eine Reduktion der PONV-Rate von 79% (Kontrollgruppe ohne Medikation) auf 18% bei Patienten mit einer Kombination von Ondansetron und Dexamethason, wobei die Kombination der beiden Substanzen in der Vermeidung von PONV effektiver war als die Einzelsubstanzen (Ondansetron 50%, Dexamethason 62%) für sich allein.

Zur Thromboseprophylaxe können neben früher Mobilisierung und medikamentöser Therapie mit niedermolekularem Heparin auch intraoperative mechanische Maßnahmen wie intermittierend druckaufbauende Beinmanschetten eingesetzt werden. Daten zur optimalen Dosierung der medikamentösen Thromboseprophylaxe sind nur unzureichend vorhanden. Für Enoxaparin 60 mg und Nadroparin 0,6 ml (5.700 Einheiten) wurden speziell bei krankhaft übergewichtigen Patienten mit Magenbypass-Operationen gute Ergebnisse hinsichtlich Sicherheit und Effektivität erzielt [44,67].

Je nach Autor sind bei 10-25% der operierten Patienten Revisionseingriffe erforderlich. Diese können durch eingriffsspezifische allgemeinchirurgische und nichtchirurgische Komplikationen (nutritiv/metabolisch) sowie einen inadäquat hohen oder niedrigen Gewichtsverlust bedingt sein [7]. Bei Folgenarkosen ist zu beachten, dass Patienten nach bariatrischen Eingriffen wegen veränderter Magenanatomie (partielle Gastrektomie) eine erhöhte Aspirationsgefahr aufweisen. Die Narkoseeinleitung soll daher stets als Blitzeinleitung erfolgen. Zusätzlich sollten Magenbänder präoperativ entlastet und Magenballons entfernt werden.

Bei längeren postoperativen Intensivstationaufenthalten mit der Notwendigkeit parenteraler Ernährung ist zu beachten, dass sich der Kalorienbedarf nach dem adjustierten Körpergewicht errechnet (Abb. 4).

### Fazit für die Praxis

Die anästhesiologischen Herausforderungen der Anästhesie bei bariatrischen Eingriffen können mit dem Merkwort „CAVE“ (Comorbidität, Atemweg/Atmung, vaskulärer Zugang, effektive Schmerz-/PONV-Therapie) zusammengefasst werden (Abb. 5).

#### Abbildung 5

**C** omorbiditäten

**A** temung

**V** askulärer Zugang

**E** ffektive (Schmerz-/PONV-) Therapie

Das Merkwort „CAVE“ fasst die häufigsten Probleme bei der Narkose von krankhaft übergewichtigen Patienten zusammen.

**Bariatrische Patienten weisen sehr häufig relevante Begleiterkrankungen auf. Neben einer gründlichen Anamnese und ggf. einem 12-Kanal-EKG sind umfangreiche kardiale Untersuchungen regelmäßig nicht notwendig. Die Narkoseeinleitung als Blitzeinleitung bei allen krankhaft übergewichtigen Patienten bleibt Gegenstand der Diskussion. Die konventionelle Intubation ist bei entsprechender Lagerung mit wenigen Ausnahmen gut möglich. Apparative Hilfsmittel wie videogestützte Laryngoskopie oder sonographiegestützte Gefäßpunktionen können die entsprechenden Arbeitsvorgänge erleichtern. Mit modernen Anästhetika kann die Narkose bei krankhaft übergewichtigen Patienten sicher und komplikationsarm durchgeführt werden. Die postoperative Schmerztherapie kann bei laparoskopisch operierten Patienten auch mit einer konventionellen Schmerztherapie nach WHO-Stufenschema effektiv durchgeführt werden. Der hohen PONV-Rate soll mit einer routinemäßigen PONV-Prophylaxe Rechnung getragen werden.**

