

Maniobras de reclutamiento alveolar y PEEP en el SDRA ¿Son útiles?

Natalia Mejuto Montero¹; Pedro Rascado Sedes²

¹Residente de Medicina Intensiva

²Facultativo Especialista de Área de Medicina Intensiva

¹Servicio de Medicina Intensiva. Xerencia de Xestión Integrada de A Coruña

²Servicio de Medicina Intensiva. Xerencia de Xestión Integrada de Santiago de Compostela
A Coruña. España

e-mail: Natalia.Mejuto.Montero@sergas.es

Introducción

El síndrome de distress respiratorio agudo (SDRA) es un síndrome hipoxémico que representa un problema grave en pacientes críticos y se asocia con tasas de mortalidad hospitalaria del 33% al 52%. En muchas ocasiones precisa de soporte respiratorio con ventilación mecánica cuyo objetivo es lograr un intercambio de gases adecuado mientras se minimiza la lesión pulmonar. Se han desarrollado múltiples estrategias de ventilación mecánica para intentar mejorar el pronóstico de estos pacientes, entre

ellas el uso de PEEP elevada y la realización periódica de maniobras de reclutamiento.

Fisiopatología

En síndrome de distress respiratorio produce un daño alveolar difuso que se caracteriza por congestión capilar, atelectasia, hemorragia intraalveolar y edema alveolar. Seguido, días más tarde, por formación de membrana hialina, hiperplasia de células epiteliales y edema intersticial. Estos cambios van a favorecer el colapso alveolar y alteración de la aireación. El número

Maniobras de reclutamiento alveolar y PEEP en el SDRA ¿Son útiles?

de unidades colapsadas y la formación de edema se correlacionará con la gravedad del SDRA. La ventilación mecánica es una importante herramienta para tratar a este tipo de pacientes. Sin embargo, ésta no está exenta de riesgos importantes entre los que se encuentra la producción o perpetuación de lesión pulmonar aguda, y la producción de lesión de órganos a distancia del pulmón, dando lugar a lo que se conoce como lesión pulmonar inducida por la ventilación mecánica (*ventilator induced lung injury* o VILI). Se han descrito 4 mecanismos básicos que podrían perpetuar la lesión pulmonar: Volutrauma (estiramiento y sobredistensión pulmonar), barotrauma (daño pulmonar inducido por presión excesiva en la vía aérea), atelectrauma (apertura y cierre cíclico de zonas alveolares cerradas) y biotrauma (liberación de mediadores inflamatorios a la circulación sistémica).

Existen 2 fenómenos físicos, *stress* y *strain*, que es necesario conocer para entender el concepto de VILI. El *stress* (distribución de fuerzas por unidad de área) es la tensión aplicada a las estructuras del fibroesqueleto pulmonar, y el *strain*, es la deformación de un material con propiedades elásticas generada por esta

tensión mecánica. El equivalente clínico de *stress* en el pulmón es la presión transpulmonar (presión alveolar menos presión pleural), y el equivalente clínico del *strain* la proporción entre el cambio de volumen (ΔV) y la capacidad residual funcional (CRF).

El concepto *baby lung* ayuda a comprender la lesión pulmonar inducida por el ventilador. Se originó a consecuencia de exámenes de tomografía computarizada que mostraron que, en la mayoría de los pacientes con SDRA, el tejido normalmente aireado tiene dimensiones comparables a las del pulmón de un niño de 5 a 6 años (300–500 g de tejido aireado). Será esta pequeña proporción de pulmón aireado el que tendrá que satisfacer las necesidades del cuerpo adulto.

Este concepto trata de ilustrar la gran heterogeneidad del parénquima pulmonar en el SDRA, donde algunos alvéolos son relativamente normales, algunos están colapsados, otros están llenos de líquido y otros están consolidados.

Debido a que el volumen del pulmón aireado se reduce en pacientes con SDRA, incluso los volúmenes corrientes normales administrados con presiones de las vías respiratorias que se consideran seguras para el pulmón no lesiona-

do, pueden causar una sobredistensión regional en estos pacientes favoreciendo el desarrollo de VILI.

El soporte respiratorio mediante ventilación mecánica en pacientes con síndrome de distress respiratorio pretende evitar empeorar el daño pulmonar a través de estrategias ventilación mecánica protectora, y mejorar la oxigenación abriendo los alvéolos colapsados para favorecer el intercambio de gases con intervenciones tales como presión positiva al final de la espiración (PEEP), y maniobras de reclutamiento (MR).

Enfoque *Open Lung*

El enfoque de open lung busca conseguir que el tejido reclutado a la presión meseta se mantenga abierto durante la fase espiratoria, para evitar el desarrollo de atelectrauma, proporcionando una PEEP "lo suficientemente alta".

Para evitar el VILI, las recomendaciones actuales limitan la presión plateau (Pplat) a 30 cmH₂O. Se ha demostrado que, el volumen de pulmón reclutable era prácticamente despreciable con Pplat 30 cmH₂O, en paciente con SDRA leve (todas las unidades alveolares se encuentran abiertas y la mayor parte del re-

clutamiento ya se ha logrado antes de alcanzar esta presión), en contraposición a los pacientes con SDRA moderado y grave, en los que se sigue produciendo reclutamiento significativo con Pplat entre 30-45 cmH₂O. Sin embargo, con una PEEP de 15 mmHg se produce colapso de todo el pulmón reclutado entre 30 y 45 mmHg (ver Figura1).

Por lo tanto, podemos usar niveles más altos de PEEP de los que se usan habitualmente en SDRA grave para conseguir el máximo reclutamiento asumiendo el riesgo de volutrauma, o podemos mantener una actitud más conservadora manteniendo Presiones meseta de 30 cmH₂O, aceptando que hasta el 30% del pulmón permanecerá cerrado aumentando así el riesgo de atelectrauma.

