

# Intensivtherapie bei Adipositas: Too Big to Fail?

Klaus Lewandowski



Pathophysiologische Besonderheiten und typische Begleiterkrankungen adipöser Patienten stellen Ärzte und Pflegepersonal auf Intensivtherapiestationen vor große Herausforderungen – und die Prävalenz dieser Patienten steigt. Dieser Beitrag vermittelt pathophysiologische Hintergründe sowie notwendiges Wissen über endotracheale Intubation, Anpassung der maschinellen Ventilation und die Lagerungsbehandlung bei kritisch kranken Adipösen.

*„Dein Körper ist das Gepäck, das du durchs Leben tragen musst. Je höher das Körpergewicht, desto kürzer die Reise.“  
(Unbekannt)*

## Einleitung

„Too Big to Fail“ (deutsch: Too Big to Fail – Die große Krise) ist der Originaltitel eines US-amerikanischen Filmdramas aus dem Jahr 2011 unter der Regie von Curtis Hanson. Er ist zu übersetzen mit „Zu groß zum Scheitern“. Dies steht für die Systemrelevanz von Unternehmen am Finanzmarkt, bei denen eine Insolvenz aufgrund ihrer wirtschaftlichen Rolle nicht zu verantworten ist.

Ähnlich ist die Situation bei der Intensivtherapie von Adipösen. Weltweit ist deren Zahl auf Intensivtherapiestationen (ITS) angestiegen, und die Herausforderungen, die sich durch die pathophysiologischen Besonderheiten, die Begleiterkrankungen und die resultierenden Kosten ergeben, sind hoch. Die Intensivtherapie bei diesem speziellen Patientenkollektiv darf nicht scheitern.

## Epidemiologie

Wie die Weltgesundheitsorganisation mitteilt, hat sich seit 1975 der Anteil fettleibiger Menschen auf der Erde verdreifacht. Im Jahr 2016 waren mehr als 1,9 Milliarden Erwachsene ( $\geq 18$  Jahre) übergewichtig. Davon waren mehr als 650 Millionen fettleibig. Die zusätzlichen Ausgaben des Gesundheitswesens für die Behandlung der durch Fettleibigkeit hervorgerufenen Gesundheitsstörungen belaufen sich in den USA auf 147 Milliarden US\$ ( $\approx 128$  Milliarden €) pro Jahr. Dies entspricht 9% der Gesamtausgaben des Gesundheitswesens. Ein Fettleibiger benötigt für seine medizinische Versorgung 1429 US\$ ( $\approx 1235$  €) pro Jahr mehr als ein Normalgewichtiger. Prognosen gehen davon aus, dass in den nächsten 2 Dekaden die Prävalenz der Fettleibigkeit um 33% zunimmt

### ABKÜRZUNGEN

AF	Atemfrequenz
ARDS	Acute Respiratory Distress Syndrome, akutes Lungenversagen des Erwachsenen
BMI	Body-Mass-Index
EELV	endexpiratorisches Lungenvolumen
EFL	Expiratory Flow Limitation, expiratorische Flussbehinderung
ETI	endotracheale Intubation
FRC	funktionelle Residualkapazität
IAP	intraabdomineller Druck
IBW	Ideal Body Weight, ideales Körpergewicht
ITS	Intensivtherapiestation
PEEP	Positive End-Expiratory Pressure, positiver endexpiratorischer Atemwegsdruck
RM	Recruitment-Manöver
$V_T$	Tidal Volume, Atemzugvolumen

[1]. Die epidemiologische Entwicklung repräsentiert sich in der Prävalenz fettleibiger Patienten auf ITS.

### Merke

**Die Prävalenz fettleibiger Patienten auf ITS beträgt in Abhängigkeit vom untersuchten Patientenkollektiv und Ausrichtung sowie geografischer Lage der ITS 20–39%.**

## Endotracheale Intubation

Fettleibige weisen im Vergleich zu Normalgewichtigen häufiger einen Mallampati-Score  $\geq 3$  auf, direkte Laryngoskopie und endotracheale Intubation (ETI) sind schwieriger [2]. Eine entscheidende Erleichterung der ETI bei Fettleibigen ist die Lagerung in der sog. „Ramped Position“. Dies bedeutet, dass Oberkörper und Kopf des Pa-

tienten mit speziellen Kissen erhöht gelagert werden, so dass Meatus acusticus externus und Jugulum auf einer gedachten horizontalen Linie liegen. Zusätzlich sollte eine Auswahl von Hilfsmitteln für das Management des schwierigen Atemwegs zur Verfügung stehen.

#### Merke

**ETI auf ITS sind schwieriger und häufiger mit Komplikationen belastet als im Operationssaal vorgenommene [3].**

Intubieren Nichtanästhesisten auf ITS, stellt dies einen eigenen Risikofaktor dar [4]. Im Zusammenhang mit ETI auf der ITS treten in 2,7% der Fälle Herzstillstände auf. Letztere stellen einen unabhängigen Prädiktor der 28-Tage-Sterblichkeitsrate dar. Fettleibigkeit wurde als Risikofaktor für einen Herzstillstand im Zusammenhang mit ETI identifiziert [5]. Eine aktuelle Leitlinie fordert in Anbetracht dieser beunruhigenden Daten die Anwesenheit von 2 Ärzten bei der ETI auf ITS [6]. Mindestens einer dieser Ärzte sollte erfahren sein im Atemwegsmanagement kritisch kranker adipöser Patienten.

Möglicherweise ist es angebracht, zur Evaluation der Atemwege den auf die spezielle Situation einer ITS angepassten MACOCHA-Score anzuwenden. Er berücksichtigt

- 4 patientenbezogene Faktoren (Mallampati-Score III oder IV, Vorliegen eines obstruktiven Schlafapnoe-Syndroms, Beweglichkeit der Halswirbelsäule, Mundöffnung < 3 cm),
- 2 pathologiebezogene Faktoren (Vorliegen von Koma, schwere Hypoxämie) und
- einen anwenderbezogenen Faktor (derjenige, der intubiert, ist kein Anästhesist).

Jede der 7 Komponenten wird mit unterschiedlichen Punktzahlen von 1 bis 5 bewertet. Je höher der Score, desto schwieriger die ETI (0: leicht, 12: sehr schwierig) [4].

