


DOI: 10.25237/revchilanestv53n4-15

Ventilación mecánica en el paciente con obesidad

Mechanical Ventilation in obese patients

Manuel Alberto Guerrero Gutiérrez^{1,*} , Diego Escarramán Martínez², Gerardo Alberto Solís Pérez³, Jorge M. Antolinez-Motta⁴, Orlando Rubén Pérez Nieto⁵, Eder Iván Zamarrón López⁶

¹ UABC. Tijuana.

² HECMN "La Raza".

³ UMAE No. 14 Veracruz.

⁴ Hospital General Dr. Manuel Gea González. CDMX, México.

⁵ Hospital General San Juan del Río, Queretaro.

⁶ Hospital General Regional #6 IMSS, Cd. Madero, Tamaulipas.

Fecha de recepción: 10 de mayo de 2024 / Fecha de aceptación: 11 de junio de 2024

ABSTRACT

The anesthesiologist is the health provider who intubates the most and therefore programs the most mechanical ventilators in the world. The obese patient is a pathology that is increasing, therefore, this combination of mechanical ventilation in the obese patient It will be imperative to master it by the anesthesiology staff. This article aims to issue recommendations for perioperative mechanical ventilation and collect the best possible evidence to date for them. These recommendations range from tidal volume, respiratory rate, peripheral oxygen saturation in the perioperative period, what is the best ventilatory mode for the obese patient? How much positive end-expiratory pressure (PEEP) should I place? Maneuvers recruitment, Prone, Non-invasive mechanical ventilation, Inspiratory pause and lung protection goals in patients with obesity.

Key words: Mechanical ventilation, obesity, bariatric anesthesia, positive end-expiratory pressure, recruitment maneuvers, NIV.

Resumen

El anestesiólogo es el personal de salud que más intuba y por lo tanto, que más programa el ventilador mecánico en el mundo, el paciente con obesidad es una patología que va en aumento, por lo tanto, este binomio de ventilación mecánica en el paciente con obesidad será imperativo dominarlo por el personal de anestesiología. Este artículo tiene como objetivo emitir recomendaciones para la ventilación mecánica perioperatoria y recolectar la mejor evidencia posible hasta el momento para estas mismas. Estas recomendaciones van desde el volumen tidal, frecuencia respiratoria, saturación periférica de oxígeno en el perioperatorio, ¿Cuál es el mejor modo ventilatorio para el paciente con obesidad?, ¿Cuánta presión positiva al final de la espiración (PEEP) debo colocar?, Maniobras de reclutamiento, Prono, Ventilación mecánica no invasiva, Pausa inspiratoria y metas de protección pulmonar en el paciente con obesidad.

Palabras clave: Ventilación mecánica, obesidad, anestesia bariátrica, presión positiva al final de la espiración, maniobras de reclutamiento, VMNI.

Introducción

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), la obesidad se define como una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial

para la salud y, específicamente, un índice de masa corporal (IMC) mayor a 30 kg/m² representa obesidad (Tabla 1). La obesidad es una enfermedad que ha ido en aumento, con una prevalencia mundial del 20%[1]. México ocupa los primeros lugares en el mundo en este aspecto. De acuerdo con la encuesta

Manuelguerreromd@gmail.com

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0645-1836>

ISSN: 0716-4076



ENSANUT del 2022[2] casi el 40% de nuestra población adulta padece obesidad, por lo tanto, con estos datos podemos deducir que 1 de cada 3 pacientes atendidos será con obesidad. Es trascendental comprender los cambios fisiopatológicos que presentan y la relevancia que esto implica en la Ventilación Mecánica para el paciente con obesidad.

Fisiopatología de los cambios respiratorios del paciente con obesidad

Esta población de pacientes presenta un aumento de masa alrededor del cuello, lo que los hace más propensos al cierre de la vía aérea, acentuándose cuando están bajo relajación neuromuscular (RNM), lo que dificulta la ventilación con mascarilla facial e intubación, o cuando presentan Síndrome de Apnea Obstructiva del Sueño[3]. Su trabajo respiratorio se ve afectado por el aumento de la presión intraabdominal (PIA), lo que provoca una cefalización del diafragma y un incremento en la frecuencia respiratoria, con la introducción de un volumen tidal bajo para compensar el Volumen Minuto[4],[5]. A su vez, esto conlleva a un aumento en el consumo metabólico de oxígeno, una mayor expulsión de CO₂ con cada ventilación y una generación de alcalosis respiratoria. El volumen pulmonar en reposo se ve afectado con una disminución, ya que la capacidad residual funcional (CRF) disminuye 5% al 15% cuando el IMC es superior a 30 kg/m², esto, junto con la retención de CO₂, contribuye al síndrome de hipoventilación del paciente con obesidad[6]. Estos cambios son más pronunciados cuando

del paciente está en posición supina y/o bajo efectos de RNM[7],[8].

En pacientes con obesidad, existe una heterogeneidad significativa, tanto en la resistencia como en la distensibilidad. Por lo tanto, la inflación o desinflación no homogénea de los pulmones puede causar diferencias de presión dinámicas entre las regiones y dar lugar a flujos de aire interregionales conocidos como efecto pendelluft[9],[10].

Todos estos mecanismos hacen que el paciente tenga una mayor facilidad para desarrollar atelectasias (Tabla 2) y para experimentar falla respiratoria (Figura 1).

Programación inicial del ventilador mecánico en el paciente con obesidad

La programación inicial del ventilador mecánico en pacientes con obesidad se aborda en este apartado. Se dividirá el tema en los siguientes subtemas para facilitar la comprensión de la persona lectora. Se enfatiza en los siguientes puntos, desarrollando a detalle sobre cada uno de ellos.

1. Volumen tidal (Vt).
2. Frecuencia respiratoria (FR).
3. Saturación periférica de O₂ (SpO₂).
4. ¿Cuál es el modo ventilatorio ideal en el paciente con obesidad?
5. ¿Cuánta presión positiva al final de la espiración (PEEP) debo colocar al paciente con obesidad?
6. Maniobras de reclutamiento (MR).

Tabla 1. Clasificación de la OMS para pacientes con obesidad con base en el IMC

Diagnóstico	(IMC) kg/m ²	Riesgo de enfermedad con ICC en hombres < 94 cm y mujeres < 80 cm	Riesgo de enfermedad con ICC en hombres > 94 cm y mujeres > 80 cm
Bajo peso	< 18,5		
Normo peso	18,5-24,9		
Sobre peso	25-29,9	Incrementado	Alto
Obesidad Clase I (Obesidad moderada)	30-34,9	Alto	Muy alto
Obesidad Clase II (Obesidad grave)	35-39,9	Muy alto	Muy alto
Obesidad Clase III (Obesidad mórbida)	> 40	Extremadamente alto	Extremadamente alto

OMS: Organización Mundial de la Salud, IMC: Índice de Masa Corporal, ICC: Índice cintura-cadera[1].

