



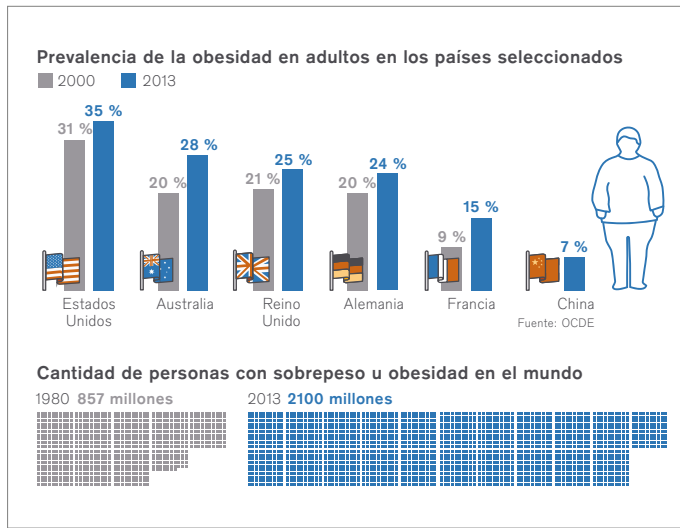
Protección pulmonar perioperatoria

Ventilación intraoperatoria en pacientes con obesidad

La obesidad conlleva cambios anatómicos y fisiológicos que, junto con la anestesia general, pueden producir complicaciones potencialmente mortales y por lo tanto empeorar el resultado de lo que hubiera podido ser una cirugía exitosa. Debido a que la población obesa está en aumento, más personas con obesidad se someterán al menos una vez en su vida a una anestesia general. La obesidad supone, sin duda, un gran desafío para los anestesiólogos. Con el fin de evitar complicaciones, la administración de anestesia general en pacientes con obesidad requiere distintos enfoques respecto a la ventilación intraoperatoria, en comparación con los riesgos habituales de los pacientes delgados. En esta guía clínica presentamos los enfoques necesarios para minimizar los riesgos a los que se exponen los pacientes obesos durante una ventilación intraoperatoria, tomando como punto de partida las consecuencias anatómicas y fisiológicas de la obesidad en el sistema respiratorio.

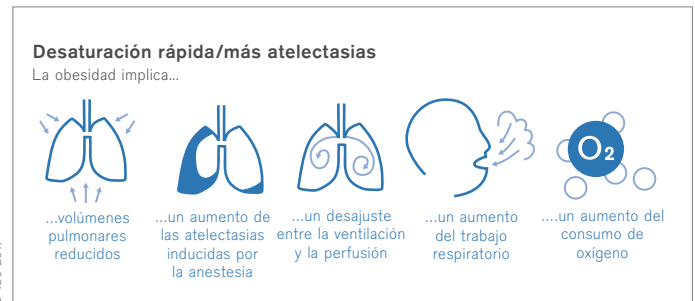
Para ver enfoques recomendados en la bibliografía especializada sobre preoxigenación e inducción, consulte el documento “Preoxigenación e inducción eficaces en pacientes con obesidad” ([enlace](#)).

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el año 2016 más de 1900 millones de adultos tenían sobrepeso y más de 650 millones eran obesos. En ese mismo año, 41 millones de niños menores de 5 años y más de 340 millones de niños entre 5 y 19 años tenían sobrepeso o eran obesos. Un informe reciente señala la prevalencia de obesidad en el 32 % de la población masculina y el 34 % de la población femenina de los EE. UU. Por otro lado, en el Reino Unido una cuarta parte de la población (tanto hombres como mujeres) es obesa. En Alemania, el 21 % de toda la población es obesa, mientras que el 37 % presenta sobrepeso, y la tendencia va en aumento.



En general, las atelectasias pueden detectarse durante una anestesia general en casi el 90 % de todos los pacientes.¹³ Incluso si el paciente tiene un sobrepeso moderado,¹⁴ las circunstancias antes mencionadas pueden reducir la capacidad residual funcional (CRF) y hacer disminuir el volumen pulmonar al final de la espiración (EELV) durante la ventilación mecánica.¹⁵ Esto podría ocasionar reservas respiratorias muy reducidas, dificultando tanto la gestión de las vías respiratorias como la aplicación de estrategias de ventilación protectora en términos de presión y de volumen. A su vez, esto podría tener consecuencias durante la fase postoperatoria, tales como la persistencia de atelectasias. En pacientes con obesidad mórbida, la CRF puede verse reducida hasta en un 50 % tras la inducción de una anestesia general.^{10, 11, 12, 16}

Para un resumen detallado acerca de los cambios patofisiológicos que ocurren en pacientes obesos, así como para consultar los enfoques recomendados en la bibliografía durante las fases de preoxigenación e inducción, consulte el documento [Preoxigenación e inducción eficaces en pacientes con obesidad](#).