## Literatur

1. Abramo A, Di Salvo C, Foltran F, Forfori F, Anselmino M, Giunta F. Xenon anesthesia improves respiratory gas exchanges in morbidly obese patients. *J Obes* 2010; Article ID 421593.
2. Adams JP, Murphy PG. Obesity in anesthesia and intensive care. *Br J Anaesth* 2000;85:91-108.
3. Adams KF, Schatzkin A, Harris TB, Kipnis V, Mouw T, Ballard-Barbash R, et al. Overweight, obesity and mortality in a large prospective cohort of persons 50 to 71 years old. *N Engl J Med* 2006;355:763-778.
4. Akinussi ME, Pineda LA, El Sloh AA. Effect of obesity on intensive care morbidity and mortality: A meta-analysis. *Crit Care Med* 2008;36:151-158.
5. Baraka AS, Taha SK, Aouad MT, El-Khatib MF, Kawkabani NI. Preoxygenation. Comparison of maximal breathing and tidal volume breathing techniques. *Anesthesiology* 1999;91:612-616.
6. Bein B, Höcker J, Fudickar A, Scholz J. Anästhesie bei Adipositas - Begleiterkrankungen und perioperatives Management bei Erwachsenen. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2009;44:600-608.
7. Benedix F, Scheidbach H, Arend J, Lippert H, Wolff S. Revisionseingriffe nach bariatrischen Operationen - Überblick über Komplikationsspektrum und derzeitige therapeutische Optionen. *Zentralbl Chir* 2009;134:214-224.
8. Bergland A, Gislason H, Raeder J. Fasttrack surgery for bariatric laparoscopic gastric bypass with focus on anaesthesia and peri-operative care. Experience with 500 cases. *Acta Anaesthesiol Scand* 2008;52:1394-1399.
9. Bergmann KE, Mensink GB. Anthropometric data and obesity. *Gesundheitswesen* 1999;61:S115-120.
10. Bogers RP, Bemelmans WJ, Hoogenveen RT, Boshuizen HC. Association of overweight with increased risk of coronary heart disease partly independent of blood pressure and cholesterol levels: A meta-analysis of 21 cohort studies including more than 300 000 persons. *Arch Intern Med* 2007;167:1720-1728.
11. Brodsky JB, Lemmens HJ, Brock-Utne JG, Vierra M, Saidman LJ. Morbid obesity and tracheal intubation. *Anesth Analg* 2002;94:732-736.
12. Brusaco C, Corradi F, Zattoni PL, Launo C, Leykin Y, Palermo S. Ultrasound-guided central venous cannulation in bariatric patients. *Obes Surg* 2009;19:1365-1370.