Tabla 2. Cambios pulmonares fisiopatológicos en el paciente con obesidad y su impacto clínico

Cambios fisiopatológicos	Impacto clínico
Aumento de masa alrededor del cuello	Ventilación/intubación difícil SAOS
Aumento de la PIA (6-10 cmH ₂ O)	Patrón restrictivo Aumento del trabajo respiratorio Aumento del VO ₂
Cefalización del diafragma	Aumento de la FR y Volumen tidal compensado para el VM Alcalosis respiratoria Mayor desarrollo de atelectasias
Aumento de masa en el tórax	La CRF disminuye 5% al 15% por cada 5 kg/m ² de aumento en el IMC cuando este se encuentra encima de 30 kg/m ²

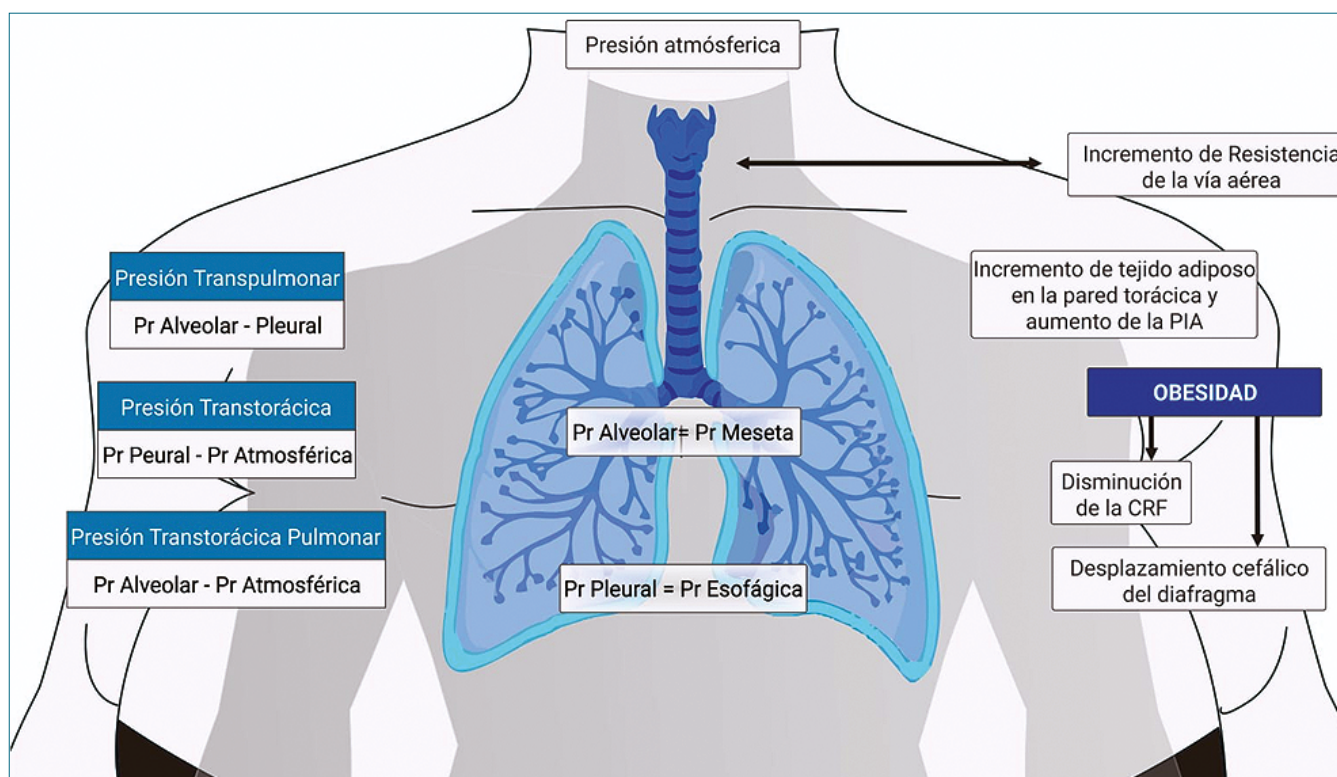


Figura 1. Cambios fisiopatológicos del paciente obeso y presiones pulmonares. Pr: Presión; PIA: presión intra abdominal; CRF: capacidad residual funcional. Tomado y traducido de: Intensive Care Med (2020) 46:2423-2435. <https://doi.org/10.1007/s00134-020-06286-x>.

7. Prono en el paciente con obesidad.
8. Ventilación mecánica no invasiva en el paciente con obesidad.
9. Presión inspiratoria.
10. Cambios en la medición y metas de las presiones pulmonares en el paciente con obesidad.

Volumen tidal

El concepto de protección pulmonar debe mantenerse en todos los ámbitos y el volumen tidal no es la excepción. Al igual que en un paciente sin obesidad, el volumen tidal se calcula con base en la altura y no en el peso. Se utiliza la fórmula del peso ideal para pacientes sin patología pulmonar tipo SDRA y la fórmula del peso predicho para el paciente con SDRA (Tabla 3) [11],[12].

Tradicionalmente, en todas las áreas donde se encontraba un ventilador, desde el prehospitalario hasta la Terapia Intensiva, se solía utilizar un volumen tidal de 10-12 ml/kg. Sin embargo, actualmente, se tiene conocimiento de que esto constituye una ventilación no protectora. En estudios realizados en el manejo perioperatorio, como el IMPROVE, PROVHILO, y PROBESE, han reafirmado esta teoría, demostrando que no solo el paciente con SDRA se beneficia de volúmenes tidales de 6-8 ml/kg, sino también el paciente sin patología pulmonar[16]-[20].

Hoy en día, una vez calculado nuestro peso ideal o predicho según la patología, se multiplicará por 6-8 ml/kg de peso. Es importante recordar que ésta es nuestra programación inicial y que el proceso es dinámico.

Tabla 3. Fórmulas para el cálculo del volumen tidal en el paciente con obesidad

Formula de Peso Ideal

Talla (m)² x 23 (hombre)

Talla (m)² x 21,5 (mujer)

Formula de Peso predicho

Hombres: 50 + 0,91 [altura (cm) - 152,4]

Mujeres: 45,5 + 0,91 [altura (cm) - 152,4]

Tomada del libro.