#### Merke

**Wenn immer möglich, sollen fettleibige Patienten vor einer ETI mehr als 3 Minuten mit reinem Sauerstoff präoxygeniert und dann apnoisch oxygeniert werden.**

Hierzu eignet sich das THRIVE-Verfahren („transnasal humidified rapid-insufflation ventilatory exchange“) [7]. Dabei wird dem Patienten über eine nasale Sonde angefeuchteter reiner Sauerstoff mit einem Fluss von 60–70 l/min zugeführt. Das Verfahren beruht auf dem Prinzip des ventilatorischen Massenflusses (gleichbedeutend mit apnoischer Oxygenierung). Ein weiterer, besonders bei fettleibigen Patienten erwünschter Effekt ist, dass während der Spontanatmungsphase ein positiver Atemwegsdruck von ca. 7 cmH<sub>2</sub>O aufgebaut wird. Andere, seit Jahren bewährte Maßnahmen wie CPAP-Atmung oder die

noninvasive Beatmung mit positiv endexpiratorischem Druck, sind ebenfalls empfehlenswert.

## Veränderungen des respiratorischen Systems

Der Atemapparat des fettleibigen Patienten ist in vielfacher Hinsicht pathologisch verändert:

- Compliance der Thoraxwand ↓, Compliance der Lungen ↓
- Zwerchfellkuppeln abgeflacht
- intraabdomineller Druck (IAP) ↑

Das respiratorische System kann als „Bag-in-Box-Model“ verstanden werden: Die Lungen sind der „Bag“, der Beutel, der sich füllt und wieder entleert. Die „Box“ ist der Kasten, der den Beutel umschließt wie der Brustkorb die Lungen. Der Druck im Beutel (Lungen) entspricht dem Alveolardruck, und der Druck im Kasten, aber außerhalb der Lungen (Pleuraraum) entspricht dem Pleuradruk. Der transpulmonale Druck stellt den Unterschied dar zwischen diesen beiden Drücken und spiegelt die Kräfte wider, die auf die Lunge einwirken. Wiederholter Kollaps und anschließende Wiedereröffnung von Alveolen tritt auf, wenn die transpulmonalen Drücke zu niedrig sind, um das endexpiratorische Lungenvolumen aufrechtzuerhalten (► **Abb. 1**) [8].

Die Summe dieser Veränderungen resultiert in einer Reduktion sämtlicher Lungenvolumina, insbesondere der funktionellen Residualkapazität (FRC). Es können sich leicht Atelektasen in den unten liegenden basalen Lungenabschnitten entwickeln, welche letztendlich verantwortlich sind für die Störungen der Ventilations-Perfusions-Verhältnisse. Letztere zeigen sich in einem niedrigen arteriellen Sauerstoffpartialdruck und einer erhöhten alveoloarteriellen Sauerstoffdifferenz. Weiterhin fördert die skizzierte Konstellation auch eine expiratorische Flussbehinderung (EFL) und den Aufbau eines intrinsischen positiven endexpiratorischen Drucks (PEEPi).

#### Merke

**Sämtliche Lungenvolumina, insbesondere die FRC, sind bei Fettleibigen kleiner; es können sich leicht Atelektasen entwickeln.**

## Maschinelle Ventilation

Eine durchdachte Einstellung der Beatmungsparameter kann dazu beitragen, die Auswirkungen der geschilderten pathophysiologischen Veränderungen zu reduzieren. Eine ungeeignete maschinelle Ventilation (MV) kann über Baro-, Volu-, Atelek- und Biotrauma zur Entwicklung eines ventilatorassoziierten Lungenschadens beitragen. Im schlimmsten Fall kann sich ein ARDS (akutes Lungenversagen des Erwachsenen) mit mikro- und makropatho-

logischen Veränderungen wie beim diffusen Alveolar-schaden entwickeln.

## Beatmungskonzept

Grundlage der Empfehlungen für die MV von kritisch kranken Fettleibigen auf der ITS ist die lungenprotektive Beatmung nach den Vorschlägen des US-amerikanischen ARDS-Netzwerks. Diese gehen letztlich zurück auf eine nun 20 Jahre alte Meilenstein-Arbeit [9], in der 807 Patienten in 2 Gruppen randomisiert wurden: Die eine Gruppe wurde mit einem Atemzugvolumen ( $V_T$ ) von 6 ml/kg ideales Körpergewicht (IBW) beatmet, die andere mit einem  $V_T$  von 12 ml/kg IBW. Die mit den kleinen  $V_T$  beatmeten Patienten wiesen eine signifikant niedrigere Sterblichkeitsrate, signifikant mehr Tage ohne MV, signifikant mehr Tage ohne Organdysfunktionen und niedrigere Interleukin-6-Spiegel auf.

Von Interesse ist nun, dass 473 der 807 Patienten übergewichtig oder fettleibig waren. Eine Sekundäranalyse ergab: Es existierten keine statistisch signifikanten Unterschiede bezüglich der Outcome-Parameter 28-Tage- und 180-Tage-Sterblichkeitsrate, Tage ohne MV und Anteil der Patienten, die nicht die nichtassistierte Atmung erreichten. Daraus lässt sich ableiten, dass das vom ARDS-Netzwerk vorgeschlagene lungenprotektive Beatmungsregime grundsätzlich auch für kritisch kranke Adipöse geeignet ist. Dieses sieht so aus:

- Ziel: arterieller Sauerstoffpartialdruck ( $\text{PaO}_2$ ) = 55–80 mmHg oder arterielle Sauerstoffsättigung ( $\text{SpO}_2$ ) = 88–95%
- Modus: „Volume assist control“
- $V_T$ : 6 ml/kg IBW
- Plateaudruck:  $\leq 30$  cmH<sub>2</sub>O
- Atemfrequenz (AF): 6–34/min (pH = 7,3–7,45)
- I:E-Verhältnis: 1:1 bis 1:3
- PEEP: Einstellung nach Tabelle