13. Buchwald H, Avidor Y, Braunwald E. Bariatric surgery: a systematic review and meta-analysis. *JAMA* 2004;292:1724-1737.
14. Cadi P, Guenoun T, Journois D, Chevallier JM, Diehl JL, Safran D. Pressure-controlled ventilation improves oxygenation during laparoscopic obesity surgery compared with volume-controlled ventilation. *Br J Anaesth* 2008;100:709-716.
15. Calle EE, Rodriguez C, Walker-Thurmond K, Thun MJ. Overweight, obesity, and mortality from cancer in a prospectively studied cohort of U.S. adults. *N Engl J Med* 2003;348:1625-1638.
16. Calvert N, Hind D, Mc Williams R, Davidson A, Beverley CA, Thomas SM. Ultrasound for central venous cannulation: economic evaluation of cost effectiveness. *Anaesthesia* 2004;59:1116-1120.
17. Casati A, Putzu M. Anesthesia in the obese patient: Pharmacokinetic considerations. *J Clin Anesth* 2005;17:134-145.
18. Charghi R, Backman S, Christou N, Rouah F, Schricker T. Patient controlled i.v. analgesia is an acceptable pain management strategy in morbidly obese patients undergoing gastric bypass surgery. A retrospective comparison with epidural analgesia. *Can J Anaesth* 2003;50:672-678.
19. Chui PT, Gin T, Oh TE. Anaesthesia for laparoscopic general surgery. *Anaesth Intensive Care* 1993;21:163-171.
20. Chung F, Yegneswaran B, Liao P, Chung SA, Vairavanathan S, Islam S, Khajehdehi A, Shapiro CM. Validation of the Berlin questionnaire and American Society of Anesthesiologists checklist as screening tools for obstructive sleep apnea in surgical patients. *Anesthesiology* 2008;108:822-830.
21. Clegg AJ, Colquitt J, Sidhu MK Royle P, Loveman E, Walker A. The clinical effectiveness and cost-effectiveness of surgery for people with morbid obesity: A systematic review and economic evaluation. *Health Technol Assess* 2002;6:1-153.
22. Colombo-Benkmann M, Flade-Kuthe R, Hüttl Th, Mann O, Runkel N, Shang E, et al. S3-Leitlinie: Chirurgie der Adipositas. Chirurgische Arbeitsgemeinschaft für Adipositastherapie <http://www.adipositas-gesellschaft.de/fileadmin/PDF/Leitlinien/ADIP-6-2010.pdf> (gesehen am 26.07.2011)
23. Colquitt JL, Picot J, Loveman E, Clegg AJ. Surgery for obesity. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2009 Apr 15;(2)Art No CD 003641.
24. Coussa M, Proietti S, Schnyder P, Frascarolo P, Suter M, et al. Prevention of atelectasis formation during the induction of general anesthesia in morbidly obese patients. *Anesth Analg* 2004;98:1491-1495.
25. De Beaerdemakers LE, Jacobs S, Den Blauwen NM, et al. Postoperative results after desflurane or sevoflurane combined with remifentanil in morbidly obese patients. *Obes Surg* 2006;728-733.
26. De Baerdemaekers LE, Jacobs S, Pattyn P, Mortier EP, Struys MM. Influence of intraoperative opioid on postoperative pain and pulmonary function after laparoscopic gastric banding: Remifentanil TCI vs. sufentanil TCI in morbid obesity. *Br J Anaesth* 2007;99:404-411.
27. Dorner TE, Rieder A. Obesity paradox or reverse epidemiology: Is high body weight a protective factor for various chronic conditions. *Dtsch Med Wochenschr* 2010;135:413-418.
28. Duggan M, Kavanagh BP. Pulmonary atelectasis. A pathogenic perioperative entity. *Anesthesiology* 2005;102:838-854.
29. Evans TW. International consensus conference in intensive care bedicine. *Int Care Med* 2001;27:166-178.
30. Fontaine KR, Redden DT, Wang C, Westfall AO, Allison DB. Years of life lost due to obesity. *JAMA* 2003;289:187-193.
31. Gallagher SF, Haines KL, Osterlund LG, Mullen M, Downs JB. Postoperative hypoxemia: Common, undetected, and unsuspected after bariatric surgery. *J Surg Res* 2010;159:622-626.
32. Gonzalez H, Minville V, Delanoue K, Mazerolles M, Concin D, Fourcade O. The importance of increased neck circumference to intubation difficulties in obese patients. *Anesth Analg* 2008;106:1132-1136.
33. Haslam DW. Obesity and diabetes: The links and common approaches. *Prim Care Diabetes* 2010;4:105-112.
34. Haslam DW, James WP. Obesity. *Lancet* 2005 Oct 1;366:1197-1209.
35. Heinrich S, Horbach T, Salleck D, Birkholz, T, Irouscheck A, Schmidt J. Perioperatives Management bei 167 Patienten mit bariatrischen Eingriffen. *Zentralbl Chir* 2011;136:1-8. epub ahead of print
36. Hind D, Calvert N, Mc Williams R, Davidson A, Paisley S, Beverley C. Ultrasonic locating devices for central venous cannulation: meta-analysis. *BMJ* 2003;327:361.