Recomendaciones

- Cálculo de Vt por fórmula de peso ideal/predicho y multiplicarlo por 6-8 ml/kg.

Frecuencia respiratoria (FR)

La frecuencia respiratoria normal oscila entre 12 y 20 respiraciones por minuto en adultos. Sin embargo, en el caso del paciente con obesidad, éste tiende a retener más dióxido de carbono, y su frecuencia respiratoria puede ser diferente debido a un proceso adaptativo que implica un aumento en el trabajo respiratorio. Los pacientes con un índice de masa corporal (IMC) igual o superior a 40 kg/m² pueden presentar una frecuencia respiratoria de mayor, mientras que en el resto de

los pacientes se puede mantener una frecuencia respiratoria normal[6],[21].

Recomendaciones

- FR: 12-20 en IMC 30-39,9 kg/m²

Saturación periférica de O₂

El paciente con obesidad enfrenta varios desafíos respiratorios, incluido un aumento en el trabajo respiratorio, una mayor retención de dióxido de carbono y una mayor prevalencia de atelectasias. Además, tienen mayor riesgo de desarrollar síndrome de apnea obstructiva del sueño (SAOS) y síndrome de hipoventilación alveolar. Es por ello, que debido a estas razones, pueden presentar saturaciones basales tan bajas como el 88%, pero con un manejo médico adecuado, estas pueden mejorar hasta alcanzar el 94%[22]. Sin embargo, es importante evitar administrar concentraciones elevadas de oxígeno y normalizar el dióxido de carbono en estos pacientes, ya que son parte de sus mecanismos compensatorios. Un estudio realizado en 2022 encontró que, a menor saturación, los pacientes con obesidad tienen un mayor riesgo de mortalidad, por lo que se recomienda mantener las saturaciones entre el 94% y el 98%[23].

Recomendaciones

- SpO₂: 94-98% con el mínimo aporte necesario de fracción inspirada de oxígeno (FiO₂) para garantizar estas metas.
- Evitar la hiperoxemia.

¿Cuál es el modo ventilatorio ideal en el paciente con obesidad?

En el siglo XX se consideraba que el modo controlado por presión era el más adecuado para el paciente con obesidad, ya que se creía que se necesitaba una mayor presión para elevar el tórax de estos pacientes. También, se pensaba que el modo volumen no podía cumplir con estas características. Sin embargo, en 2017 se llevó a cabo un estudio con 109.360 pacientes que comparaba el modo controlado por presión con el modo controlado por volumen, con el objetivo principal de observar la prevalencia de las complicaciones pulmonares postoperatorias (CPP) y el comportamiento de las metas de presiones pulmonares[24]. Este estudio encontró que el modo controlado por volumen fue superior en cuanto a la prevención de las CPP y en la consecución de las metas de presiones pulmonares. Audrey De Jong, Lorenzo Ball y Pelosi[6],[20],[25],[26] utilizaron estos hallazgos para recomendar el modo ventilatorio por volumen como el de elección, sin embargo, señalaron que cualquier modo es válido siempre y cuando se mantengan las metas de protección pulmonar.

Recomendaciones

Se prefiere el Modo Controlado por Volumen sobre el Modo controlado por Presión.

¿Cuánto PEEP le debo colocar al paciente con obesidad?

Durante la ventilación espontánea, nuestras inspiraciones se generan mediante presión negativa, lo que implica que no

disponemos de presión positiva al final de la espiración. No obstante, contamos con factores fisiológicos que previenen el colapso alveolar, entre los cuales se incluyen[27]:

1. La Capacidad residual funcional (CRF).
2. El factor surfactante.
3. El Nitrógeno que se encuentra en el alveolo.

El paciente con obesidad presenta una capacidad residual funcional (CRF) disminuida. A esto se suma que el diafragma se encuentra cefalizado, lo que reduce el área torácica. Esta situación se agrava cuando el paciente está bajo el efecto de la relajación neuromuscular (RNM), como se ilustra en la Figura 2.

Al estar intubado, el paciente pierde estos mecanismos de defensa, por lo que se debe proteger al paciente con el objetivo de evitar el daño inducido por el ventilador[28]. Uno de estos factores protectores es la presión positiva al final de la espiración (PEEP). Se han realizado múltiples estudios para obtener un PEEP adecuado para el paciente con obesidad. Por ejemplo, el estudio PROBESE[19] comparó 4 cmH₂O de PEEP sin maniobras de reclutamiento (MR) vs 12 cmH₂O de PEEP con MR en quirófano, sin encontrar diferencia significativa entre 4 vs 12 con MR. Por otro lado, el estudio LOV-ED[29] clasificó a sus pacientes con SDRA desde urgencias en 3 grupos según el IMC; IMC normal: 5 cmH₂O de PEEP, IMC de 30-39,9: 8 cmH₂O de PEEP y

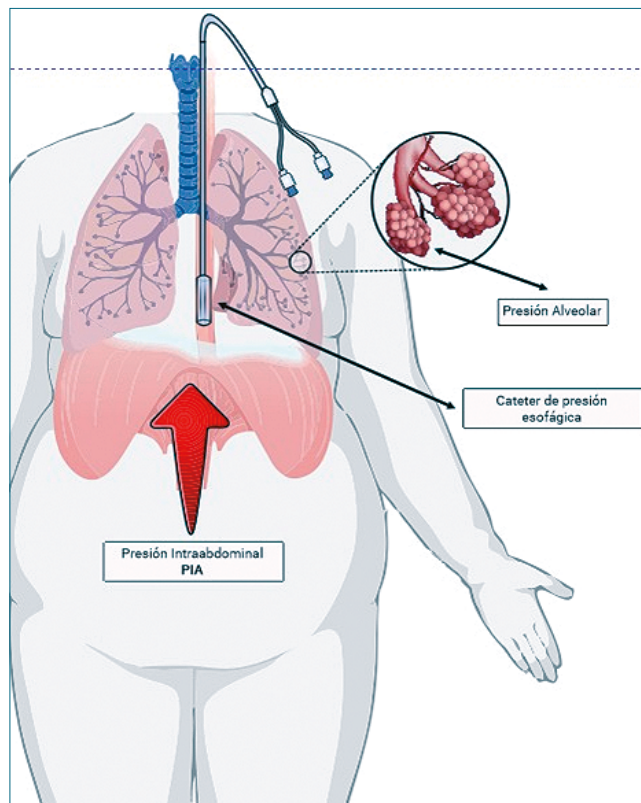


Figura 2. Cefalización del diafragma por aumento de la presión intraabdominal y disminución de la capacidad residual funcional. Tomada y traducida de: RespirCare2016;61(12):1681-692. © 2016 Daedalus Enterprises. DOI: 10.4187/respcare.04732.

los de IMC > 40: 10 cmH₂O de PEEP. Esta estrategia, asociada a otras en su estudio, logró disminuir la mortalidad.