I. Factores de la anatomía y fisiología de los pacientes obesos que influyen en la ventilación intraoperatoria

El exceso de tejido graso en los casos de obesidad hace aumentar las presiones torácica e intraabdominal. El aumento de esta última dificulta los desplazamientos diafragmáticos y ocasiona rigidez de la pared torácica, disminución del volumen pulmonar por la aparición de atelectasias por compresión, y menor distensibilidad a nivel de la pared torácica y del pulmón. Asimismo, la compresión de las vías aéreas pequeñas aumenta la resistencia y estimula el cierre de las vías durante la espiración.^{2,3,4,5,6} La elevación diafragmática resultante, que en última instancia es consecuencia de la compresión y eventual colapso del tejido pulmonar debido a la presión transmitida desde el abdomen hacia la pleura y los pulmones,^{7,8} es todavía mayor en posición supina y más exagerada en la posición de Trendelenburg.^{7,9} Las atelectasias por compresión ocurren cuando la presión local en la pleura es mayor que la correspondiente presión en los alveolos. Una presión abdominal elevada puede también incrementar la presión en la vena cava inferior y esto hace pasar sangre del abdomen al tórax, lo que aumenta aún más la presión alveolar.^{10,11,12}

II. Factores adicionales que pueden influenciar la ventilación intraoperatoria y la fase postoperatoria en pacientes con obesidad

Además de las complicaciones antes mencionadas, deben tenerse en cuenta las siguientes circunstancias, las cuales podrían tener un efecto directo sobre la ventilación intraoperatoria de los pacientes con obesidad debido a un exceso de tejido graso en la pared torácica y en el exterior e interior del abdomen.

Posición supina en el quirófano

El volumen pulmonar de los pacientes con obesidad ya es aproximadamente un 20 % inferior a lo esperado antes de la inducción de la anestesia,¹³ y en posición supina dicho volumen se reduce además en un 50 %.¹⁷ Las fluctuaciones de la presión transdiafragmática también aumentan significativamente, lo que conduce a la tensión del tejido pulmonar y aumenta el trabajo respiratorio de los pacientes que respiran espontáneamente en la

fase de inducción o la fase postoperatoria.⁹ Un estudio demostró que 7 de cada 8 pacientes mostraban una restricción en el flujo debido al colapso de las vías aéreas pequeñas cuando se encontraban en posición supina, en comparación con 2 de cada 8 pacientes cuando la posición era vertical. Steier et al.⁹ midieron en su estudio una PEEP intrínseca media (PEEPi) de 5,3 cm de H₂O en pacientes obesos en posición supina. Pankow et al.¹⁰ validaron esta observación al demostrar que la PEEPi en pacientes con obesidad aumentaba de 1,4 cm de H₂O a 4,1 cm de H₂O cuando se les cambiaba de la posición vertical a la posición supina. El incremento medio de la PEEPi era de 0,2 cm de H₂O por cada unidad de IMC¹⁰ en posición supina. "Incluso sin anestesia, los pacientes con obesidad muestran importantes restricciones en la ventilación una vez acostados", advierte el Prof. Dr. Hermann Wrigge del Departamento de Anaestesiología y Cuidados intensivos de la Universidad de Leipzig. Y además, continúa: "A los pacientes se les debería mantener erguidos el mayor tiempo posible, al menos cuando se encuentren en una unidad de cuidados postanestésicos o de cuidados intensivos y sea adecuado desde el punto de vista clínico; y si el tipo de cirugía lo permite, todos los pacientes con un IMC > 40 kg/m² deberían ventilarse con el tronco en posición elevada". Otra manera de aliviar la presión en el diafragma y de optimizar la ventilación intraoperatoria es mantener una posición de Trendelenburg invertida desde de la inducción de la anestesia hasta inmediatamente después de la extubación.¹⁸

Aumento del trabajo respiratorio

La obesidad está asociada con un mayor trabajo respiratorio, principalmente como resultado de una mayor resistencia en las vías aéreas y una menor distensibilidad del sistema respiratorio.^{10,19,20,21} Esto limita el flujo espiratorio y ocasiona un atrapamiento de aire por el cierre temprano de las vías y la consiguiente generación de una presión positiva espiratoria final intrínseca (PEEPi),¹¹ así como un desajuste entre la ventilación y la perfusión pulmonar. "Esto no juega un papel relevante durante la ventilación controlada en una anestesia general, ya que es el ventilador el que hace todo el trabajo" afirma el prof. Wrigge. "El problema de tener un mayor trabajo respiratorio adquiere importancia durante la fase postoperatoria en las unidades de cuidados intensivos o de cuidados post-anestesia. Si el paciente extubado no cuenta con la mitad del volumen pulmonar tras la operación por causa de atelectasias y muestra una PEEP intrínseca alta, significa que hay un aumento en el trabajo respiratorio".

