

4 Atemwegsmanagement – intraoperative Beatmung

Martin Zoremba

4.1 Grundlagen

Bereits die präoperative Immobilisierung (Horizontallagerung) des Patienten geht durch eine Kompression basaler Lungenareale mit einem Verlust von etwa 15–20% an funktioneller Residualkapazität (FRC) einher, was sich in Verbindung mit den sedierenden pharmakologischen Effekten einer Prämedikation zusätzlich negativ auswirkt und das Auftreten von Atelektasen begünstigt. Dies zeigt sich schon vor Narkosebeginn durch signifikant reduzierte pulsoxymetrische Sauerstoffsättigungswerte und während der Narkoseeinleitung durch einen rascheren Abfall der arteriellen Oxygenierung. Eine Oberkörperhochlagerung zur Präoxygenierung sowie eine Masken-CPAP vor/während Narkoseinduktion bis zur Intubation können diese Störungen nachweislich mindern.

Der Großteil der Atelektasen entsteht kurz nach Narkoseinduktion aufgrund einer temporären Hypoventilation und Resorption alveolären Sauerstoffs bei Anwendung einer hohen FiO_2 zur Präoxygenierung. Hinzu kommt eine bei Adipositas erschwerte Maskenbeatmung während der Narkoseeinleitung, die eine Hypoventilation zusätzlich begünstigt.

4.2 Optimale inspiratorische fraktionelle Sauerstoffkonzentration (FiO_2)

Hinsichtlich der optimalen perioperativen FiO_2 existieren kontroverse Ansichten. Eine hohe perioperative FiO_2 kann dazu beitragen, die *Wundinfektionsrate* signifikant zu reduzieren. Demgegenüber ist eine hohe FiO_2 im Rahmen einer Allgemeinanästhesie hauptverantwortlich für das Auftreten von Resorptionsatelektasen.

Ein perioperatives Vermeiden einer hohen FiO_2 kann Resorptionsatelektasen nachweislich verhindern, was im Gegenzug jedoch zulasten der Hypoxietoleranz bei der Narkoseein- bzw. -ausleitung geht. Durch den Verzicht auf eine $\text{FiO}_2 > 0,8$ zur Narkoseinduktion zeigte sich mittels CT-Diagnostik ein deutlich reduziertes Auftreten von Resorptionsatelektasen, allerdings mit erhöhter Hypoxämiegefahr. Insgesamt ist eine hohe FiO_2 auf ein Minimum zu begrenzen. Bereits unterhalb einer FiO_2 von 0,8 konnte ein Großteil der Atelektasen vermieden werden. Bei normalgewichtigen Patienten ließ sich nachweisen, dass eine Präoxygenierung mit einer FiO_2 von 0,6 in einer geringeren Ausbildung von Atelektasen resultiert als die Anwendung einer FiO_2 von 1,0. Vermutlich sind diese Ergebnisse auf das Vorgehen bei der Präoxygenierung krankhaft übergewichtiger Patienten übertragbar. Vorbehaltlos zu empfehlen ist diese Vorgehensweise der Präoxygenierung dennoch nicht, da wegen der erheblich reduzierten FRC die

Sauerstoff-Speicher-Kapazität der Lunge deutlich verkürzt ist.

Eine FiO_2 von 0,8 scheint diesbezüglich ein guter Kompromiss zu sein und kann einen Großteil der Resorptionsatelektasen verhindern. Dies wirkt sich zudem positiv auf die pulmonale Funktion innerhalb der ersten 24 Stunden post-OP aus. Zu beachten ist jedoch der raschere Sättigungsabfall bei einer niedrigen FiO_2 und der damit verbundenen verminderten Sauerstoffreserve im Rahmen von kritischen Narkosephasen. Da bisher keine Daten hinsichtlich Outcome relevanter Parameter (z.B. Pneumonie etc.) existieren, ist der Effekt einer adaptierten FiO_2 klinisch möglicherweise von nachrangiger Bedeutung und sollte im Einzelfall adaptiert werden.