Además, un estudio de China publicado en *Anesthesiology*[30] en 2023 incluyó a 40 pacientes con obesidad con IMC > 40, donde compararon PEEP de 8 cmH₂O vs PEEP guiado por compliance dinámica, obteniendo una media óptima de PEEP de 15 con un rango de 8-19 cmH₂O, verificada por TAC por impedancia. Con esto, lograron una disminución del 3,5% de atelectasias y ningún impacto en la Pa/FiO₂. Con estas evidencias podemos concluir que no existe un PEEP óptimo para el paciente con obesidad, sin embargo, un paciente con obesidad necesita más PEEP que un paciente sano, y un paciente con obesidad con IMC > 40 necesita aún más PEEP, siempre y cuando se cuide la hemodinamia y la entidad global del paciente.

Recomendaciones

- IMC < 29,9: 5 cmH₂O.
- IMC de 30-39,9: 8 cmH₂O.
- IMC de 40-49,9: 10 cmH₂O.
- IMC > 50: 12 cmH₂O.

*Siempre hay que vigilar las demás variables como la hemodinamia del paciente y las metas de presión pulmonar.

** No hay que colocar 0 de PEEP con el fin de evitar el atelectrauma (solo en ocasiones excepcionales).

Maniobras de Reclutamiento (MR)

El reclutamiento alveolar, por definición, es la "Re-expansión de áreas pulmonares, previamente, colapsadas con incrementos breves y controlados de la presión transpulmonar"[31],[33]. Se han empleado diversos enfoques para llevar a cabo una maniobra de reclutamiento (MR), que pueden incluir estrategias escalonadas, basadas en la compliance dinámica, guiadas por la Presión de Volumen (DP), entre otras. Estos estudios han sido realizados en pacientes sin obesidad y con síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA). Por ejemplo, el estudio OLA (Open Lung Approach)[34], un estudio prospectivo, multicéntrico (20 UCI), aleatorizado e internacional, aplicaba un PEEP de 25 cmH₂O y lo iba ajustando a la mejor Cest + 3 cmH₂O. El estudio ART (35) implementa MR en los pacientes para alcanzar una DP de 15 cmH₂O, dividiendo el procedimiento en 3 fases: reclutamiento, con una presión de CPAP para lograr una DP de 15; PEEP, con aumentos secuenciales de 25 cmH₂O durante 1 minuto, 35 cmH₂O durante 1 minuto y 45 cmH₂O durante 2 minutos.

Titulación de PEEP

- Iniciar con PEEP de 23 cmH₂O y ventilación controlada por volumen corriente (VCV).
- Reducir la PEEP en 3 cmH₂O cada 4 minutos hasta alcanzar 11 cmH₂O.

PEEP óptimo

- Determinado por la mejor Cest más 2.
- Realizar un reclutamiento breve con PEEP de 45 cmH₂O durante 2 minutos.

Control de variables de ventilador

- Mantener el volumen tidal (VT) entre 4-6 ml/kg de peso

predicho.

- Ajustar la presión inspiratoria máxima (PP) para lograr una presión meseta (Pmes) ≤ 30 cmH₂O.

En el estudio PHARLAP[36],[37], se llevaron a cabo las siguientes intervenciones

- Reclutamiento inicial con presión de control de pico (VCP) de 15 ± 3 cmH₂O y ajuste de la fracción inspirada de oxígeno (FiO₂) para alcanzar una saturación del 90%-92% (durante 15 minutos). Posteriormente, se aumentaba la PEEP a 20 cmH₂O cada 2 minutos, luego a 30 cmH₂O y, finalmente, a 40 cmH₂O. Detener si la saturación desciende por debajo del 85% o si hay signos de inestabilidad.

Titulación de PEEP

- Iniciar con PEEP de 25 cmH₂O (o 17,5 cmH₂O si la PEEP mínima tolerada fue de 20 cmH₂O).
- Reducir la PEEP en 2,5 cmH₂O cada 3 minutos, con un mínimo de 15 cmH₂O.
- Definir el punto de desreclutamiento cuando la saturación desciende 2%.
- Realizar un reclutamiento breve durante 2 minutos con la PEEP máxima tolerada, luego retroceder 2,5 cmH₂O por encima del punto de desreclutamiento.

Control de variables del ventilador

- Ajustar la presión inspiratoria para mantener la Pmes entre 25-28 cmH₂O y el VT entre 4-6 ml/kg de peso predicho.
- Ajustar la FiO₂ para mantener la saturación entre el 90%-95%.
- Repetir la maniobra de reclutamiento si se observa desaturación nuevamente.

En la Tabla 4 encontrará los artículos más importantes de MR pulmonar.

En el paciente con obesidad, la presión de apertura de la vía aérea puede ser mayor, llegando incluso hasta los 50 cmH₂O. Por esta razón, algunas escuelas manejan una maniobra de reclutamiento inicial para luego calcular el "PEEP ideal". Sin embargo, es importante tener en cuenta que una maniobra de reclutamiento no es inocua y puede tener un impacto en la hemodinamia del paciente.

En el estudio PROBESE, que incluyó pacientes con un índice de masa corporal (IMC) superior a 35, se comparó el uso de 4 cmH₂O de PEEP sin maniobra de reclutamiento frente a 12 cmH₂O de PEEP con reclutamiento. No se encontraron diferencias significativas en la reducción de complicaciones pulmonares postoperatorias, pero sí se observó un mayor impacto en la hemodinamia de los pacientes que requirieron vasopresores.

En otro estudio realizado por un grupo de trabajo chino en 2023, se evaluaron 40 pacientes con obesidad con IMC superior a 40. Se llevó a cabo una maniobra de reclutamiento escalonada y se comparó el uso de PEEP de 8 cmH₂O frente a PEEP guiado por compliance dinámica. Se determinó que la media óptima de PEEP fue de 15 cmH₂O, con un rango de 8-19 cmH₂O, verificado mediante tomografía computarizada por impedancia. Esta intervención resultó en una disminución del 3,5% en la incidencia de atelectasias sin afectar la relación presión parcial arterial de oxígeno/fracción inspirada de oxígeno (Pa/FiO₂).