Apnea obstructiva del sueño (AOS)

La AOS está asociada con una mayor incidencia de insuficiencia respiratoria aguda postoperatoria, eventos cardíacos e ingresos prolongados en la UCI. Los estudios estiman la prevalencia de AOS entre un 2 y un 24 % de la población,^{22,23,24} y la mitad de todos los pacientes con un IMC > 40 kg/m² padecen AOS.²⁵ Debido a la intubación endotraqueal, la AOS no influye directamente en la ventilación intraoperatoria.²⁶ Incluso en la unidad de cuidados post-anestesia (URPA) o la unidad de cuidados intensivos (UCI), no suele presentarse apnea. Esto puede estar causado por un cambio en el patrón de sueño inducido por opioides, lo que provoca una menor incidencia de episodios obstructivos. No obstante, los episodios de apnea central podrían aumentar bajo la influencia de los opioides. "La AOS influye sobre la respiración espontánea después de que el paciente se despierta tras una anestesia general, principalmente debido al efecto de los opiáceos administrados durante la cirugía. La apnea se presenta con mayor frecuencia bajo la influencia de opiáceos, por lo que los anestesiólogos deberían evitar su uso o emplear sustancias de acción corta, además de moderarse en su aplicación con el fin de mitigar el riesgo de problemas respiratorios", advierte el prof. Wrigge. "Ya que con la CPAP se reduce la frecuencia de las apneas, el tratamiento a base de CPAP debería empezarse inmediatamente tras la extubación y continuar en la URPA, y de ser posible, incluso en planta".

En este contexto, debe recordarse que los episodios de AOS ocurren principalmente durante las fases REM (movimiento ocular rápido) del sueño. Los opioides podrían acortar la fase REM así como el sueño de ondas lentas, provocando una menor incidencia de los episodios obstructivos durante esta fase.²⁶ "Los pacientes con obesidad a menudo muestran un patrón patológico del sueño sin fases REM tras despertarse de la anestesia general en la URPA o UCI", explica el prof. Wrigge. "Por lo tanto, la AOS podría no observarse en la URPA o la UCI, dando pie a la suposición equivocada de que no existe un problema de AOS". No obstante, los eventos obstructivos podrían volverse a presentar con mayor frecuencia e intensidad durante la reaparición de la fase REM después de la tercera noche tras la cirugía, una vez en planta.²⁶ "Generalmente esto no se tiene en cuenta cuando el paciente ya no está siendo vigilado por el anestesiólogo, es decir, cuando se encuentra en planta. Es por ello que de forma ideal, la terapia CPAP debería continuarse tras la extubación no solo debido al peligro de una mayor atelectasia postoperatoria, sino también porque la AOS vuelve a aparecer cuando se reinician las fases REM. Esto podría ser un motivo para implementar, con vistas a futuro, una monitorización telemétrica en este campo".

Recuerde:

La causa de la PEEP intrínseca (PEEPi) es el atrapamiento de aire. La PEEPi se presenta cuando el tiempo espiratorio es más corto que el tiempo necesario para vaciar completamente los pulmones, lo que impide al pulmón y la pared torácica alcanzar un punto de equilibrio elástico. Steier et al. hallaron que el único factor predictivo independiente para la aparición de la PEEPi es el IMC. A través de su estudio encontraron un aumento medio de la PEEPi de 0,2 cm de H₂O por cada unidad del IMC en posición supina.¹⁰

Síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) en pacientes con obesidad

El SDRA puede surgir como resultado de complicaciones pulmonares postoperatorias, que se presentan unos pocos días después de la cirugía. Nos lo explica el prof. Wrigge: "Aunque el SDRA en general es una complicación excepcionalmente rara, los pacientes obesos presentan más riesgo debido al mayor número de atelectasias pronunciadas, mala mecánica de la respiración y enfermedades metabólicas concomitantes que sufren con frecuencia". Según lo sugerido por estudios y metanálisis recientes,^{27, 28} incluso las prácticas generalizadas de ventilación no protectora intraoperatoria pueden provocar SDRA. Es por ello que deben implementarse tratamientos de ventilación protectora para minimizar el riesgo.

Todos los pacientes con SDRA deberían ventilarse de acuerdo con los principios de protección pulmonar. "Esto se traduce en utilizar un pequeño V_T de 6-8 ml, una presión de distensión inferior a 13-15 cm H₂O, y una PEEP apropiada, de 10-26 cm de H₂O", indica el prof. Wrigge. "Pero siempre debe tenerse en cuenta que una mayor presión respiratoria aumenta la presión intratorácica y por lo tanto se requiere la administración de líquidos o vasopresores para mantener una adecuada presión de perfusión cardíaca", explica el prof. Wrigge.