37. Ibraheim O, Alshaer A, Mazen K, El-Dawlaty A, Turkistani A, Alkathery K. Effect of bispectral index (BIS) monitoring on postoperative recovery and sevoflurane consumption among morbidly obese patients undergoing laparoscopic gastric banding. *Middle East J Anesthesiol* 2008;19:819-830.
38. Igarashi T, Nagata O, Iwakiri H, Negishi C, Ozaki M. Reliability of propofol target-controlled infusion in obese patients. *Masui (Japanse J Anesth)* 2009;58:1226-1231.
39. Ingrande J, Brodsky JB, Lemmens HJ. Regional anesthesia and obesity. *Curr Opin Anaesthesiol* 2009;22:683-686.
40. Ingrande J, Lemmens HJM. Dose adjustment of anaesthetics in the morbidly obese. *Br J Anaesth* 2010;105 (Suppl 1):i16-i23.
41. Jacobsen J, Jensen E, Waldau T, Poulsen TD. Preoperative evaluation of intubation conditions in patients scheduled for elective surgery. *Acta Anaesthesiol Scand* 1996;40:421-424.
42. Jean J, Compère V, Fourdrinier V, Marguerite C, Auquit-Auckbur I, Milliez PY, et al. The risk of pulmonary aspiration in patients after weight loss due to bariatric surgery. *Anesth Analg* 2008;107:1257-1259.
43. Jensen C, Tejirian T, Lewis C, Yadegar J, Dutson E, Mehran A. Postoperative CPAP and BiPAP use can be safely admitted after laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass. *Surg Obes Relat Dis* 2008; 4:512-514.
44. Kalfarentzos F, Stavropoulou F, Yarmanitis S, Kehagias I, Karamesini M, Dimitrakopoulos A, et al. Prophylaxis of venous thromboembolism using two different doses of low-molecular weight Heparin (Nadroparin) in bariatric surgery: A prospective randomized trial. *Obesity Surgery* 2001;11:670-676.
45. Konnopka A, Bodeman M, Konig HH. Health burden and costs of obesity and overweight in Germany. *Eur J Health Econ* 2011;12:345-352.
46. Kuczmarski RJ, Flegal KM, Campbell SM, Johnson CL. Increasing prevalence of overweight among US adults. The National Health and Nutrition Examination Surveys, 1960 to 1991. *JAMA* 1994;272:205-211.
47. La Colla G, La Colla L, Turi S, Poli D, Albertin A, Pascolli N, et al. Effect of morbid obesity on kinetic of desflurane: wash-in wash-out curves and recovery times. *Minerva Anesthesiol* 2007; 73:275-279.
48. Long SD, O'Brien K, MacDonald KG Jr, Leggett-Frazier N, Swanson MS, Pories WJ. Weight loss in severely obese subjects prevents the progression of impaired glucose tolerance to type II diabetes. A longitudinal interventional study. *Diabetes Care* 1994;17:372-375.
49. Magnusson L, Spahn DR. New concepts of atelectasis during general anesthesia. *Br J Anaesth* 2003;91:61-72.
50. Marrel J, Blanc, Frascarolo P, Magnusson L. Videolaryngoscopy improves intubation condition in morbidly obese patients. *Eur J Anaesthesiol* 2007;24:1045-1049.
51. Mendes MN, Monteiro Rde S, Martins FA. Prophylaxis of postoperative nausea and vomiting in morbidly obese patients undergoing laparoscopic gastroplasties: A comparative study among three methods. *Rev Bras Anestesiol* 2009;59:570-576.
52. Mullen JT, Moorman DW, Davenport DL. The obesity paradox. *Ann Surg* 2009; 250:166-172.
53. Neligan PJ, Malhotra G, Fraser M, Williams N, Greenblatt EP, Cereda M, et al. Noninvasive ventilation immediately after extubation improves lung function in morbidly obese patients with obstructive sleep apnea undergoing laparoscopic bariatric surgery. *Anesth Analg* 2010;110:1360-1365.
54. Neligan PJ, Porter S, Max B, Malhotra G, Greenblatt EP, Ochroch EA. Obstructive sleep apnea is not a risk factor for difficult intubation in morbidly obese patients. *Anesth Analg* 2009;109:1182-1186.
55. Nielsen KC, Guller U, Steele SM, Klein SM, Greengrass RA, Pietrobon R. Influence of obesity on surgical regional anesthesia in the ambulatory setting: An analysis of 9,038 blocks. *Anesthesiology* 2005;102:181-187.
56. O'Keeffe TO, Patterson EJ. Evidence supporting routine polysomnography before bariatric surgery. *Obesity Surgery* 2004;14:23-26.
57. Oczenski W, Schwarz S, Fitzgerald RD. Vital capacity manoeuvre in general anaesthesia: Useful or useless? *Eur J Anaesthesiol* 2004;21:253-259.
58. Olson AL, Zwillich C. The obesity hypoventilation syndrome. *Am J Med* 2005;118:948-956.
59. Pawlik MT, Hansen E, Waldhauser D, Selig C, Kuehnel TS. Clonidine premedication in patients with sleep apnea syndrome: A randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Anesth Analg* 2005;101:1374-1380.
60. Picot J, Jones J, Colquitt JL, Gospodarevskaya E, Loveman E, et al. The clinical effectiveness and cost-effectiveness of bariatric (weight loss) surgery for obesity: A systematic review and economic evaluation. *Health Technol Assess* 2009;13:1-190.
61. Poirier P, Alpert MA, Fleisher LA, Thompson PD, Sugerman HJ, Burke LE. Cardiovascular evaluation and management of severely obese patients undergoing surgery. A science advisory from the AHA. *Circulation* 2009;120:86-95.
62. Ramaswamy A, Gonzalez R, Smith CD. Extensive preoperative testing is not necessary in morbidly obese patients undergoing gastric banding. *J Gastroint Surg* 2004;8:159-164.
63. Rigg JR, Jamarozik K, Myles PS, Silbert BS, Peyton PJ, Parsons RW, et al. Epidural anaesthesia and analgesia and outcome of major surgery: A randomised trial. *Lancet* 2002;359:1276-1282.
64. Roofthooft E. Anesthesia for the morbidly parturient. *Curr Opin Anaesthesiol* 2009;22:341-346.
65. Rubino F, Gagner M. Potential of surgery for curing type 2 diabetes mellitus. *Ann Surg* 2002;236:554-559.
66. Shang E, Beck G. Anästhesie bei Adipositas - Besonderheiten bei bariatrischer Chirurgie. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2009;44:612-618.
67. Simone EP, Madan AK, Tichansky DS, Kuhl DA, Lee MD. Comparison of two low molecular weight heparin dosing regimens for patients undergoing laparoscopic bariatric surgery. *Surg Endosc* 2008;22:2392-2395.
68. Sjöström L, Narbro K, Sjöström CD, Karason K, Larsson B, Wedel H, et al. Effects of bariatric surgery on mortality in Swedish obese subjects. *N Engl J Med* 2007;357:741-752.
69. Statistisches Bundesamt: Pressemitteilung Nr. 194 vom 2.6.2010 [http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pm/2010/06/PD10\\_194\\_239,templateId=renderPrint.psml](http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pm/2010/06/PD10_194_239,templateId=renderPrint.psml) (gesehen 25.10.2010)
70. Statistisches Bundesamt: Nachhaltige Entwicklung in Deutschland <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/Fachveroeffentlichungen/UmweltökonomischeGesamtrechnungen/Indikatorenbericht2008.property=file.pdf> (gesehen 26.07.2011)
71. Stelfox HT, Ahmed SB, Ribeiro RA, Gettings EM, Pomerantsev E, Schmidt U. Hemodynamic monitoring in obese