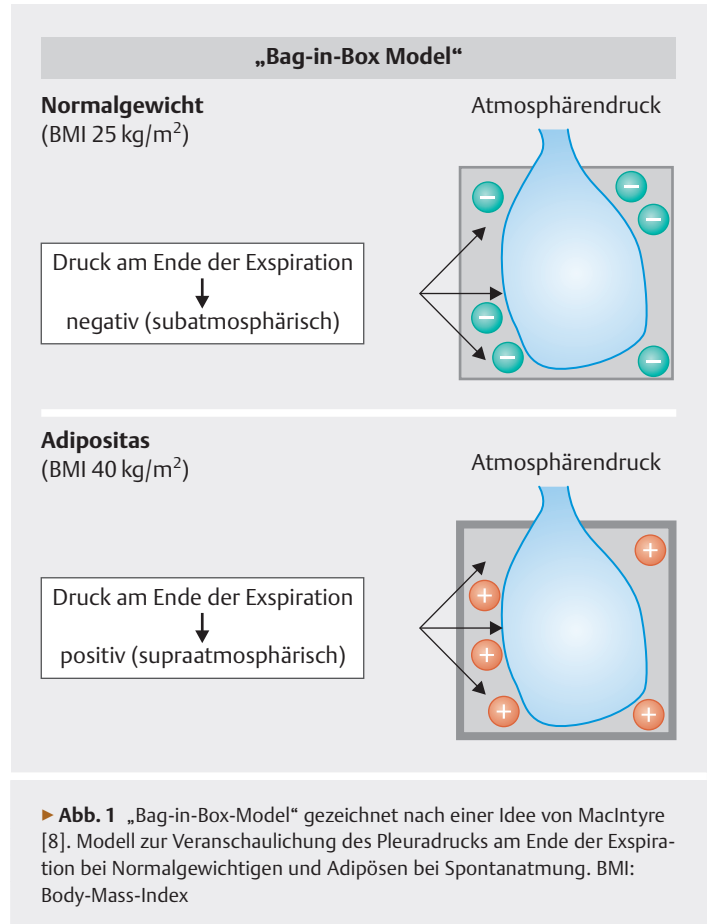
Allerdings führten Erkenntnisse aus den Jahren nach der Publikation der ARDSNet-Studie zu einer differenzierteren PEEP-Titration und zur Aufnahme von Recruitment-Manövern in das Armamentarium.

### Merke

Inzwischen wird die lungenprotektive Beatmung nicht nur für ARDS-Patienten, sondern auch für die MV von kritisch Kranken und für die Narkosebeatmung postuliert.

## Auswahl des Atemzugvolumens

Das  $V_T$  während MV muss nach dem idealen Körpergewicht (IBW) und nicht nach dem aktuellen Körpergewicht berechnet werden (s. „Definition – Formeln für IBW“). Das Ziel von 6–8 ml/kg IBW wird aber oft nicht erreicht. Als warnendes Beispiel mag folgendes Ergebnis dienen: Weniger als zwei Drittel der 915 untersuchten ARDS-Patienten aus 50 Ländern wurden an Tag 1 mit



einem  $V_T < 8$  ml/kg IBW beatmet [10]! Fettleibigkeit stellt einen Risikofaktor für die intraoperative Beatmung mit  $V_T > 10$  ml/kg IBW dar und kann das Risiko für die Entwicklung eines ARDS erhöhen. In einer aktuellen Studie an fettleibigen Kleintieren wird berichtet: Eine auf das aktuelle Körpergewicht bezogene Einstellung des  $V_T$  zieht ungünstige Veränderungen von Beatmungsdruck und Lungen-Compliance sowie eine Erhöhung pulmonaler Inflammationsparameter nach sich [11]. In der Literatur wird immer wieder über erfolgreiche Schulungsmaßnahmen zur Einstellung des  $V_T$  berichtet. Vielleicht können folgende Gedanken zu einem tieferen Verständnis beitragen:

### Merke

Das  $V_T$  aller bisher vermessenen wild lebenden Säugetiere beträgt 6,3 ml/kg Körpermasse. Werden Menschen schwerer, „wächst“ die Lunge nicht mit.

## DEFINITION

### Formeln für IBW

Ideales Körpergewicht (IBW; Angabe in kg) [9]:

- Männer:  $50,0 + 0,91$  (cm Körpergröße – 152,4)
- Frauen:  $45,5 + 0,91$  (cm Körpergröße – 152,4)

## Begrenzung des Plateaudrucks

Bei einem Teil der Fettleibigen wird es nicht gelingen, den Plateaudruck auf  $\leq 30$  cmH<sub>2</sub>O zu begrenzen. Das erscheint zunächst beunruhigend – insbesondere, wenn man sich die auf einer Metaanalyse von 5 Studien des ARDSNet beruhende hypothetische U-förmige Kurve vor Augen führt: In dieser wurden die resultierenden Plateaudrücke bei Änderung der  $V_T$  gegen die Sterblichkeit aufgetragen [12]. Diese Bedenken kann ich jedoch weitgehend zerstreuen: Schon eine ältere tierexperimentelle Arbeit belegt, dass nicht ein hoher Beatmungsdruck der entscheidende Schädigungsfaktor für die maschinell beatmete Lunge ist, sondern ein großes  $V_T$  [13]. Der den Thorax umgebende „Fettpanzer“ schützt die Lunge vor Überdehnung.

## Positiver endexpiratorischer Druck

Das optimale PEEP-Niveau und das bestmögliche Vorgehen für dessen Titration bei fettleibigen kritisch Kranken sind unbekannt. Zu den bisher angewandten Vorgehensweisen zählen Titration mithilfe von Druck-Volumen-Schleifen, anhand des transpulmonalen Drucks, mittels der elektrischen Impedanz-Tomografie oder PEEP-Einstellung nach der Tabelle des ARDS-Netzwerks. Kein Vorgehen ist anderen überlegen. So erscheint es angebracht, individuelle Verfahren anzuwenden und deren Effizienz zu eruieren hinsichtlich

- Verbesserung von Ventilations-Perfusions-Verhältnissen,
- intrapulmonalem Rechts-links-Shunt,
- Oxygenierung,
- Kollaps kleiner Atemwege,
- Reduktion der Atemarbeit und
- ganz wichtig: Auswirkungen auf das Herz-Kreislauf-System.

Im Alltag wird man sich häufig mit Surrogaten dieser Parameter zufriedengeben müssen. Im Vordergrund steht die Vergrößerung der Gasaustauschfläche (während MV das EELV [endexpiratorisches Lungenvolumen] als Surrogatparameter für die FRC).

### Merke

**Lungengesunde ausgeprägt Fettleibige benötigen für eine optimale FRC während MV PEEP-Niveaus von teilweise mehr als 18 cmH<sub>2</sub>O [14].**

Bei fettleibigen Patienten mit Lungenerkrankungen (z. B. ARDS) kann es erforderlich sein, noch deutlich höhere PEEP-Niveaus anzuwenden. Hier kann keine allgemeingültige Zahl genannt werden, es muss eine individuelle PEEP-Titration erfolgen.