Bei adipösen Patienten empfiehlt sich eine „optimale“ FiO_2 von 0,8 im Rahmen einer Allgemeinanästhesie.

4.3 Atemwegssicherung

Hinsichtlich der Wahl der Atemwegssicherung gilt die *endotracheale Intubation* bislang als „Gold-Standard“, obwohl keine Studie ein höheres Aspirationsrisiko bei adipösen Elektivpatienten nachweisen konnte.

Mit der ProSeal Larynxmaske steht eine gut erprobte Alternative zur endotrachealen Intubation zur Verfügung.

Obwohl sie keinen vollständigen Aspirationsschutz bietet, kann eine Magenüberblähung, welche eine Aspiration durch iatrogene Luftinsufflation während der maschinellen Beatmung begünstigt, nahezu vollständig vermieden werden. Allerdings stellen die maximal erreichbaren Spitzendrücke aufgrund einer erhöhten Leckage und damit reduzierten „Leak Pressures“ eine wesentliche Limitation beim Einsatz der Larynxmaske dar. Bei stammbetonter Adipositas ist mit einer stärkeren Beeinträchtigung der Atemmechanik und signifikant höheren Beatmungsdrücken gegenüber einem normalgewichtigen Kollektiv zu rechnen. Um einen ausreichenden Leckagedruck sicherzustellen, sollte nach dem Platzieren der Larynxmaske ein Dichtigkeitstest durchgeführt werden. Als ein wesentlicher Vorteil beim Einsatz der Larynxmaske ist der Verzicht auf nicht-depolarisierende Muskelrelaxantien anzusehen (s.u.). Eine neuromuskuläre Blockade führt zu einer

Zwerchfellverlagerung nach kranial, was insbesondere basale Atelektasen bzw. einen deutlichen Verlust an FRC bedingt.

Bei zu erwartend hohem Beatmungsdruck bzw. bei Kontraindikationen für den Einsatz einer Larynxmaske ist die Intubationsnarkose durchzuführen.

Es sollte auf Zeichen einer möglichen erschwerten Intubation geachtet werden und Vorkehrungen für einen schwierigen Atemweg getroffen werden (s.u.)

Operative Manipulation insbesondere bei abdominal/thoraxchirurgischen Interventionen sowie eine Bauchlagerung des Patienten führen unweigerlich zu höheren Beatmungsdrücken. Dies gilt umso mehr, falls es während laparoskopischer Chirurgie erforderlich wird, ein Pneumoperitoneum anzulegen und extreme Lagerungsformen anzuwenden, welche die FRC weiter erniedrigen (z.B. Trendelenburg-Lagerung).

Der Einsatz der Larynxmaske ist bei Adipositas nicht grundsätzlich kontraindiziert. Die individuelle Abwägung bezieht sich auf Art und Dauer der Operation sowie auf anamnestiche und anatomische Besonderheiten.

4.4 PEEP

Die im Rahmen der Allgemeinanästhesie oftmals notwendige kontrollierte Beatmung hat eine zusätzliche Veränderung des Ventilations-Perfusions-Verhältnisses (\dot{V}_A/\dot{Q}) zur Folge und begünstigt die weitere Ausprägung von basalen (dorsalen) Atelektasen. Sofern keine strukturellen Probleme vorliegen (Infiltrate, Pneumothorax, Lungenembolie etc.) ist diese Shunt-Erhöhung reversibel und kann durch verschiedene Therapieoptionen reduziert werden. Intraoperative Vitalkapazitätsmanöver mit nachfolgender PEEP-Applikation vermindern die Atelektasenbildung, wobei hier mit hämodynamischen Beeinträchtigungen zu rechnen ist. Sowohl ein zu hoher als auch ein zu niedriger PEEP kann sich nachteilig auf das Ventilations-Perfusions-Verhältnis auswirken. Während ein PEEP von 5 cmH_2O nur marginale Effekte auf die Ausprägung von Atelektasen hat, stellt ein PEEP von 10–15 cmH_2O einen guten Kompromiss dar. Dieser sollte aber individuell titriert werden, da es bei unkritischer PEEP-Anwendung zu einer Veränderung in der Lungenperfusion mit konsekutiver Erhöhung

der pulmonalen Shunts kommen kann. Häufig ist die Anwendung eines PEEP $> 10 \text{ cmH}_2\text{O}$ während der Anästhesie nicht möglich.