- patients: the impact of body mass index on cardiac output and stroke volume. *Crit Care Med* 2006;34:1243-1246.
72. Stevens LA, Viswanathan G, Weiner DE. Chronic kidney disease and end-stage renal disease in the elderly population: Current prevalence, future projections, and clinical significance. *Adv Chronic Kidney Dis* 2010;17:293-301.
73. Stroh C, Birk D, Flade-Kuthe R, Frenken M, Herbig B, Höhne S et al. Studie zur Qualitätskontrolle der operativen Therapie der Adipositas. Ergebnisse der Jahre 2005 und 2006. *Zentralbl Chir* 2008;133:473-478.
74. Strum EM, Szenohradszki J, Kaufman WA, Anthone GJ, Manz IL, Lump PD. Emergence and recovery characteristics of desflurane versus sevoflurane in morbidly obese adult surgical patients: A prospective, randomized study. *Anesth Analg* 2004;99:1848-1853.
75. Taylor S, Kirton OC, Staff I, Kozol RA. Postoperative day one: A high risk period for respiratory events. *Am J Surg* 2005;190:752-756.
76. Wang TJ, Parise H, Levy D, D'Agostino RB, Wolf PA, Vasan RS, et al. Obesity and the risk of new-onset atrial fibrillation. *JAMA* 2004;292:2471-2477.
77. Weiner RA. Indikationen und Prinzipien der metabolischen Chirurgie. *Chirurg* 2010;81:379-395.
78. Wirth A. Adipositas Ätiologie, Folgekrankheiten Diagnostik Therapie. 3. Aufl. Berlin: Springer 2007.
79. World Health Organ (no authors listed) Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. *World Health Organ Tech Rep Ser*. 2000;894:i-xii,1-253.
80. Yaggi HK, Concato J, Kernan WN, Lichtman JH, Brass LM, Mohsenin V. Obstructive sleep apnea as a risk factor for stroke and death. *N Engl J Med* 2005;353:2034-2041.
81. Yusuf S, Hawken S, Ounpuu S, Bautista L, Franzosi MG, Commerford P, et al. Obesity and the risk of myocardial infarction in 27,000 participants from 52 countries: A case-control study. *Lancet* 2005;366:1640-1649.