Eine vielleicht zukunftsweisende Methode stellt die PEEP-Titration anhand des transpulmonalen Drucks während endexpiratorischem Verschluss dar [15]. Ziel ist, dass der endexpiratorische transpulmonale Druck positiv

wird. Zur Bestimmung des transpulmonalen Drucks ist allerdings die Messung des Ösophagusdrucks (Surrogatparameter für den Pleuradruk) über eine spezielle Magensonde notwendig – ein überschaubarer technischer Aufwand. Auch bei diesem Verfahren müssen Oxygenierungs- und Atemmechanikparameter zur Entscheidung über die endgültige Höhe des PEEP herangezogen werden. Das Vorgehen nach letzterem Vorschlag erscheint insbesondere bei fettleibigen Patienten sinnvoll: Denn bei diesen ist der Pleuradruk durch eine reduzierte FRC, erhöhten IAP und die ausgeprägte Brustwanddicke deutlich erhöht.

### Merke

**Bei der PEEP-Titration sollen die Effekte auf pulmonalen Gasaustausch, Atemmechanik und Hämodynamik berücksichtigt werden.**

## Recruitment

Unter Recruitment versteht man die Wiedergewinnung (Eröffnung) nicht belüfteter Alveolen für den pulmonalen Gasaustausch. Derecruitment bezeichnet den funktionellen Verlust von vormalig belüfteten Alveolen durch Kompressionsatelektasen, Resorptionsatelektasen, intraalveoläres Ödem oder Konsolidierung. Grundidee von Recruitment-Manövern (RM) ist, dass verschlossene Lungenabschnitte nur durch einen hohen Druck zu eröffnen sind. Wenn sie wiedereröffnet sind, benötigt man zum Offenhalten einen deutlich niedrigeren Druck. Der Einsatz von PEEP allein vergrößert zwar die Gasaustauschfläche, jedoch kann sein Effekt durch ein zusätzliches RM gesteigert werden. Als wichtigste Nebenwirkungen von RM werden Pneumothorax, Pneumomediastinum, subkutanes Emphysem, Pneumatozele und Herz-Kreislauf-Depression bis hin zum Herzstillstand beobachtet.

Die kürzlich erschienene ART-Studie (Alveolar Recruitment for Acute Respiratory Distress Syndrome Trial) mahnt zu Vorsicht bei der Anwendung von RM [16] („Info – ART-Studie“).

Jetzt befindet sich der Intensivmediziner, der kritisch kranke Fettleibige behandelt, in einer Zwickmühle: Einerseits weiß er, dass bei diesen Patienten wegen pathologischer Veränderungen des Atemapparates eine ausgeprägte Neigung zur Atelektasenbildung besteht, die man mit PEEP allein nicht antagonisieren kann. Gleichzeitig mahnt die ART-Studie zur Vorsicht. Einen Ausweg bietet folgender Gedankengang:

Nicht nur Blähen mit Ambu-Beutel, PEEP-Ventil und Manometer, Lachmann-Manöver, Seufzer („Sighs“), stufenweise Erhöhung des  $V_T$  etc. dürfen als RM verstanden werden. Zu RM gehören auch

- Umstellung von volumen- auf druckkontrollierte MV,
- Zulassen von Spontanatmungsanteilen,
- Veränderungen des PEEP-Niveaus,

## HINTERGRUND

### ART-Studie

In dieser weltweit durchgeführten multizentrischen Studie wurden 1010 ARDS-Patienten in 2 Gruppen randomisiert. Die eine Gruppe erhielt eine Kombination aus RM plus individuell titriertem PEEP (Experimentalgruppe), die Kontrollgruppe lediglich eine MV mit niedrigem PEEP. Die 28-Tage-Sterblichkeitsrate, der primäre Outcome-Parameter, betrug in der Experimentalgruppe 55,3%, in der Kontrollgruppe 49,3% ( $p = 0,041$ ). Die Ergebnisse in der Experimentalgruppe waren auch hinsichtlich der sekundären Outcome-Parameter signifikant schlechter: 6-Monats-Sterblichkeitsrate, Tage ohne MV, Auftreten von Pneumothorax oder Barotrauma und Vasopressorbedarf in der 1. Stunde nach RM.

- Veränderung des I:E-Verhältnisses,
- Lagerungsmaßnahmen (Bauchlagerung, Anti-Trendelenburg-Lagerung) und sogar
- Abführmaßnahmen (Senkung des IAP).

Diese Verfahren benötigen aber oft längere Zeiträume. Gleichzeitig sollte das Augenmerk auf die Verhinderung von Derecruitment gerichtet werden: z.B. Vermeiden von Diskonnektionen der Beatmungsschläuche, Verzicht auf überflüssiges Absaugen oder flache Rückenlagerung beim Waschen des Patienten.

### Cave

**Erscheint wegen der Dringlichkeit der Oxygenierungsstörung doch eines der klassischen RM notwendig, müssen vorher ein Pneumothorax und eine Kreislaufinstabilität ausgeschlossen werden. Ein angemessenes Monitoring muss etabliert sein.**

### Atemfrequenz und I:E-Verhältnis

Bei Fettleibigen sind  $O_2$ -Verbrauch und  $CO_2$ -Produktion erhöht. Menschen mit einem BMI zwischen 35 und  $< 40 \text{ kg/m}^2$  atmen  $8,21 \text{ m}^3/\text{Tag}$  mehr Luft als Normalgewichtige. Die Vermessung von 34 fettleibigen Männern, die in sitzender Position ruhig spontan atmeten, ergab eine Atemfrequenz von  $18 \pm 2/\text{min}$ , die von 18 normalgewichtigen Männern eine von  $10 \pm 2/\text{min}$  ( $p < 0,001$ ) [17].

Bei Anwendung hoher Beatmungsfrequenzen müssen das Kapnogramm und die Flusskurve aufmerksam beobachtet werden. Kommt es nämlich durch einen Kollaps kleiner Atemwege zur expiratorischen Flussbehinderung, kann sich ein signifikanter Auto-PEEP mit allen

respiratorischen und hämodynamischen Konsequenzen entwickeln – insbesondere bei Vorliegen einer Kombination von Fettleibigkeit und chronisch obstruktiver Lungenerkrankung.