Grado de obesidad en función del IMC¹

IMC	Estado nutricional
Inferior a 18,5	Peso inferior a la media
18,5-24,9	Peso normal
25,0-29,9	Preobesidad
30,0-34,9	Obesidad grado I
35,0-39,9	Obesidad grado II
Superior a 40	Obesidad grado III

fisiológicas y mecánicas pulmonares particulares, como ya se ha mencionado antes. Dichas propiedades pueden afectar a la totalidad del procedimiento de anestesia general, además de causar graves complicaciones pulmonares postoperatorias. Así pues, los riesgos conocidos de una anestesia general aumentan drásticamente. "Casi todas estas complicaciones pueden deducirse a partir de un volumen pulmonar disminuido", explica el prof. Wrigge. Sin embargo, la ventilación pulmonar protectora permite disminuir el riesgo de dichas complicaciones.³⁰ Para ello, deben implementarse las siguientes modificaciones:

Volumen tidal (V_T) y presión de distensión (PD).

"El V_T debería estar limitado a 6–8 ml/kg de peso corporal teórico (PBW) del paciente, no su verdadero peso, ya que los pulmones no crecen por la presencia de grasa corporal. Dicho V_T puede alcanzarse mediante presiones de distensión (driving pressure) inferiores a 13 cm de H₂O en pacientes obesos con pulmones sanos. Esto aplica en particular para los pacientes con obesidad mórbida", dice el prof. Wrigge. En relación con el cálculo del V_T correcto, y debido a una mala estimación del peso corporal ideal (IBW), las mujeres de estatura baja con sobrepeso corren un riesgo mayor de someterse a una ventilación con un V_T demasiado alto. "Para obtener una ventilación pulmonar protectora intraoperatoria con un V_T bajo y una PD de 13 cm H₂O como máximo, se requiere una buena distensibilidad pulmonar, es decir, un pulmón abierto", explica el prof. Wrigge. "Los pulmones con atelectasias tienden a la rigidez dado que el volumen pulmonar disminuido tiene que hacerse cargo del V_T, lo que significa que la distensibilidad pulmonar es significativamente inferior. Con el objetivo de poder aplicar las presiones con fines de protección pulmonar antes mencionadas durante la ventilación intraoperatoria, sería necesario hacer desaparecer las atelectasias a través de una maniobra de reclutamiento, para que la distensibilidad pulmonar aumente o incluso llegue a normalizarse".

En este contexto, la administración de gas, en particular de O₂ para evitar la aparición de atelectasias de reabsorción adicionales, es un punto controvertido. "Se sabe que una concentración de oxígeno del 80 % previene las atelectasias de reabsorción. No obstante, si el paciente se pre-oxigena con oxígeno al 80 % y se presentan

III. Adaptar los enfoques de ventilación intraoperatoria ayuda a evitar complicaciones²⁹

Los pacientes con obesidad mórbida muestran propiedades

problemas de ventilación a lo largo del procedimiento, se cuenta con menos tiempo para corregir el problema si hay menos oxígeno en los alveolos”, explica el prof. Wrigge. Por ello, se desaconseja una F_{iO_2} disminuida durante la inducción de la anestesia.

Maniobras de reclutamiento (MR).³¹

Si se necesita una PD (driving pressure) elevada para lograr un volumen tidal adecuado en pacientes obesos, esto indica una distensibilidad pulmonar deficiente, algo que suele deberse a la presencia de atelectasias. Es por ello que para mejorar la distensibilidad se requiere una MR y posteriormente un ajuste para lograr la PEEP adecuada. La ventilación de protección pulmonar perioperatoria se basa en un V_T bajo, presiones de distensión bajas y también una MR inicial.³² En los pacientes obesos, esta combinación puede disminuir el riesgo de complicaciones pulmonares postoperatorias.³³ Una MR supone que el pulmón está siendo ventilado con una presión de meseta intermitente más elevada. Cuando se lleva a cabo correctamente, la MR puede aumentar la CRF abriendo las zonas atelectásicas de los pulmones y, de este modo, se previene la hipoxemia y se mejora la saturación de oxígeno y la distensibilidad de las vías respiratorias, además de reducir el trabajo respiratorio. “Es importante saber que el reclutamiento de las regiones inferiores de los pulmones – que son las que sufren más atelectasias – puede resultar difícil debido a que cuando se emplea ventilación mecánica se precisa una presión mucho más alta para lograrlo”, advierte el prof. Wrigge. “Una presión de reclutamiento excesiva, p.ej. más de 60 cm H_2O , puede ocasionar complicaciones mortales, especialmente en pacientes con SDRA. La obesidad requiere presiones de entre 50 y 55 cm de H_2O para realizar la MR. Esto es básicamente inofensivo para las personas con pulmones sanos, si se tratan adecuadamente los efectos hemodinámicos con vasopresores”.