### Korrespondenz- adresse

**Dr. med.  
Sebastian Heinrich**



Anästhesiologische Klinik  
Universitätsklinikum Erlangen  
Krankenhausstraße 12  
91054 Erlangen, Deutschland  
Tel.: 09131 8533680  
Fax: 09131 8536147  
E-Mail: sebastian.heinrich@kfa.imed.uni-erlangen.de

### TEILNAHMEBEDINGUNGEN an der zertifizierten Fortbildung

Zur kostenfreien Teilnahme müssen Sie den o.a. Kurs mit der folgenden **PIN-Nummer** buchen: **040912**

Je Fortbildungsbeitrag ist ein Satz von Multiple-choice-Fragen zu beantworten. Entsprechend den Bewertungskriterien der Bayerischen Landesärztekammer erhalten Sie zwei Fortbildungspunkte, wenn Sie mindestens 70% der Fragen zutreffend beantwortet haben. Bei 100% richtiger Antworten erhalten Sie drei Fortbildungspunkte.

Die richtigen Antworten werden unmittelbar nach Einsendeschluss in dieser Zeitschrift bekanntgegeben.

Die Fortbildungspunkte werden auch von den anderen Ärztekammern, gemäß den jeweiligen Bestimmungen, anerkannt.

**Einsendeschluss: 01.02.2013**

**Weitere Informationen:** E-Mail: [atanasovska@dgai-ev.de](mailto:atanasovska@dgai-ev.de), Tel.: 0911 933780.

[www.my-bda.com](http://www.my-bda.com)



Alle wissenschaftlichen Beiträge seit März 1999  
finden Sie online unter

[www.ai-online.info](http://www.ai-online.info)

Zugangsdaten können Sie unter Angabe Ihrer Mitglieds- oder Abonummer anfordern  
unter der E-Mail-Adresse: [ai@aktiv-druck.de](mailto:ai@aktiv-druck.de)

**MULTIPLE-CHOICE-FRAGEN****CME 2/2012****1. Die Adipositas ist ein zunehmendes gesundheitliches und ökonomisches Problem. Welche der folgenden Aussagen zur Pathogenese der Adipositas trifft zu?**

- a. Ein Großteil der Adipositaserkrankungen lassen sich auf hormonelle Störungen zurückführen
- b. Die häufigste Ursache der Adipositas ist eine positive Kalorienbilanz, die durch fett- und kohlenhydratreiche Ernährung sowie einen bewegungsarmen Lebensstil begünstigt wird
- c. Die Pathogenese der Adipositas ist bisher ungeklärt
- d. Der Adipositas liegt eine Punktmutation eines einzelnen Gens zu Grunde
- e. Ausgewogene Ernährung und regelmäßige sportliche Aktivität sind Risikofaktoren für das Entstehen der Adipositas

**2. Eine Adipositas geht häufig mit Begleiterkrankungen einher. Welche der folgenden Aussagen zu den Begleiterkrankungen der Adipositas trifft nicht zu?**