### Merke

**Der Arzt kann einem Auto-PEEP gegensteuern, indem er die Beatmungsfrequenz senkt oder die Expirationszeit verlängert.**

Weiterhin kann eine hohe Beatmungsfrequenz Überblähung und „Breath dyssynchrony stacking“ bewirken. Hierunter versteht man die unbeabsichtigte Verabreichung eines großen  $V_T$  als Folge einer inkompletten Expiration zwischen 2 aufeinanderfolgenden, durch die Beatmungsmaschine abgegebenen Atemhüben.

Während Spontanatmung in Ruhe beträgt bei eukapnischen Fettleibigen das I:E-Verhältnis 1:2. Es erscheint somit sinnvoll, bei der Initialeinstellung des Respirators ein I:E von 1:2 zu wählen. Anschließend sollte man prüfen, wie sich eine Verlängerung der Inspirations- oder Verkürzung der Expirationszeit auf pulmonalen Gasaustausch, Atemmechanik und Hämodynamik auswirkt.

## Lagerung

Bettruhe kann zur Entwicklung von Atelektasen, Pneumonie, Hypoxämie, Thromboembolien, Synkopen und Druckgeschwüren beitragen. Umsichtig vorgenommene Lagerungsmaßnahmen können nicht nur dabei helfen, diese zu vermeiden, sondern können eigene therapeutische Wirkungen entfalten. Korrekte Lagerung dient der Vermeidung von beatmungsassoziierten Lungenschäden, von Hypoxämie, Hyperkapnie und Atelektasenbildung sowie der Prophylaxe und Therapie der Pneumonie. Sie vergrößert die FRC, entlastet das Abdomen von Druck und erreicht über eine Entlastung des Herzens eine günstige Beeinflussung von Blutdruck und Herzfrequenz.

### Merke

**Für Fettleibige geeignete Lagerungsformen sind umgekehrte Trendelenburg-Lagerung, halb sitzende Position, „Beach Chair Position“, Herzbettlagerung, Seitenlagerung und – bei ARDS mit ausgeprägter Oxygenierungsstörung – auch die Bauchlagerung.**

Die durch diese Lagerungsformen induzierten Veränderungen sind in ► **Tab. 1** zusammengestellt. Von besonderem Interesse ist die Anwendung der Bauchlagerung bei fettleibigen Patienten mit ARDS. Hier konnte eine signifikante Reduktion der 90-Tage-Sterblichkeitsrate im Vergleich zu Normalgewichtigen dokumentiert werden (27 vs. 48%,  $p < 0,05$ ). Die Komplikationsrate war in beiden Gruppen nicht unterschiedlich [18].

► **Tab. 1** Erwartete Effekte verschiedener Lagerungsformen auf atemphysiologische und kardiozirkulatorische Parameter. Vergleich: flache Rückenlage vs. andere Lagerungsart.

Lagerungsart	beeinflusste Parameter
umgekehrte Trendelenburg-Lagerung	$V_T \uparrow$ , AF $\downarrow$
halb sitzende Position	Verzögerung des gastroösophagealen Refluxes, weniger pulmonale Aspiration pharyngealer Sekrete, Reduktion von VAP, Verbesserung der Oxygenierung, Verbesserung der Atemmechanik, EFL $\downarrow$ , Auto-PEEP $\downarrow$ , Atemarbeit $\downarrow$
„Beach Chair Position“	IAP $\rightarrow$ , EELV $\uparrow$ , $E_{RS} \downarrow$ , Oxygenierung $\uparrow$
Herzbettlagerung	IAP $\rightarrow$ , AF $\downarrow$ , venöser Rückstrom zum Herzen $\downarrow$ , Thoraxexkursionen $\uparrow$ , Oxygenierung $\uparrow$ , $CO_2$ -Elimination $\uparrow$
Seitenlagerung	Ventilation der oben liegenden Lunge $\uparrow$ , IAP $\rightarrow$
Bauchlagerung	homogenere Verteilung des Atemgases entlang der dorsoventralen Achse der Lunge, Ventilations-Perfusions-Fehlverteilung $\downarrow$ , IAP $\rightarrow$ , expiratorische Zeitkonstante $\downarrow$ , $C_{RS} \uparrow$ , EELV $\uparrow$

$\uparrow$ : vergrößert/erhöht,  $\downarrow$ : erniedrigt/reduziert,  $\rightarrow$ : weg von der Lunge, AF: Atemfrequenz,  $CO_2$ : Kohlendioxid,  $C_{RS}$ : Compliance des respiratorischen Systems, EELV: endexpiratorisches Lungenvolumen, EFL: expiratorische Flussbehinderung,  $E_{RS}$ : Elastance des respiratorischen Systems, IAP: intraabdomineller Druck, PEEP: positiver endexpiratorischer Atemwegsdruck, VAP: ventilatorassoziierte Pneumonie,  $V_T$ : Atemzugvolumen

## Ungeeignete Lagerungen

### Flache Rückenlage

Liegt ein Normalgewichtiger flach auf dem Rücken, kommt es zu folgenden Veränderungen: gesteigerter venöser Rückfluss zum Herzen, Anstieg von Herzzeitvolumen, pulmonalem Blutfluss und arteriellem Blutdruck. Die FRC wird kleiner, das Zwerchfell wird durch den hohen IAP in seiner Beweglichkeit eingeschränkt. Bei fettleibigen Patienten können diese Veränderungen in stärkerer Ausprägung auftreten und wegen der oft fehlenden Kompensationsmöglichkeiten in akuter Herzinsuffizienz, Atemstillstand sowie lebensbedrohlichen pulmonalen Gasaustauschstörungen resultieren.

Im schlimmsten Fall können massiv Fettleibige an einem „obesity supine death syndrome“ versterben. Hierunter versteht man eine katastrophale Abfolge von kardiorespiratorischen Komplikationen bei Fettleibigen, die in flache Rückenlage verbracht werden oder diese selbst akzidentell einnehmen. Als Risikofaktoren wurden Transporte, ETI, Anlage zentralvenöser Katheter, röntgenologische Untersuchungen und Waschen im Bett identifiziert [19].