Tabla 4. Resumen de los artículos más importantes de Maniobras de reclutamiento[38]

Ensayo, Autor, Año, Intervención	N calculada N de análisis	Objetivo primario	Resultado	Comentario
OLA Kacmarek RM 2016 MRA 30/20	600 200	Mortalidad a 60 días (OLA vs ARDSNet)	29% vs 33% (p = 0,18)	Terminó temprano, 1er análisis
ART Cavalcanti AB 2017 MRA PEEP 45 + 15	520 1.013	Mortalidad a 28 días (ART vs ARDSNet)	55,3% vs 49,3% HR 1,20 (95% CI, 1,01-1,42; P = ,041) Ajustado: HR 1,22 (95% CI, 1,03-1,45; P = ,02)	Neumotórax HR 2,0 (0,2 to 3,8), p 0,03
PHARLAP Hogdson DL 2019 MRA 40/15	340 115	Días libres de ventilador (PHARLAP vs ARDSNet)	16 días vs 14,5 días 16 d [IQR, 0-21 d] vs. 14,5 d [IQR, 0-21,5 d]; P = 0,95)	Supervivencia a 180 días igual Análisis <i>post hoc</i> Barotrauma: OR 1,74 [95% CI, 1,01-2,98]; P = 0,04)

Con base en la evidencia recolectada, no es necesario realizar una maniobra de reclutamiento de rutina en el paciente con obesidad, sino considerarla como una opción de rescate, teniendo en cuenta el potencial impacto hemodinámico que puede generar.

Recomendaciones

No realizar maniobras de reclutamiento de rutina en el paciente, solo cuando sea necesario utilizarlas de rescate, cuidando las metas de presiones pulmonares y valorando el riesgo-beneficio.

Posición prono en el paciente con obesidad

La posición prono (PP) es una maniobra de reclutamiento (MR) que, si bien no es inocua, no representa tanto impacto en la hemodinamia del paciente. Una vez que se logra dominar su ejecución, el riesgo es mínimo[6],[20]. En el caso del paciente con obesidad y con síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA), la PP requiere especial atención para asegurar que libere la tensión abdominal mientras está en esta posición. Se ha demostrado que la seguridad y eficacia de esta terapia son similares entre pacientes con y sin obesidad, y la relación entre la presión alveolar de oxígeno y la fracción inspirada de oxígeno (PaO_2/FiO_2) aumenta, significativamente más, después de la aplicación de la PP en pacientes con obesidad en comparación con aquellos sin obesidad. La PP se considera una terapia de elección en pacientes con SDRA grave y obesidad. Los mecanismos de acción, precauciones y efectos clínicos se detallan en la Figura 3. En casos de SDRA grave, si la PP y la MR no son exitosas o no pueden aplicarse, la oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO) es una opción segura para pacientes con obesidad con SDRA.

Recomendaciones

La posición prona en el paciente con obesidad con SDRA es una práctica segura y aumenta la PaO_2/FiO_2 en mayor porcentaje que en el paciente sin obesidad.

Ventilación Mecánica No Invasiva (VMNI) en el paciente con obesidad

En la ventilación mecánica no invasiva (VMNI) para el paciente con obesidad, encontramos dos escenarios principales. El primero se da en el contexto de la insuficiencia respiratoria aguda y como soporte de oxígeno previo a la intubación. El segundo escenario ocurre durante la extubación.

La VMNI se puede emplear para evitar la intubación en pacientes con obesidad y con insuficiencia respiratoria aguda o hipercapnia, aunque siempre se debe tener en cuenta que nunca se debe retrasar la intubación. En pacientes con obesidad y con hipercapnia, se podría considerar el uso de una presión positiva al final de la espiración (PEEP) más alta durante períodos más prolongados para reducir el nivel de hipercapnia por debajo de 50 mmHg. En casos de insuficiencia respiratoria aguda hipercapnica, la VMNI es tan eficaz en pacientes con síndrome de hipoventilación por obesidad como en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC).

En cuanto al destete, el paciente con obesidad es más propenso a desarrollar atelectasias, por lo que se recomienda la aplicación de VMNI inmediatamente después de la extubación[40],[41].

Cánulas nasales de alto flujo (CNAF)

Las cánulas nasales de alto flujo (CNAF) son una buena alternativa a la ventilación mecánica no invasiva (VMNI). Son más cómodas y el flujo administrado puede alcanzar hasta los 60 L/min con una concentración de oxígeno del 100% (FiO_2). Con este dispositivo se ha observado la generación de un nivel moderado de presión positiva al final de la espiración (PEEP) cuando el paciente respira con la boca cerrada. En caso de hipoxemia, se podría considerar la utilización de CNAF entre sesiones de VMNI. Estas cánulas son de gran apoyo tanto para la intubación como para la extubación[40],[41].