- a. Die arterielle Hypertonie ist eine typische Begleiterkrankung der Adipositas
- b. Der Diabetes Mellitus Typ II ist eine typische Begleiterkrankung der Adipositas
- c. Es gibt keinen Zusammenhang zwischen der Adipositas und der obstruktiven Schlafapnoe
- d. Adipositas wird für 15-20% der karzinombedingten Todesfälle in den USA verantwortlich gemacht
- e. Erkrankungen des Bewegungsapparates sind typische Begleiterkrankungen der Adipositas

**3. Eine sorgfältige präoperative anästhesiologische Visite ist unverzichtbarer Bestandteil der Versorgung adipöser Patienten. Welche der folgenden Aussagen zur präoperativen anästhesiologischen Vorbereitung bariatrischer Eingriffe trifft zu?**

- a. Extrem übergewichtige Patienten machen stets differenzierte und zielführende Angaben zu ihrer körperlichen Belastungsfähigkeit im Alltag
- b. Von allen Patienten ist zwingend eine präoperative Gewichtsreduktion um mindestens 30% zu fordern
- c. Röntgenaufnahme der Thoraxorgane, Spirometrie und Echokardiographie gehören zur Standardvorbereitung von Patienten vor bariatrischen Operationen
- d. Zur körperlichen Untersuchung gehört insbesondere die Evaluation von Risikofaktoren für schwierige Intubationsverhältnisse
- e. Aufgabe des Anästhesisten ist auch die detaillierte Beurteilung des Essverhaltens der Patienten im Alltag

**4. Bariatrische Eingriffe sind an einige Voraussetzungen geknüpft. Welche der folgenden Aussagen zu den Anforderungen bariatrischer Eingriffe trifft zu?**

- a. Es sollen geeignete Hebeeinrichtungen, Umlagerungshilfen und elektrisch verstellbare Betten verfügbar sein
- b. Bariatrische Eingriffe stellen keine besonderen Anforderungen an die durchführenden Institutionen
- c. Die durchschnittliche Belastungsgrenze für OP-Tische von 150 kg ist für bariatrische Operationen völlig ausreichend
- d. Für rückenmarknahe Verfahren bei extrem übergewichtigen Patienten sind Standardkanülen regelmäßig ausreichend

- e. Auch mit Blutdruckmanschetten der Standardgröße können bei extrem übergewichtigen Patienten valide Werte gemessen werden

**5. Die Narkoseeinleitung von bariatrischen Patienten kann eine Herausforderung darstellen. Welche der folgenden Aussagen zur Narkoseeinleitung bei bariatrischen Eingriffen trifft zu?**

- a. Extrem adipöse Patienten haben wegen ihres großen Körpervolumens eine größere funktionelle Residualkapazität (FRC)
- b. Bei adipösen Patienten ist strikt auf eine flache Lagerung zu achten
- c. Beste Intubationsbedingungen werden mit einem hinter dem OP-Tisch herabhängenden Kopf erreicht
- d. Videolaryngoskopische Verfahren sind bei adipösen Patienten ohne Nutzen
- e. Zur Präoxygenierung empfehlen sich die halbsitzende Position und CPAP-Atmung

**6. Auch die Narkosebeatmung weist bei bariatrischen Patienten einige Besonderheiten auf. Welche der folgenden Aussagen zur Narkosebeatmung bei bariatrischen Eingriffen trifft nicht zu?**

- a. Zur Prophylaxe von Atelektasen ist die Beatmung mit einem positiven endexspiratorischen Atemwegdruck (PEEP) sinnvoll
- b. Die Resorption des zur Laparoskopie nötigen CO<sub>2</sub>-Gases kann zu einem Anstieg des arteriellen CO<sub>2</sub>-Partialdrucks führen und muss abiventiliert werden
- c. Die eingestellten Tidalvolumina (ca. 8 ml/kg Körpergewicht) orientieren sich am idealen Körpergewicht
- d. Zur Prophylaxe von Atelektasen sind intermittierende Recruitment-Manöver sinnvoll