### Trendelenburg-Lagerung

Die Trendelenburg-Lagerung induziert bei Fettleibigen eine Vielzahl unerwünschter Veränderungen:

- Erhöhung des Schlagvolumens des Herzens
- Erhöhung des zentralen Venen- und pulmonalarteriellen Drucks
- Erhöhung des systemvaskulären Widerstands
- Erhöhung des rechts- und linksventrikulären endsystolischen Volumenindex
- Zunahme des Herzzeitvolumens
- Zunahme des intrathorakalen Blutvolumens
- herabgesetzter zerebraler Blutfluss

### FALLBEISPIEL

Um 5:30 Uhr werden Sie von der ITS angerufen und gebeten, so schnell wie möglich zu kommen. Ein Patient lasse sich nicht mehr beatmen, der Respirator alarmiere pausenlos. Der arterielle Blutdruck betrage nur noch 80/40 mmHg, die pulsoxymetrische Sättigung sei auf 80% abgefallen. Sie unterbrechen das Gespräch und eilen sofort auf die ITS.

Die Blickdiagnose verschafft sofortige Klarheit: Ein fettleibiger, maschinell beatmeter Patient liegt flach auf dem Rücken. Sein schweres Abdomen schaukelt, er bewegt unruhig Arme und Beine, die Lippen und die Haut zeigen eine Zyanose. Die Herzfrequenz beträgt 140 Schläge/min, der arterielle Blutdruck 78/38 mmHg, im EKG sind vereinzelte ventrikuläre Extrasystolen erkennbar. Im Bett sehen Sie eine umgestürzte Waschschißel und mehrere Waschlappen, in der Luft liegt ein Duft, der an Lavendel erinnert.

- herabgesetzte systemische Oxygenierung
- reduzierte  $CO_2$ -Auswaschung
- Abfall der FRC
- Ausbildung von Atelektasen

Trendelenburg-Lagerung muss bei Fettleibigen vermieden werden!

### Cave

**Flache Rückenlage und Trendelenburg-Lagerung sind gefährliche Lagerungsarten für fettleibige Patienten.**



## FALLBEISPIEL

### Vorgehen

Mithilfe der Pflegekräfte bringen Sie den Patienten sofort in eine Anti-Trendelenburg-Lage und steigern das PEEP-Niveau von 10 auf 16 cmH<sub>2</sub>O. Dann erhöhen Sie noch die inspiratorische Sauerstoffkonzentration und vertiefen die Analgosedierung. Sofort verbessert sich die Sättigung, das V<sub>T</sub> vergrößert sich, die Schaukelatmung verliert sich. Der arterielle Blutdruck stabilisiert sich auf 125/83 mmHg, die Herzfrequenz sinkt auf 103 Schläge/min, die ventrikulären Extrasystolen verschwinden ebenso wie die Zyanose.

## Adipositas-Paradoxon

Das Lexikon der Antike erklärt: „Paradoxa bezeichnet Gegenstände oder Sachverhalte, die wider Erwarten wirken oder erscheinen: also Erstaunliches, Wunderbares, modern paraphrasiert: Sensationelles“.

Als Adipositas-Paradoxon bezeichnet man das epidemiologische Phänomen, dass übergewichtige oder adipöse Patienten bei einigen Krankheiten bessere Überlebenschancen haben als normalgewichtige. In diesem Kontext soll hier aber lediglich das Adipositas-Paradoxon bei maschinell beatmeten, kritisch Kranken dargestellt werden. Nach Analyse von 23 Publikationen, die insgesamt 199421 Patienten einschlossen, kommen Zhao et al. zu folgenden Aussagen [20]: Fettleibige Patienten haben im Vergleich zu nicht fettleibigen Patienten niedrigere ITS-, Krankenhaus-, Kurzzeit- (< 6 Monate) und Langzeitsterblichkeitsraten (≥ 6 Monate). Die Dauer der MV und des ITS-Aufenthaltes ist länger, der Krankenhausaufenthalt dauert gleich lang. Folgende Erklärungen erscheinen den Autoren möglich:

- Fettgewebe ist als primitives Immunorgan anzusehen. Es sezerniert viele biologisch aktive Substanzen, welche die Entzündungsantwort günstig modulieren können.
- Fettleibige verfügen über größere Energiespeicher und können so vorteilhafter den durch eine schwere Erkrankung ausgelösten Kataboliestress bewältigen.
- Fettleibige werden vom Personal deutlicher wahrgenommen als Normalgewichtige. So mag es sein, dass kritisch kranke Fettleibige frühzeitiger auf eine ITS aufgenommen werden.

Erst die Zukunft wird zeigen, ob es gelingt, für die in der Metaanalyse gefundenen Assoziationen Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge nachzuweisen. Bis dahin wird die Existenz eines Paradoxons kritisch kranker, beatmeter adipöser Patienten Gegenstand wissenschaftlicher Debatten bleiben.

## KERNAUSSAGEN

- Aktuell sind mehr als 650 Millionen erwachsene Menschen auf der Erde fettleibig.
- ETI bei fettleibigen Patienten sind schwieriger als bei normalgewichtigen. Zudem sind die Rahmenbedingungen auf ITS ungünstiger als im Operationsaal.
- Der Atemapparat des Fettleibigen ist durch herabgesetzte Compliance des Thorax und der Lungen und erhöhten IAP gekennzeichnet. Sämtliche Lungenvolumina sind reduziert, es besteht eine Neigung zur EFL und zu ausgeprägter Atelektasenbildung.
- Die Lungen von Fettleibigen wachsen nicht mit, daher muss das V<sub>T</sub> auf der Grundlage des IBW berechnet werden.
- Das PEEP-Niveau sollte individuell unter Berücksichtigung von pulmonalem Gasaustausch, Atemmechanik und Hämodynamik titriert werden.
- RM, die mit plötzlichen Druckerhöhungen einhergehen, sollten mit großer Vorsicht durchgeführt werden. Vorher sollten ein Pneumothorax und hämodynamische Instabilität ausgeschlossen werden.
- Flache Rückenlage und Trendelenburg-Lagerung sind für den Fettleibigen sehr gefährlich; auf diese Lagerungsformen sollte verzichtet werden.
- Aktuelle Forschungsergebnisse weisen darauf hin, dass die Intensivtherapie kritisch kranker Fettleibiger mit niedrigeren Sterblichkeitsraten assoziiert ist als die von Normalgewichtigen: ein Adipositas-Paradoxon.