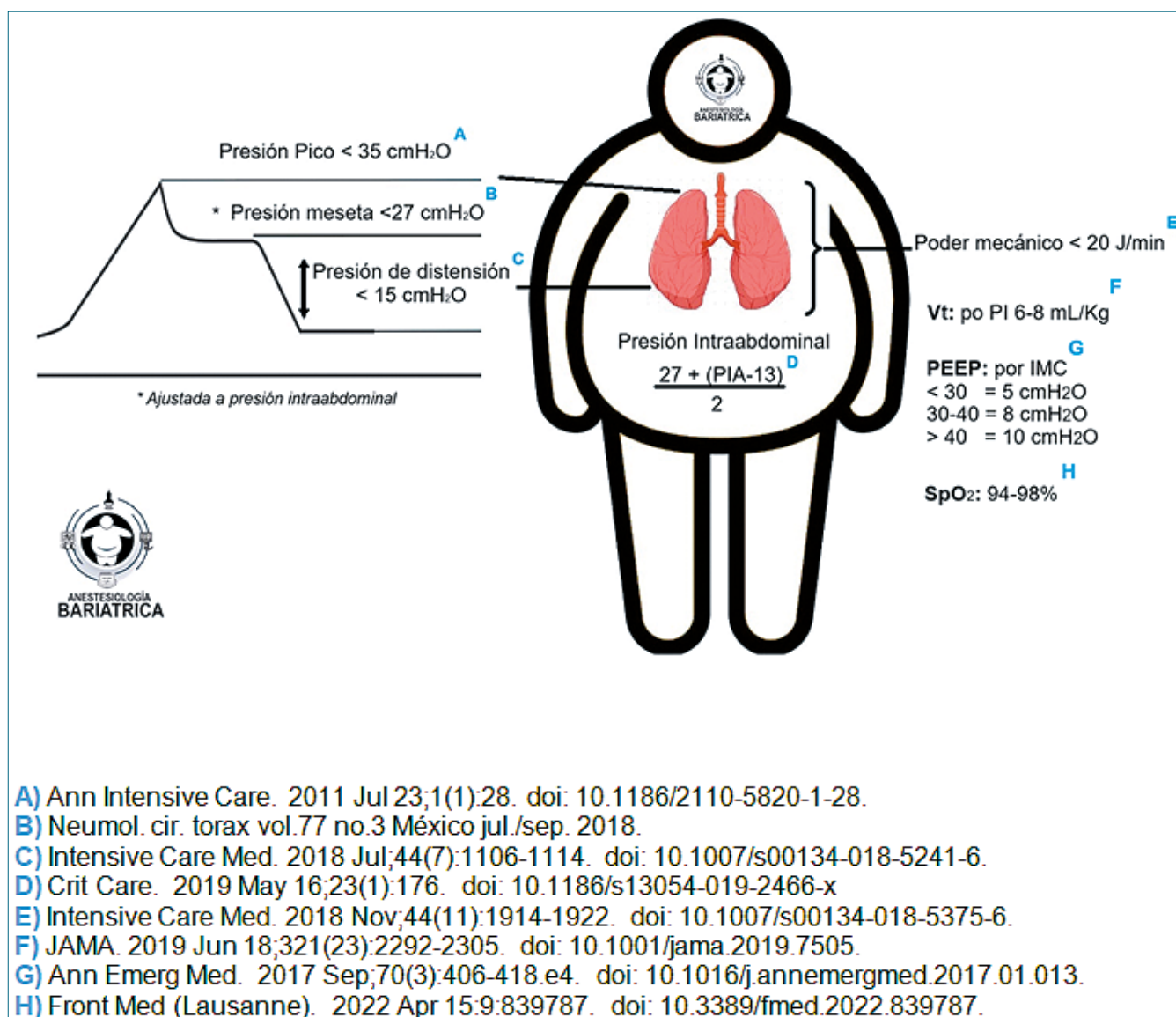


Figura 3. Metas de protección pulmonar en el paciente con obesidad.

Recomendaciones

- Se recomienda utilizar VMNI/CNAF como apoyo en el paciente con obesidad con IRA hipercapnica y SAOS.
- Se recomienda utilizar VMNI/CNAF como apoyo inmediato a la extubación del paciente con obesidad.

Pausa inspiratoria

La pausa inspiratoria es una maniobra en la que la válvula inspiratoria y la válvula espiratoria se cierran para medir la presión presente en el sistema respiratorio. Sin embargo, esta maniobra no debe realizarse de manera rutinaria; solo se debe realizar para tomar mediciones. El tiempo recomendado para esta maniobra es del 30% al 50% del ciclo respiratorio o de 0,3 a 0,5 segundos, dependiendo de la configuración del ventila-

dor[41],[42]. Con esta maniobra, se puede obtener la presión meseta y calcular la presión de conducción.

Recomendaciones

- No colocar pausa inspiratoria de rutina.
- Solo realizar pausa inspiratoria para realizar mediciones.
- Realizarla de 0,3-0,5.

Cambios en la medición y metas de las presiones pulmonares en el paciente con obesidad

En pacientes con obesidad sin SDRA y con SDRA, se recomienda mantener la presión meseta por debajo de 20 cmH₂O en ausencia de SDRA y por debajo de 27 cmH₂O en presencia de SDRA, siempre que sea posible desde el punto de vista clínico

co. En este tipo de pacientes, la distensibilidad de la pared torácica disminuye y está asociada con la presión intraabdominal (PIA), que se puede estimar mediante la presión de la vejiga. Es importante recordar que los pacientes con obesidad tienen una PIA mayor que aquellos sin obesidad. Por lo tanto, se ha propuesto ajustar el objetivo de la presión de plateau (Pplat) en función de la PIA, utilizando la siguiente fórmula[43],[44]:
 Pplat Objetivo: 20 cmH₂O sin SDRA y 27 cmH₂O con SDRA.
 Pplat ajustada al paciente obeso = Pplat Objetivo + PIA - 13cmH₂O

Recomendaciones

- Utilizar la fórmula y las metas de Pplat Objetivo: 20 cmH₂O sin SDRA y 27 cmH₂O con SDRA.
- Pplat ajustada al paciente obeso = Pplat Objetivo + PIA - 13cmH₂O

Conclusión

La obesidad es una enfermedad que aqueja a una gran parte de la población y se encuentra en constante aumento, por ende, nos encontramos en la necesidad de poner atención a las particularidades que conlleva el seguimiento de los pacientes con obesidad. Los cambios fisiopatológicos que le acompañan impactan desde el momento de la intubación hasta la extubación del paciente. Manejar a estos pacientes supone un desafío para los médicos, pero también representa una gran oportunidad de aprendizaje. Por ello, es crucial incrementar el conocimiento en esta área para poder abordar, eficazmente, esta enfermedad. En la Figura 3 se resumen las metas ventilatorias del paciente con obesidad.