Zur Vermeidung/Reduktion von Atelektasen ist eher ein intermittierendes Blähen als ein durchgehend hoher PEEP zu empfehlen.

4.5 Beatmungsmodus

Im Verlauf der maschinellen Beatmung kann es durch Veränderungen des transpulmonalen Druckes zu einem raschen Wiederauftreten von Atelektasen kommen. Die Frage, welcher Beatmungsmodus Vorteile hinsichtlich der Vermeidung perioperativer Atelektasen besitzt, ist nicht abschließend geklärt. Ein druckkontrollierter Beatmungsmodus wird allgemein favorisiert, da er signifikant niedrigere Beatmungsdrücke ermöglicht und somit die Gefahr eines Barotraumas minimieren kann. Ein BiPaP-Modus ist im Gegensatz zur Intensivmedizin in einem operativen Umfeld bisher nicht hinreichend evaluiert worden. Dabei kann eine erhaltene Spontanatmung nachweislich die Shuntfraktion durch eine Veränderung des transpulmonalen Druckes reduzieren. Während die *assistierte Spontanatmung* im Rahmen der Intensivmedizin einen festen Platz in aktuellen Weaningkonzepten hat, geht die *nicht assistierte intraoperative Spontanatmung* im Rahmen der Adipositas aufgrund der meist geringen Tidalvolumina ($< 6 \text{ ml/kgKG}$) mit einem erhöhten pulmonalen Shunt einher. Demgegenüber besteht bei *maschineller Beatmung* mit Tidalvolumina von 6 ml/kgKG vs. 10 ml/kgKG kein Unterschied hinsichtlich der Ausbildung pulmonaler Atelektasen. Dennoch sollte vor Extubation eine suffiziente Spontanatmung frühzeitig ermöglicht werden, wobei zu beachten ist, dass eine nicht assistierte Spontanatmung mit einer schlechteren Oxygenierung einhergeht und bei einem durch Adipositas bedingten erhöhten abdominellen Druck zu einer weiteren Verschlechterung der Sauerstoffsättigung führt.

Analog zur Weaningstrategie in der Intensivmedizin hat die rechtzeitige *intraoperative unterstützte Spontanatmung* (CPAP/ASB) bzw. das intraoperative assistierte Weaning positive Effekte auf die intraoperative und postoperative pulmonale Funktion. Zusätzlich zeigen sich Vorteile hinsichtlich der Narkoseausleitungszeit. Dieser Aspekt in Verbindung mit dem Einsatz der Larynxmaske hat (durch einen Ver-

zicht von NMBA, neuromuscular blocking agents) einen additiven Effekt.

Zur Erleichterung der Spontanatmung empfiehlt sich die *Narkoseausleitung mit erhöhtem Oberkörper bzw. „umgekehrter“ Trendelenburg-Position* (s. u.) idealerweise mittels CPAP/ASB. Die Extubation sollte nach erfolgter oraler Sekretabsaugung zur Atelektasenprophylaxe generell ohne Sog nur unter „Blähen“ erfolgen.

Nach erfolgter Extubation empfiehlt es sich, den Patienten mittels Gesichtsmaske noch für eine kurze Zeitspanne einer CPAP-Atmung (PEEP $8\text{--}10 \text{ cmH}_2\text{O}$) zu unterziehen, bis sich die Spontanatmung stabilisiert hat.