Maniobra de reclutamiento progresiva.

Existen varios enfoques para el reclutamiento de las áreas atelectásicas del pulmón. Es muy frecuente realizar una MR con bolsa de ventilación manual, a pesar de que los picos máximos de presión pueden producir graves efectos adversos hemodinámicos y pulmonares. “El reclutamiento con bolsa significa que se aplican presiones elevadas sin control, ya que la presión ejercida con la bolsa no puede controlarse fácilmente; cuando se realiza el cambio a la ventilación mecánica, la PEEP puede perderse momentáneamente”, explica el prof. Wrigge. “Por el contrario, el ventilador ofrece total control de la presión sin pérdida de la PEEP. Es por esto que ya no se recomienda el uso del método con bolsa”.

Una MR progresiva es un procedimiento controlado por el ventilador que ofrece menos complicaciones hemodinámicas, inflamatorias

y barotraumáticas.^{34,35,36,37,38} Para tener éxito en el reclutamiento, y determinar la PEEP óptima o de no colapso, la presión se aumenta gradualmente, controlando los parámetros ventilatorios y hemodinámicos. La diferencia (delta) entre la presión inspiratoria y la PEEP (presión de distensión o driving pressure) se mantiene constante,¹³ mientras que el valor de presión máxima debe ser al menos equivalente a la presión necesaria para abrir los alveolos. El prof. Wrigge continúa: “Si la PEEP se mantiene lo suficientemente alta tras la maniobra de reclutamiento, esta será necesaria solamente una vez”.

La maniobra progresiva puede adaptarse en función de las necesidades individuales del paciente, en caso de registrarse cambios en la distensibilidad y la hemodinámica durante su ejecución: por ejemplo, la maniobra puede interrumpirse cuando se alcance una saturación de oxígeno adecuada, o en caso de colapso hemodinámico. Finalmente, el valor de PEEP ideal o de no colapso se lee en la fase de reducción de la maniobra progresiva y se fija como referencia. Entonces se realiza una segunda maniobra de reclutamiento, seguida de la PEEP establecida con anterioridad. La ventaja principal de la MR progresiva es que consta de una fase de aumento y otra de reducción. Nos lo explica el prof. Wrigge: “Durante la fase de aumento, la presión de apertura de la atelectasia se supera lentamente al aumentar gradualmente la presión empleada”. El organismo se adapta mejor al aumento de presión, lo que disminuye los efectos secundarios de las presiones de ventilación elevadas y previene además efectos secundarios hemodinámicos graves. Entonces comienza la fase de reducción de la maniobra, que se usa para medir la PEEP y que es capaz de mantener el reclutamiento por sí sola.³⁹ A este respecto, la bibliografía documenta una secreción disminuida de mediadores inflamatorios gracias a la mayor distensibilidad y oxigenación.⁴⁰ Además, estudios recientes confirman una mejor tolerancia cuando el reclutamiento se realiza por etapas, registrándose menos lesiones alveolares y menos daños en las células endoteliales.⁴¹

Una desventaja de la maniobra progresiva es su mayor duración y la cantidad de fases necesarias para su ejecución. Durante la reunión anual del Colegio de Anestesiólogos de Australia y Nueva Zelanda (ANZCA) en 2015, el doctor australiano Chris Thompson presentó un procedimiento de reclutamiento bastante pragmático. El procedimiento consiste en determinar la PEEP específica del paciente mediante la comparación del gráfico V_T /PEEP

Para una información resumida completa de las maniobras de reclutamiento consulte ([enlace](#)).

correspondiente a ambas fases, de aumento y de reducción, durante la maniobra de reclutamiento progresivo. Así puede calcularse la PEEP para determinado paciente en la fase de reducción, que es donde se observa la mejor distensibilidad ([enlace al vídeo](#)).

Establecer la PEEP individual adecuada después de la MR.^{10,42,43}

En una situación ideal, después de la MR debería calcularse la PEEP adecuada para el paciente individual que se haya sometido a la maniobra, con el fin de prevenir nuevas atelectasias.^{44,45,46,47,48,49} Algunos estudios⁵⁰ sugieren utilizar una ventilación con V_T bajo junto con una PEEP de 6-8 cm de H_2O con este objetivo. Otros estudios han demostrado que una PEEP de 10 a 18 cm de H_2O resulta más eficaz para promover la oxigenación y restringir las atelectasias que una PEEP de 5 cm H_2O o una maniobra de MR sin ajuste de PEEP.^{12, 17, 51} El trabajo de Pelosi et al. demostró que con una PEEP de 10 cm H_2O se mejoró la oxigenación en pacientes con obesidad mórbida. El prof. Wrigge nos lo explica: "Estos resultados no significan que el pulmón permanezca abierto con una PEEP de p. ej., 6, 8, 10 o 18 centímetros de H_2O , sino que resulta fundamental implementar una PEEP adecuada tras la MR que mantenga los pulmones abiertos ya que las vías aéreas pequeñas y los alveolos se colapsan y pueden surgir atelectasias cuando la PEEP es demasiado baja. De acuerdo con estudios recientes, la PEEP debería situarse en el intervalo de 10 a 26 cm de H_2O , idealmente en el marco de un paciente al que se le ha realizado una MR progresiva personalizada".