## Interessenkonflikt

### Erklärung zu finanziellen Interessen

Forschungsförderung erhalten: nein; Honorar/geldwerten Vorteil für Referententätigkeit erhalten: ja, von einer anderen Institution (Pharma- oder Medizintechnikfirma usw.); Bezahler Berater/interner Schulungsreferent/Gehaltsempfänger: nein; Patent/Geschäftsanteile/Aktien (Autor/Partner, Ehepartner, Kinder) an im Bereich der Medizin aktiven Firma: nein; Patent/Geschäftsanteile/Aktien (Autor/Partner, Ehepartner, Kinder) an zu Sponsoren dieser Fortbildung bzw. durch die Fortbildung in ihren Geschäftsinteressen berührten Firma: nein.

### Erklärung zu nichtfinanziellen Interessen

Die Autorinnen/Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

## Autorinnen/Autoren



### Klaus Lewandowski

Prof. Dr. med., 1986–1994 Facharztausbildung Anästhesiologie an den Unikliniken Düsseldorf und Berlin. 1994–2005 Oberarzt und später Leitender Oberarzt der Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin der Charité. 1998 Habilitation, 2005 apl. Professur. 2005–2018 Direktor der Klinik für Anästhesiologie des Elisabeth-Krankenhauses Essen. Wissenschaftliche Schwerpunkte: ARDS, NO, Adipositas. Seit 1998 Lehrauftrag an der Charité.

## Korrespondenzadresse

**Prof. Dr. med. Klaus Lewandowski**  
Berlin  
klaus.lewandowski@t-online.de

## Wissenschaftlich verantwortlich gemäß Zertifizierungsbestimmungen

Wissenschaftlich verantwortlich gemäß Zertifizierungsbestimmungen für diesen Beitrag ist Prof. Dr. med. Klaus Lewandowski, Berlin.

## Zitierweise für diesen Artikel

Intensivmedizin up2date 2020; 16: 387–396.  
doi:10.1055/a-1289-6630  
Dieser Beitrag ist eine aktualisierte Version des Artikels:  
Lewandowski K. Intensivtherapie bei Adipositas: Too Big to Fail? Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 2019; 54: 256–266.

## Literatur

- [1] Finkelstein EA, Khavjou OA, Thompson H et al. Obesity and severe obesity forecasts through 2030. *Am J Prev Med* 2012; 42: 563–570. doi:10.1016/j.amepre.2011.10.026
- [2] Wang T, Sun S, Huang S. The association of body mass index with difficult tracheal intubation management by direct laryngoscopy: a meta-analysis. *BMC Anesthesiol* 2018; 18: 79. doi:10.1186/s12871-018-0534-4
- [3] Higgs A, Cook TM, McGrath BA et al. Airway management in the critically ill: the same, but different. *Br J Anaesth* 2016; 117 (Suppl. 1): i5–i9. doi:10.1093/bja/aew055
- [4] De Jong A, Molinari N, Terzi N et al. Early identification of patients at risk for difficult intubation in the intensive care unit: development and validation of the MACOCHA score in a multicenter cohort study. *Am J Respir Crit Care Med* 2013; 187: 832–839. doi:10.1164/rccm.201210-1851OC
- [5] De Jong A, Rolle A, Molinari L et al. Cardiac arrest and mortality related to intubation procedure in critically ill adult patients: a multicenter cohort study. *Crit Care Med* 2018; 46: 532–539. doi:10.1097/CCM.0000000000002925
- [6] Petrini F, Di Giacinto I, Cataldo R et al. Perioperative and procedural airway management and respiratory safety of the obese patient: 2016 SIAARTI Consensus. *Minerva Anestesiol* 2016; 82: 1314–1335
- [7] Doyle AJ, Stoly D, Mariyaselvam M et al. Preoxygenation and apneic oxygenation using Transnasal Humidified Rapid-Insuf-

flation Ventilatory Exchange for emergency intubation. *J Crit Care* 2016; 36: 8–12. doi:10.1016/j.jccr.2016.06.011

- [8] MacIntyre NR. Mechanical ventilation in the context of a bag-in-box respiratory system. *Crit Care Med* 2012; 40: 1988–1989. doi:10.1097/CCM.0b013e3182515092
- [9] Acute Respiratory Distress Syndrome Network. Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 2000; 342: 1301–1308. doi:10.1056/NEJM200005043421801
- [10] Bellani G, Laffey JG, Pham T et al. Epidemiology, patterns of care, and mortality for patients with acute respiratory distress syndrome in intensive care units in 50 countries. *JAMA* 2016; 315: 788–800. doi:10.1001/jama.2016.0291
- [11] Guivarch E, Voirot G, Rouzé A et al. Pulmonary effects of adjusting tidal volume to actual or ideal body weight in ventilated obese mice. *Sci Rep* 2018; 8: 6439. doi:10.1038/s41598-018-24615-5
- [12] Eichacker PQ, Gerstenberger EP, Banks SM et al. Meta-analysis of acute lung injury and acute respiratory distress syndrome trials testing low tidal volumes. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 166: 1515–1516. doi:10.1164/rccm.200208-956OC
- [13] Dreyfuss D, Soler P, Basset G et al. High inflation pressure pulmonary edema. Respective effects of high airway pressure, high tidal volume, and positive end-expiratory pressure. *Am Rev Respir Dis* 1988; 137: 1159–1164. doi:10.1164/ajrccm/137.5.1159
- [14] Nestler C, Simon P, Petroff D 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. doi:10.1093/bja/aex192
- [15] Talmor D, Sarge T, Malhotra A et al. Mechanical ventilation guided by esophageal pressure in acute lung injury. *N Engl J Med* 2008; 359: 2095–2104. doi:10.1056/NEJMoa0708638
- [16] Writing Group for the Alveolar Recruitment for Acute Respiratory Distress Syndrome Trial (ART) Investigators; Cavalcanti AB, Suzumura EA, Laranjeira LN et al. Effect of lung recruitment and titrated positive end-expiratory pressure (PEEP) vs. low PEEP on mortality in patients with acute respiratory distress syndrome: a randomized clinical trial. *JAMA* 2017; 318: 1335–1345. doi:10.1001/jama.2017.14171
- [17] Chliff M, Keochkeriana D, Choquet D et al. Effects of obesity on breathing pattern, ventilatory neural drive and mechanics. *Respir Physiol Neurobiol* 2009; 168: 198–202. doi:10.1016/j.resp.2009.06.012
- [18] De Jong A, Molinari N, Sebbane M et al. Feasibility and effectiveness of prone position in morbidly obese patients with ARDS. A case-control clinical study. *Chest* 2013; 143: 1554–1561. doi:10.1378/chest.12-2115
- [19] Lemyze M, Guiot A, Mallat J et al. The obesity supine death syndrome (OSDS). *Obes Rev* 2018; 19: 550–556. doi:10.1111/obr.12655
- [20] Zhao Y, Li Z, Yang T et al. Is body mass index associated with outcomes of mechanically ventilated adult patients in intensive critical units? A systematic review and meta-analysis. *PLoS One* 2018; 13: e0198669. doi:10.1371/journal.pone.0198669