- e. Die Anlage eines Kapno-peritoneums zur Laparoskopie hat für die Narkosebeatmung keine Relevanz
- 7. Der Stellenwert der rückenmarknahen Leistungsverfahren in der bariatrischen Chirurgie ist Gegenstand der Diskussion. Welche der folgenden Aussagen zum Einsatz eines Periduralkatheters (PDK) bei bariatrischen Eingriffen trifft zu?**
- a. Bei extrem adipösen Patienten ist mit wenig konturgebenden Strukturen und schwierigen anatomischen Verhältnissen zu rechnen
- b. Da eine postoperative Analgesie nach bariatrischen Eingriffen regelmäßig nicht notwendig ist, soll ein einmal gelegter PDK noch intraoperativ entfernt werden
- c. Wegen des erhöhten intraabdomellen Drucks ist bei extrem adipösen Patienten bereits nach 0,5-1,5 cm mit Erreichen des Periduralraumes zu rechnen
- d. Im Gegensatz zu normalgewichtigen Patienten ist bei extrem übergewichtigen Patienten die Anlage eines PDK absolut kontraindiziert
- e. Nur die lumbale Anlage eines PDK kann postoperativ eine ausreichend effektive Analgesie sicherstellen
- 8. Auch für die Narkosedurchführung bei bariatrischen Eingriffen sind einige Besonderheiten zu beachten. Welche der folgenden Aussagen zur Narkosedurchführung bei bariatrischen Eingriffen trifft nicht zu?**
- a. Moderne Volatila (Desfluran, Sevofluran) sind wegen ihrer guten Steuerbarkeit auch für bariatrische Eingriffe gut geeignet
- b. Remifentanil ist wegen der im Vergleich zu Normalgewichtigen nahezu unveränderten Pharmakokinetik eine geeignete Substanz zur intraoperativen Analgesie
- c. Balancierte Anästhesien sind bei adipösen Patienten kontraindiziert
- d. Als Teil der postoperativen Analgesie ist die intraoperative Infiltration der Trokar-Einstichstellen mit Lokalanästhetika sinnvoll
- e. Wegen seiner lipophilen Eigenschaften wird Propofol bei adipösen Patienten nach dem tatsächlichen Körpergewicht (TKG) dosiert
- 9. Die Atemwegssicherung bei adipösen Patienten kann eine besondere Herausforderung sein. Welche der folgenden Aussagen zur Atemwegssicherung bei adipösen Patienten trifft nicht zu?**
- a. Die „ramped position“ (Ohrläppchen in einer Höhe mit dem Sternum) kann die Intubation erleichtern
- b. Die notfallmäßige Schaffung eines chirurgischen Atemwegs bei extrem übergewichtigen Patienten ist grundsätzlich nicht problematischer als bei normalgewichtigen Patienten
- c. Wegen des pharyngealen Fetts kann die Maskenbeatmung bei adipösen Patienten erschwert sein
- d. Für den Fall, dass Patienten weder beatmet noch intubiert werden können, sollten mehrere alternative supraglottische Atemwegshilfen verfügbar sein
- e. Videolaryngoskopische Verfahren können geeignete Hilfsmittel zur endotrachealen Intubation darstellen
- 10. In der postoperativen Phase sind bestimmte Gegebenheiten zu beachten. Welche der folgenden Aussagen zur postoperativen Betreuung von Patienten nach bariatrischen Operationen trifft zu?**
- a. Eine Restrelaxierung wird von adipösen Patienten meist problemlos toleriert
- b. Wegen der Gefahr chirurgischer Komplikationen verbietet sich der postoperative Einsatz von CPAP- und BiPAP-Beatmung
- c. Wegen des meist minimal-invasiven Vorgehens erübrigt sich regelmäßig eine postoperative Schmerztherapie
- d. Patienten nach bariatrischen Eingriffen haben häufig unbemerkte Abfälle der  $\text{psaO}_2$  und leiden häufig an obstruktiver Schlafapnoe, daher soll die Indikation zur CPAP-Beatmung großzügig gestellt werden
- e. Frühe Mobilisierung beispielsweise zur Thromboseprophylaxe gefährdet regelmäßig das chirurgische Ergebnis und ist daher zu vermeiden.

**Antworten CME****Heft 2/2011**

FRAGE				
1 c	2 d	3 e	4 a	5 b
6 b	7 c	8 d	9 b	10 e