Referencias

1. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
2. Basto-Abreu A, López-Olmedo N, Rojas-Martínez R, Aguilar-Salinas CA, Moreno-Banda GL, Carnalla M, et al. Prevalencia de diabetes y diabetes en México: Ensanut 2022. *Salud Publica Mex.* 2023 Jun;65 supl 1:s163–8. <https://doi.org/10.21149/14832> PMID:38060942
3. Schetz M, De Jong A, Deane AM, Druml W, Hemelaar P, Pelosi P, et al. Obesity in the critically ill: a narrative review. *Intensive Care Med.* 2019 Jun;45(6):757–69. <https://doi.org/10.1007/s00134-019-05594-1> PMID:30888440
4. Atkinson TM, Giraud GD, Togioka BM, Jones DB, Cigarroa JE. Cardiovascular and Ventilatory Consequences of Laparoscopic Surgery. *Circulation.* 2017 Feb;135(7):700–10. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.116.023262> PMID:28193800
5. De Laet IE, Malbrain ML, De Waele JJ. A Clinician's Guide to Management of Intra-abdominal Hypertension and Abdominal Compartment Syndrome in Critically Ill Patients. *Crit Care.* 2020 Mar;24(1):97. <https://doi.org/10.1186/s13054-020-2782-1> PMID:32204721
6. De Jong A, Wrigge H, Hedenstierna G, Gattinoni L, Chiumello D, Frat JP, et al. How to ventilate obese patients in the ICU. *Intensive Care Med.* 2020 Dec;46(12):2423–35. <https://doi.org/10.1007/s00134-020-06286-x> PMID:33095284
7. Grieco DL, Anzellotti GM, Russo A, Bongiovanni F, Costantini B, D'Indinosante M, et al. Airway closure during surgical pneumoperitoneum in obese patients. *Anesthesiology.* 2019 Jul;131(1):58–73. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000002662> PMID:30882475
8. Hedenstierna G, Chen L, Brochard L. Airway closure, more harmful than atelectasis in intensive care? *Intensive Care Med.* 2020 Dec;46(12):2373–6. <https://doi.org/10.1007/s00134-020-06144-w> PMID:32500181
9. Hedenstierna G, Rothen HU. Respiratory function during anesthesia: effects on gas exchange. *Compr Physiol.* 2012 Jan;2(1):69–96. <https://doi.org/10.1002/cphy.c080111> PMID:23728971
10. Hedenstierna G, Tokics L, Scaramuzza G, Rothen HU, Edmark L, Öhrvik J. Oxygenation impairment during anesthesia: influence of age and body weight. *Anesthesiology.* 2019 Jul;131(1):46–57. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000002693> PMID:31045901
11. Serpa Neto A, Hemmes SN, Barbas CS, Beiderlinden M, Biehl M, Binnekade JM, et al.; PROVE Network Investigators. Protective versus Conventional Ventilation for Surgery: A Systematic Review and Individual Patient Data Meta-analysis. *Anesthesiology.* 2015 Jul;123(1):66–78. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000000706> PMID:25978326
12. Perez Nieto O, Zamarrón López E. Manuel 2da Ed Avenho. Ed. Prado.
13. Wanderer JP, Nathan N. MD, MPhil; Nathan, Naveen MD. How low can you go: mechanical ventilation over time. *Anesth Analg.* 2019 Jul;129(1):2. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000004245>.
14. Stenberg E, Dos Reis Falcão LF, O'Kane M, Liem R, Pournaras DJ, Salminen P, et al. Guidelines for Perioperative Care in Bariatric Surgery: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) Society Recommendations: A 2021 Update. *World J Surg.* 2022 Apr;46(4):729–51. <https://doi.org/10.1007/s00268-021-06394-9> PMID:34984504
15. Brower RG, Matthay MA, Morris A, Schoenfeld D, Thompson BT, Wheeler A; 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 May;342(18):1301–8. <https://doi.org/10.1056/NEJM200005043421801> PMID:10793162
16. Canet J, Gallart L, Gomar C, Paluzie G, Vallès J, Castillo J, et al.; ARISCAT Group. Prediction of postoperative pulmonary complications in a population-based surgical cohort. *Anesthesiology.* 2010 Dec;113(6):1338–50. <https://doi.org/10.1097/ALN.0b013e3181fc6e0a> PMID:21045639
17. Mazo V, Sabaté S, Canet J, Gallart L, de Abreu MG, Belda J, et al. Prospective external validation of a predictive score for postoperative pulmonary complications. *Anesthesiology.* 2014 Aug;121(2):219–31. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000000334> PMID:24901240
18. LAS VEGAS investigators. Epidemiology, practice of ventilation and outcome for patients at increased risk of postoperative pulmonary complications: LAS VEGAS - an observational study in 29 countries. *Eur J Anaesthesiol.* 2017 Aug;34(8):492–507. <https://doi.org/10.1097/EJA.0000000000000646> PMID:28633157
19. Bluth T, Serpa Neto A, Schultz MJ, Pelosi P, Gama de Abreu M, Bluth T, et al.; Writing Committee for the PROBESE Collaborative Group of the PROtective VEntilation Network (PROVENet) for the Clinical Trial Network of the European Society of Anaesthe-