## Bibliografie

Intensivmedizin up2date 2020; 16: 387–396  
DOI 10.1055/a-1289-6630  
ISSN 1614-4856  
© 2020. Thieme. All rights reserved.  
Georg Thieme Verlag KG, Rüdigerstraße 14,  
70469 Stuttgart, Germany



## Punkte sammeln auf CME.thieme.de



Diese Fortbildungseinheit ist in der Regel 12 Monate online für die Teilnahme verfügbar. Den genauen Einsendeschluss finden Sie unter <https://cme.thieme.de>. Sollten Sie Fragen zur Online-Teilnahme haben, finden Sie unter <https://cme.thieme.de/hilfe> eine ausführliche Anleitung. Wir wünschen viel Erfolg beim Beantworten der Fragen!

Unter <https://eref.thieme.de/CXFX6AR> oder über den QR-Code kommen Sie direkt zur Startseite des Wissenstests.

VNR 2760512020158724134



### Frage 1

Welche Aussage zur Epidemiologie von Übergewicht ist richtig?

- A Im Jahr 2016 waren weltweit mehr als 1,9 Mrd. Kinder und Jugendliche unter 18 Jahren übergewichtig.
- B Seit 1975 hat sich der Anteil übergewichtiger Menschen auf der Erde vervierfacht.
- C Die Prävalenz der Fettleibigkeit wird sich in den nächsten 2 Jahrzehnten verdoppeln.
- D Die Prävalenz fettleibiger Patienten auf Intensivtherapiestationen beträgt weltweit 20–39%.
- E In den USA werden derzeit 15% der Gesamtausgaben des Gesundheitssystems für die Behandlung der durch Fettleibigkeit hervorgerufenen Gesundheitsstörungen aufgewendet.

### Frage 2

Grundlage der Empfehlungen für die maschinelle Ventilation kritisch kranker Fettleibiger auf der Intensivtherapiestation ist die lungenprotektive Beatmung. Welcher der folgenden Parameter entspricht *nicht* diesem Beatmungsregime?

- A Ziel: arterieller Sauerstoffpartialdruck ( $\text{PaO}_2$ ) = 55–80 mmHg oder arterielle Sauerstoffsättigung ( $\text{SpO}_2$ ) = 88–95%
- B Tidalvolumen ( $V_T$ ): 6 ml/kg IBW (ideal body weight)
- C Plateaudruck:  $\geq 30$  cmH<sub>2</sub>O
- D Atemfrequenz (AF): 6–34/min (pH = 7,3–7,45)
- E Atemzeitverhältnis (I:E-Verhältnis): 1:1 bis 1:3

### Frage 3

Was ist *kein* geeignetes Recruitment-Manöver (RM) bei Fettleibigen?

- A Blähen mit Ambu-Beutel mit PEEP-Ventil
- B Umstellung von druck- auf volumenkontrollierte Beatmung
- C Zulassen von Spontanatmungsanteilen
- D Veränderung des I:E-Verhältnisses
- E Lagerungsmaßnahmen (Bauch- oder umgekehrte Trendelenburg-Lagerung)

### Frage 4

Welche Aussage zur Anwendung von PEEP bei der maschinellen Ventilation ist richtig? PEEP...

- A kann eine Vergrößerung des endexpiratorischen Lungenvolumens bewirken.
- B vergrößert den intrapulmonalen Rechts-links-Shunt.
- C beeinflusst nicht die Compliance des respiratorischen Systems.
- D beeinflusst die Atemarbeit nicht.
- E ist bei extrem adipösen Patienten nicht indiziert.

### Frage 5

Womit stehen Störungen des pulmonalen Gasaustausches bei Fettleibigen in Zusammenhang?

- A mit einer normalen Brustwandmechanik
- B mit einem niedrigen intraabdominellen Druck
- C mit einer großen funktionellen Residualkapazität
- D mit einer Atelektasenbildung in den abhängigen Lungenabschnitten
- E mit einer hohen Compliance des respiratorischen Systems

### Frage 6

Welche der folgenden Maßnahmen ist sinnvoll, um einer expiratorischen Flussbehinderung entgegenzuwirken?

- A Anwendung einer hohen  $\text{FiO}_2$
- B Verzicht auf endotracheales Absaugen
- C Expirationszeit verlängern
- D Auswahl einer hohen Beatmungsfrequenz
- E Verzicht auf PEEP

► Weitere Fragen auf der folgenden Seite ...

## Punkte sammeln auf CME.thieme.de

Fortsetzung ...

### Frage 7

Was ist *keine* Nebenwirkung eines Recruitment-Manövers (RMs)?

- A Pneumomediastinum
- B subkutanes Emphysem
- C Pneumatozele
- D Herz-Kreislauf-Depression
- E Hämatothorax

### Frage 8

Welche Lagerungsform eignet sich *nicht* für Fettleibige?

- A flache Rückenlagerung
- B halb sitzende Position
- C „Beach Chair Position“
- D Herzbettlagerung
- E Seitenlagerung

### Frage 9

Welche Variable ist bei der initialen Respiratoreinstellung zur maschinellen Beatmung von Fettleibigen die wichtigste?

- A Lebensalter
- B Körpergröße
- C aktuelles Körpergewicht
- D Bauchumfang
- E Lagerung des Patienten

### Frage 10

Welche Aussage zur endotrachealen Intubation (ETI) von Fettleibigen ist richtig?

- A Die ETI sollte in flacher Rückenlage durchgeführt werden.
- B Die ETI sollte in Trendelenburg-Lagerung durchgeführt werden.
- C Die ETI sollte in der „Ramped Position“ durchgeführt werden.
- D Die ETI sollte stets beim wachen Patienten durchgeführt werden.
- E Vor der ETI sollte über maximal 30 Sekunden über eine dicht-sitzende Gesichtsmaske präoxygeniert werden.