A pesar de que no existe un claro consenso sobre los parámetros adecuados de PEEP en pacientes con obesidad, existen pruebas de que se necesita una PEEP significativamente mayor tras la MR para impedir la aparición de atelectasias a repetición.³⁴ Parece evidente que esto es útil para disminuir las complicaciones, pero todavía no hay evidencias científicas que lo respalden. "Los elevados valores de PEEP requeridos para mantener abiertos los

pulmones del paciente obeso pueden ocasionar graves efectos secundarios hemodinámicos con un aumento de la concentración de catecolaminas y la necesidad de mantener el balance hídrico", explica el prof. Wrigge. "Pero no se sabe con certeza si la necesidad de mantener un 'pulmón abierto' justifica estos efectos secundarios. Actualmente se está llevando a cabo un estudio con aproximadamente 2000 pacientes obesos que investiga los efectos de una PEEP de 4, frente a una PEEP de 12".⁵²

IV. Resumen ejecutivo

Los pacientes con obesidad muestran características fisiológicas y mecánicas particulares, y presentan mayor riesgo de complicaciones pulmonares postoperatorias. En condiciones intraoperatorias, se recomienda una ventilación de protección pulmonar con un V_T bajo y maniobras de reclutamiento con niveles de PEEP muy por encima de los usados en la actualidad. En este contexto, se ha demostrado que una MR progresiva o en etapas resulta ventajosa para los pacientes obesos, teniendo en cuenta que debe definirse una PEEP específica para cada paciente.

Descubra más información en nuestro sitio web www.draeger.com/protective-ventilation

¿LE HA RESULTADO ÚTIL ESTE ARTÍCULO?

Ayúdenos a que nuestros artículos sean más relevantes e interesantes. Por favor, haga clic en uno de los iconos de abajo.



IMPRINT

ALEMANIA
Drägerwerk AG & Co. KGaA
Moislinger Allee 53-55
23542 Lübeck

www.draeger.com

REFERENCIAS:

- 1 Organización Mundial de la Salud, Oficina regional europea, <http://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/nutrition/a-healthy-lifestyle/body-mass-index-bmi>; consulta del 3 de noviembre de 2017.
- 2 Rossaint R., Werner CH.: *Die Anästhesiologie: Allgemeine und spezielle Anästhesiologie, Schmerztherapie und Intensivmedizin*, 3. Auflage, Springer Verlag.
- 3 Salome CM, Munoz PA, Berend N, et al. Effect of obesity on breathlessness and airway responsiveness to methacholine in non-asthmatic subjects. *Int J Obes (Lond)* 2008;32:502-9.
- 4 Eriksen J, Andersen J, Rasmussen JP, et al. Effects of ventilation with large tidal volumes or positive end-expiratory pressure on cardiorespiratory function in anesthetized obese patients. *Acta Anaesthesiol Scand* 1978;22:241-8.
- 5 Hackney JD, Crane MG, Collier CC, et al. Syndrome of extreme obesity and hypoventilation: studies of etiology. *Ann Intern Med* 1959;51:541-52.
- 6 Pelosi P, Croci M, Ravagnan I, et al. The effects of body mass on lung volumes, respiratory mechanics, and gas exchange during general anesthesia. *Anesth Analg* 1998;87:654-60.
- 7 Hodgson LE, Murphy PB, Hart N. Respiratory management of the obese patient undergoing surgery. *J Thorac Dis*. Mayo de 2015;7(5):943-52.
- 8 Ferretti A, Giampiccolo P, Cavalli A, et al. Expiratory flow limitation and orthopnea in massively obese subjects. *Chest* 2001;119:1401-8.
- 9 Steier J, Jolley CJ, Seymour J, et al. Neural respiratory drive in obesity. *Thorax*. Agosto de 2009;64(8):719-25.
- 10 Pankow W, Podszus T, Gutheil T, et al. Expiratory flow limitation and intrinsic positive end-expiratory pressure in obesity. *J Appl Physiol (1985)* 1998;85:1236-43.
- 11 Smetana GW. Preoperative pulmonary evaluation. *N Engl J Med* 1999;340:937-44.
- 12 Reinius H, Jonsson L, Gustafsson S, et al. Prevention of atelectasis in morbidly obese patients during general anesthesia and paralysis: a computerized tomography study. *Anesthesiology* 2009;111:979-87.
- 13 Eichenberger A, Proietti S, Wicky S, et al. Morbid obesity and postoperative pulmonary atelectasias: an underestimated problem. *Anesth Analg*. Diciembre de 2002;95(6):1788-92.
- 14 Salome CM.: Physiology of obesity and effects on lung function; *J Appl Physiol* 108: 206–211, 2010.
- 15 Rubinstein I, Zamel N, DuBarry L, et al. Airflow limitation in morbidly obese, nonsmoking men. *Ann Intern Med* 1990;112:828-32.
- 16 Tanoubi I, Drolet P, Donati F. Optimizing preoxygenation in adults. *Can J Anaesth*. Junio de 2009;56(6):449-66.
- 17 Nestler, C., Wrigge H. et al.: Individualized positive end-expiratory pressure in obese patients during general anesthesia: a randomized controlled clinical trial using electrical impedance tomography; *Br J Anaesth*. 16 de octubre de 2017. doi: 10.1093/bja/aex192. [Publicación electrónica antes de la impresión].
- 18 Schumann, R.: Pulmonary Physiology of the Morbidly Obese and the Effects of Anesthesia. *International Anesthesiology Clinics*. 51 (3): 41-51, Verano 2013 DOI: 10.1097/AIA.0b013e3182981252.
- 19 Sharp JT, Henry JP, Sweany SK, et al. The total work of breathing in normal and obese men. *J Clin Invest* 1964;43:728-39.
- 20 Zerah F, Harf A, Perlemuter L, et al. Effects of obesity on respiratory resistance. *Chest* 1993;103:1470-6.
- 21 Kress JP, Pohlman AS, Alverdy J, et al. The impact of morbid obesity on oxygen cost of breathing (VO(2)RESP) at rest. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;160:883-6.
- 22 Mandal S, Hart N. Respiratory complications of obesity. *Clin Med* 2012;12:75-8.
- 23 Young T, Palta M, Dempsey J, et al. The occurrence of sleep-disordered breathing among middle-aged adults. *N Engl J Med* 1993;328:1230-5.
- 24 Young T, Peppard PE, Taheri S. Excess weight and sleep-disordered breathing. *J Appl Physiol (1985)* 2005;99:1592-9.
- 25 Resta O, Foschino-Barbaro MP, Legari G, et al. Sleep-related breathing disorders, loud snoring and excessive daytime sleepiness in obese subjects. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2001;25:669-75.
- 26 Lam KK et al.: Obstructive sleep apnea, pain, and opioids: is the riddle solved? *Curr Opin Anaesthesiol*. Febrero de 2016; 29(1): 134–140. Publicado online el 28 de nov. 2015. doi:10.1097/ACO.0000000000000265 PMID: PMC4927322.
- 27 Serpa Neto A, Cardoso SO, Manetta JA, Pereira VG, Esposito DC, Pasqualucci Mde O, et al. Association between use of lung-protective ventilation with lower tidal volumes and clinical outcomes among patients without acute respiratory distress syndrome: a meta-analysis. *JAMA*. 2012;308(16):1651–9.
- 28 Hemmes SN, Serpa Neto A, Schultz MJ. Intraoperative ventilatory strategies to prevent postoperative pulmonary complications: a meta-analysis. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2013;26(2):126–33.
- 29 Murphy C et al.: Airway management and oxygenation in obese patients; *Can J Anesth/J Can Anesth (2013)* 60:929–945.

REFERENCIAS:

- 30 Ladhka K. et al.: Intraoperative protective mechanical ventilation and risk of postoperative respiratory complications: hospital based registry study, *BMJ* 2015;351:h3646.
- 31 Futier E et al.: Noninvasive Ventilation and Alveolar Recruitment Maneuver Improve Respiratory Function during and after Intubation of Morbidly Obese Patients; *Anesthesiology* 2011; 114:1354 – 63.
- 32 Ball L, Pelosi P: Intraoperative mechanical ventilation in patients with non-injured lungs: time to talk about tailored protective ventilation?; *Ann Transl Med.* Enero de 2016;4(1):17.
- 33 Futier E, Marret E, Jaber S; Perioperative Positive Pressure Ventilation: An Integrated Approach to Improve Pulmonary Care, *Anesthesiology.* Agosto de 2014;121(2):400-8.
- 34 Andreas Güldner y Marcelo Gama de Abreu: Intraoperative protective ventilation reduces postoperative pulmonary complications, *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2015; 50(9): 524-528.
- 35 Entrevista con el Prof. Dr. Hermann Wrigge, University Hospital Leipzig, Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und Intensivtherapie, 03.11.2016.
- 36 Rothen HU, Neumann P, Berglund J, Valtysson J, Magnusson A, Hedenstierna G.; Dynamics of re-expansion of atelectasis during general anaesthesia.; *Br J Anaesth.* 1999 Apr;82(4):551-6.
- 37 Tusman G, Groisman I, Fiolo FE, Scandurra A, Arca JM, Krumrick G, Bohm SH, Sipmann FS; Noninvasive monitoring of lung recruitment maneuvers in morbidly obese patients: the role of pulse oximetry and volumetric capnography. *Anesth Analg.* Enero de 2014;118(1):137-44.
- 38 Pelosi P, Gama de Abreu M, Rocco PR; New and conventional strategies for lung recruitment in acute respiratory distress syndrome. *Crit Care.* 2010;14(2):210.
- 39 Suarez-Sipmann, Böhm SH, Tusman G, Pesch T, Thamm O, Reissmann H, Reske A, Magnusson A, Hedenstierna G.; Use of dynamic compliance for open lung positive end-expiratory pressure titration in an experimental study.; *Crit. Care Med.* Enero de 2007; 35(1):214-21.
- 40 Hodgson C et al. A randomised controlled trial of an open lung strategy with staircase recruitment, titrated PEEP and targeted low airway pressures in patients with acute respiratory distress syndrome, *Crit Care.* 2011; 15(3): R133. Publicación online del 2 de junio de 2011.
- 41 Santos RS, Moraes L, Samary CS, Santos CL, Ramos MB, Vasconcellos AP, Horta LF, Morales MM, Capelozzi VL, Garcia CS, Marini JJ, Gama de Abreu M, Pelosi P, Silva PL, Rocco PR; Fast Versus Slow Recruitment Maneuver at Different Degrees of Acute Lung Inflammation Induced by Experimental Sepsis, *Anesth Analg.* Abril de 2016;122(4):1089-100. doi: 10.1213/ANE.0000000000001173.
- 42 Futier E et al.: Positive end-expiratory pressure improves end-expiratory lung volume but not oxygenation after induction of anaesthesia; *Eur J Anaesthesiol* 2010; 27:508-513.
- 43 Barbosa FT et al.: Positive end-expiratory pressure (PEEP) during anaesthesia for prevention of mortality and postoperative pulmonary complications (artículo de revisión); 2014, *The Cochrane Collaboration.* Publicado por John Wiley & Sons, Ltd.
- 44 Brismar B, Hedenstierna G, Lundquist H, et al. Pulmonary densities during anesthesia with muscular relaxation—a proposal of atelectasis. *Anesthesiology* 1985;62:422-8.
- 45 Neumann P, Rothen HU, Berglund JE, et al. Positive end-expiratory pressure prevents atelectasis during general anaesthesia even in the presence of a high inspired oxygen concentration. *Acta Anaesthesiol Scand* 1999;43:295-301.
- 46 Tokics L, Hedenstierna G, Strandberg A, et al. Lung collapse and gas exchange during general anesthesia: effects of spontaneous breathing, muscle paralysis, and positive end-expiratory pressure. *Anesthesiology* 1987;66:157-67.
- 47 Clarke JP, Schuitemaker MN, Sleight JW. The effect of intraoperative ventilation strategies on perioperative atelectasis. *Anaesth Intensive Care* 1998;26:262-6.
- 48 Maracajá-Neto LF, Verçosa N, Roncally AC, et al. Beneficial effects of high positive end-expiratory pressure in lung respiratory mechanics during laparoscopic surgery. *Acta Anaesthesiol Scand* 2009;53:210-7.
- 49 Meininger D, Byhahn C, Mierdl S., et al. Positive end-expiratory pressure improves arterial oxygenation during prolonged pneumoperitoneum. *Acta Anaesthesiol Scand* 2005;49:778-83.
- 50 Futier E, Constantin JM, Paugam-Burtz C, et al. A trial of intraoperative low-tidal-volume ventilation in abdominal surgery. *N Engl J Med.* 2013;369:428-37.
- 51 Talab HF, Zabani IA, Abdelrahman HS, Bukhari WL, Mamoun I, Ashour MA, Sadeq BB, El Sayed SI; Intraoperative ventilatory strategies for prevention of pulmonary atelectasis in obese patients undergoing laparoscopic bariatric surgery. *Anesth Analg.* Noviembre de 2009;109(5):1511-6.
- 52 Bluth T et al.: Protective intraoperative ventilation with higher versus lower levels of PEEP in obese patients (PROBESE): study protocol for a randomized controlled trial; *Trials.* 28 de abril de 2017; 18(1):202. doi: 10.1186/s13063-017-1929-0.