- siology; PROBESE Collaborative Group. Effect of Intraoperative High Positive End-Expiratory Pressure (PEEP) With Recruitment Maneuvers vs Low PEEP on Postoperative Pulmonary Complications in Obese Patients: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2019 Jun;321(23):2292–305. <https://doi.org/10.1001/jama.2019.7505> PMID:31157366
20. Kalra SS, Siuba M, Panitchote A, Mireles-Cabodevila E, Chatburn RL, Krishnan S, et al. Higher Class of Obesity Is Associated With Delivery of Higher Tidal Volumes in Subjects With ARDS. *Respir Care*. 2020 Oct;65(10):1519–26. <https://doi.org/10.4187/respcare.07110> PMID:32209706
 21. De Jong A, Chanques G, Jaber S. Mechanical ventilation in obese ICU patients: from intubation to extubation. *Crit Care*. 2017 Mar;21(1):63. <https://doi.org/10.1186/s13054-017-1641-1> PMID:28320439
 22. Siemieniuk RA, Chu DK, Kim LH, Güell-Rous MR, Alhazzani W, Soccia PM, et al. Oxygen therapy for acutely ill medical patients: a clinical practice guideline. *BMJ*. 2018 Oct;363:k4169. <https://doi.org/10.1136/bmj.k4169> PMID:30355567
 23. Li T, Zhou D, Zhao D, Lin Q, Wang D, Wang C, et al. Impact of Oxygen Saturation on Mortality in Obese and Non-obese Critically Ill Patients With Mechanical Ventilation: A Retrospective Observational Study. *Front Med (Lausanne)*. 2022 Apr;9:839787. <https://doi.org/10.3389/fmed.2022.839787> PMID:35492310
 24. Bagchi A, Rudolph MI, Ng PY, Timm FP, Long DR, Shaefi S, et al. The association of postoperative pulmonary complications in 109,360 patients with pressure-controlled or volume-controlled ventilation. *Anaesthesia*. 2017 Nov;72(11):1334–43. <https://doi.org/10.1111/anae.14039> PMID:28891046
 25. Ball L, Hemmes SN, Serpa Neto A, Bluth T, Canet J, Hiesmayr M, et al.; LAS VEGAS investigators; PROVE Network; Clinical Trial Network of the European Society of Anaesthesiology. Intraoperative ventilation settings and their associations with postoperative pulmonary complications in obese patients. *Br J Anaesth*. 2018 Oct;121(4):899–908. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2018.04.021> PMID:30236252
 26. Young CC, Harris EM, Vacchiano C, Bodnar S, Bukowy B, Elliott RR, et al. Lung-protective ventilation for the surgical patient: international expert panel-based consensus recommendations. *Br J Anaesth*. 2019 Dec;123(6):898–913. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2019.08.017> PMID:31587835
 27. Pérez NO, Zamarrón LE, Guerrero GM, Deloya TE, Soriano OR. PEEP: dos lados de la misma moneda. *Med Crit*. 2021;35(1):34–46. <https://doi.org/10.35366/99152>.
 28. Rubulotta F, Blanch Torra L, Naidoo KD, Aboumarie HS, Mathivha LR, Asiri AY, et al. Mechanical Ventilation, Past, Present, and Future. *Anesth Analg*. 2024 Feb;138(2):308–25. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000006701> PMID:38215710
 29. Fuller BM, Ferguson I, Mohr NM, Stephens RJ, Briscoe CC, Kolomiets AA, et al. Lung-protective ventilation initiated in the emergency department (LOV-ED): a study protocol for a quasi-experimental, before-after trial aimed at reducing pulmonary complications. *BMJ Open*. 2016 Apr;6(4):e010991. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2015-010991> PMID:27067896
 30. Li X, Liu H, Wang J, Ni ZL, Liu ZX, Jiao JL, et al. Individualized Positive End-expiratory Pressure on Postoperative Atelectasis in Patients with Obesity: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Anesthesiology*. 2023 Sep;139(3):262–73. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000004603> PMID:37440205
 31. Ball L, Almondo C, Pelosi P. Perioperative Lung Protection: General Mechanisms and Protective Approaches. *Anesth Analg*. 2020 Dec;131(6):1789–98. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000005246> PMID:33186165
 32. Amato MB, Barbas CS, Medeiros DM, Magaldi RB, Schettino GP, Lorenzi-Filho G, et al. Effect of a protective-ventilation strategy on mortality in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 1998 Feb;338(6):347–54. <https://doi.org/10.1056/NEJM199802053380602> PMID:9449727
 33. Bellani G, Laffey JG, Pham T, Fan E, Brochard L, Esteban A, et al.; LUNG SAFE Investigators; ESICM Trials Group. Epidemiology, Patterns of Care, and Mortality for Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome in Intensive Care Units in 50 Countries. *JAMA*. 2016 Feb;315(8):788–800. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.0291> PMID:26903337
 34. Kacmarek R. M., Villar, J., Sulemanji, D., Montiel, R., Ferrando, C., Blanco, J., Koh, Y., Soler, J. A., Martínez, D., Hernández, M., Tucci, M., Borges, J. B., Lubillo, S., Santos, A., Araujo, J. B., Amato, M. B., Suárez-Sipmann, F., & Open Lung Approach Network 2016. Open Lung Approach for the Acute Respiratory Distress Syndrome: Pilot A; Randomized Controlled Trial. *Crit Care Med*. 2016;44(1):32–42. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000001383>.
 35. Cavalcanti AB, Suzumura ÉA, Laranjeira LN, Paisani DM, Damiani LP, Guimarães HP, et al.; Writing Group for the Alveolar Recruitment for Acute Respiratory Distress Syndrome Trial (ART) Investigators. 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 Oct;318(14):1335–45. <https://doi.org/10.1001/jama.2017.14171> PMID:28973363
 36. Mancebo J, Mercat A, Brochard L. Maximal Lung Recruitment in Acute Respiratory Distress Syndrome: A Nail in the Coffin. *Am J Respir Crit Care Med*. 2019 Dec;200(11):1331–3. <https://doi.org/10.1164/rccm.201908-1615ED> PMID:31532227
 37. Hodgson CL, Cooper DJ, Arabi Y, King V, Bersten A, Bihari S, et al. Maximal Recruitment Open Lung Ventilation in Acute Respiratory Distress Syndrome (PHARLAP). A Phase II, Multicenter Randomized Controlled Clinical Trial. *Am J Respir Crit Care Med*. 2019 Dec;200(11):1363–72. <https://doi.org/10.1164/rccm.201901-0109OC> PMID:31356105
 38. Hodgson C, Goligher EC, Young ME, Keating JL, Holland AE, Romero L, et al. Recruitment manoeuvres for adults with acute respiratory distress syndrome receiving mechanical ventilation. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016 Nov;11(11):CD006667. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006667.pub3> PMID:27855477
 39. Bram Rochweg, Laurent Brochard, Mark W. Elliott, Dean Hess, Nicholas S. Hill, Stefano Nava, Paolo Navalesi (members of the steering committee), Massimo Antonelli, Jan Brozek, Giorgio Conti, Miquel Ferrer, Kalpalatha Guntupalli, Samir Jaber, Sean Keenan, Jordi Mancebo, Sangeeta Mehta, Suhail Raof (members of the task force). *Eur Respir J*. 2017;50:1602426. <https://doi.org/10.1183/13993003.02426-2016>.
 40. Chawla R, Dixit SB, Zirpe KG, Chaudhry D, Khilnani GC, Mehta Y, et al. ISCCM Guidelines for the Use of Non-invasive Ventilation in Acute Respiratory Failure in Adult ICUs. *Indian J Crit Care Med*. 2020 Jan;24(S1 Suppl 1):S61–81. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10071-G23186> PMID:32205957
 41. Cardoso-Ramírez MA, González-Prado I, Martínez-Medel AG, Islas-Mejía E, Deloya-Tomás E, Pérez-Nieto OR, et al. Impacto de la presión de distensión alveolar en los pacientes con síndrome

- de distrés respiratorio agudo (SDRA): revisión narrativa. *Med Crit.* 2020;34(4):231–7. <https://doi.org/10.35366/95878>.
42. Pérez-Nieto OR, López-Fermín J, Guerrero-Gutiérrez MA, Escarraman-Martínez D, Deloya-Tomás E, Sánchez-Díaz JS, et al. Aplicaciones e implicaciones de la pausa al final de la inspiración en ventilación mecánica. *Med Crit.* 2022;36(8):521–7. <https://doi.org/10.35366/109173>.
43. Ball L, Pelosi P. How I ventilate an obese patient. *Crit Care.* 2019 May;23(1):176. <https://doi.org/10.1186/s13054-019-2466-x> PMID:31097006
44. Wrigge H, Petroff D, Fernandez-Bustamante A. Pressure for High Positive End-expiratory Pressure in Obese Surgical Patients Is Growing. *Anesthesiology.* 2023 Sep;139(3):239–43. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000004665> PMID:37552098