4.6 Elektiveingriffe – Rapid sequence induction bei Adipositas?

Die Aspiration von gastrointestinalem Mageninhalt ist immer noch eine der am stärksten gefürchteten Komplikationen einer Allgemeinanästhesie. Die Notwendigkeit einer „rapid sequence induction“ (RSI/Crash-Intubation) bei (morbider) Adipositas ist immer noch Gegenstand der Diskussion. Obwohl die Inzidenz an gastro-intestinalem Reflux bei adipösen Patienten erhöht ist, konnte bedingt durch die höhere Frequenz an Mahlzeiten ein sogar reduziertes Nüchtermagenvolumen festgestellt werden. Darüber hinaus wurde ein hohes Magenvolumen mit niedrigem pH-Wert häufiger bei schlanken Patienten gefunden. Die erschwerte Maskenbeatmung (mit erhöhten Beatmungsdrücken, $> 20 \text{ cmH}_2\text{O}$) in Verbindung mit einem rascheren Abfall der Sauerstoffsättigung ist allein kein Argument für eine RSI. Ebenfalls ist nur auf Basis eines erhöhten BMI nicht mit einer erschwerten Intubation zu rechnen. Insgesamt ist bei Adipositas in 13–24% der Fälle mit einer erschwerten Intubation zu rechnen. Gängige Risikoscores zur Vorhersage einer erschwerten Intubation sind aufgrund der Komplexität sowie der ungenauen Evaluation der Einzelparameter nur bedingt aussagekräftig. Lediglich ein vermehrter Halsumfang korreliert mit einer erschwerten Intubation. Generell sollte daher die Indikation zur Intubation kritisch geprüft werden.

Als *alternative Atemwegssicherung* im Rahmen von Elektiveingriffen wird die *ProSeal Larynxmaske* zunehmend auch bei einem adipösen Patientenkollektiv eingesetzt, ohne dass eine erhöhte Rate an Aspirationen nachgewiesen werden konnte (s. o.).

Bei Verdacht auf eine schwierige Intubation sollten technische Hilfsmittel (Glidescope, C-Mac – Videolaryngoskop, ILMA – Intubationslarynxmaske) vorhanden sein, bzw. das fiberoptische Vorgehen großzügig angewandt werden.

Einleitung in „umgekehrter“ Trendelenburg-Position und damit Erhöhung der FRC führt zu einer Verlängerung der Oxygenierungsreserve, erlaubt eine Maskenbeatmung mit niedrigeren Beatmungsdrücken und verbessert die Intubationsbedingungen (Cormack/Lehane-Score).

Die Präoxygenierung kann mit Masken-CPAP über das Kreissystem erfolgen. Die Maskenventilation muss eventuell in der Zwei-Helfer-Methode durchgeführt werden.

Die generelle Indikation zur Crash-Intubation bei Adipositas ist abzulehnen.

Nach erfolgter Intubation und Beatmung verbessert eine Oberkörperhochlagerung den PaO_2 nicht wesentlich.

Literatur

- American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway (2003) Practice guidelines for management of the difficult airway: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology* 98, 1269–1277
- Edmark L, Kostova-Aherdan K, Enlund M, Hedenstierna G (2003) Optimal oxygen concentration during induction of general anesthesia. *Anesthesiology* 98, 28–33
- Magnusson L, Spahn DR (2003) New concepts of atelectasis during general anaesthesia. *Br J Anaesth* 91, 61–72
- Verghese C, Brimacombe JR (1996) Survey of laryngeal mask airway usage in 11,910 Patients: safety and efficacy for conventional and nonconventional usage. *Anaesth Analg* 82, 129–133
- Zorembs M, Aust H, Eberhart L, Braunecker S, Wulf H (2009) Comparison between intubation and the laryngeal mask airway in moderately obese adults. *Acta Anaesth Scand* 53, 436–442



PD Dr. med. Martin Zorembs, D.E.A.A.

Nach Beendigung des Medizinstudiums an der Philipps Universität Marburg absolvierte er sein AIP an der Universität Gießen und ist seit 2000 in der Abteilung für Anästhesie und Intensivtherapie an der Universität Marburg tätig. Sein Forschungsschwerpunkt ist das perioperative Management von adipösen Patienten. Ein wichtiger Aspekt ist die Evaluation von „Fast-tracking-Prozeduren“ für Risikopatienten mit besonderem Fokus auf die perioperative respiratorische Funktion sowie postoperative schlafbezogene Atemstörungen.