Se han probado múltiples métodos para personalizar la PEEP en base al espacio muerto, la distensibilidad pulmonar, *stress* y *strain* pulmonar, patrones de ventilación mediante tomografía computarizada (TC) o tomografía de impedancia eléctrica (EIT), así como los puntos de inflexión en la curva de presión/volumen (P/V), y la pendiente de la curva de flujo espiratorio utilizando ventilación de liberación de presión de la vía aérea (APRV). Aunque muchos estu-

Maniobras de reclutamiento alveolar y PEEP en el SDRA ¿Son útiles?

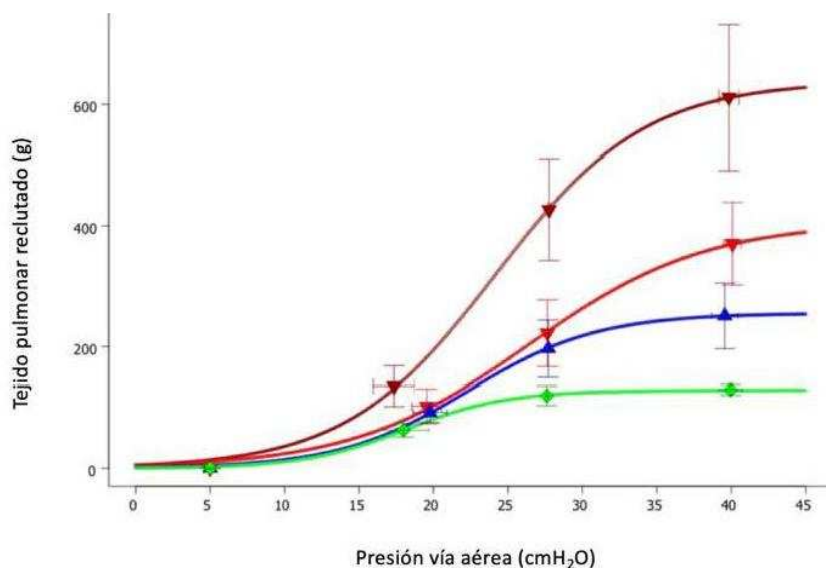


Figura 1. Tomado de Massimo Cressoni et al. Opening pressures and atelectrauma in acute respiratory distress syndrome).

La Figura presenta la cantidad de tejido pulmonar que recupera la aireación en función de las presiones aplicadas de las vías respiratorias. El color verde representa pacientes con SDRA leve, el azul SDRA moderado, y el trazo con triángulos descendentes SDRA severo (rojo claro sin ECMO, rojo oscuro con él).

dios han demostrado que es posible personalizar la PEEP, no hay consenso en cuanto a la técnica óptima.

Teniendo esto en cuenta, se recomienda aplicar el concepto de *open lung* en pacientes con

SDRA moderado severo con hipoxia refractaria.

Maniobras de reclutamiento

Las maniobras de reclutamiento consisten en un aumento transitorio de la presión transpulmonar que puede reabrir alvéolos previamente colapsados en pacientes que presentan un pulmón heterogéneo. Formarían parte de la estrategia de manejo respiratorio en pacientes con distres, en los que, con el uso de PEEP elevada y volúmenes bajos junto con la aplicación de maniobras de reclutamiento, se busca abrir el pulmón y mantenerlo abierto mejorando la oxigenación y evitando el atelectrauma, volutrauma, barotrauma y biotrauma.

El reclutamiento es un proceso dinámico de reapertura de alvéolos sin aire inestables a través de un aumento transitorio intencional de la presión transpulmonar, lo que lleva a un aumento del volumen pulmonar al final de la espiración y, a un cambio del llamado "*baby lung*" a un "pulmón normal".

Maniobras de reclutamiento alveolar y PEEP en el SDRA ¿Son útiles?

Por lo tanto, los objetivos de una maniobra de reclutamiento son servir como parte de una estrategia de protección pulmonar y mejorar la oxigenación

El ARDS *network* trial demostró reducción de mortalidad con estrategia ventilatoria con volúmenes bajos (6 ml/kilogramo de peso corporal ideal) y $P_{plat} < 30$ cmH₂O.

Por lo tanto, parece estar claro que es una estrategia que podría aplicarse para reducir el desarrollo de VILI.

Como parte de esta estrategia se propuso el uso de las maniobras de reclutamiento, sin embargo, como veremos, el uso de maniobras de reclutamiento asociadas al uso de una ventilación mecánica protectora está en entredicho ya que hay estudios en los que no se ha logrado demostrar beneficio, e incluso algunos en los que se ha demostrado daño.

Potenciales beneficios

- **Reducción de VILI:** Un aumento inducido por MR en el volumen pulmonar al final de la espiración puede atenuar la lesión pulmonar inducida por el ventilador al evitar la apertura y cierre repetitivos de unidades pulmonares inestables (atelectrauma), ya que utilizar

volúmenes bajos puede conllevar al cierre progresivo del alveolo. Aumentar el número de unidades pulmonares aireadas y reduce la sobredistensión selectiva de unidades alveolares relativamente sanas (volutrauma).

- **Mejora el intercambio de gases:** la aplicación de estas maniobras puede lograr abrir alveolos atelectasiados estabilizándolos y manteniéndolos posteriormente abiertos si se selecciona un adecuado nivel de PEEP, consiguiendo así un pulmón más homogéneo. Así se consigue mantener el pulmón expandido sin colapso, con lo que se mejora la oxigenación y la distribución de la ventilación es también más homogénea. En consecuencia, se produce una reducción del stress y strain, se reduce el espacio muerto y se reducen las resistencias pulmonares vasculares. Así mismo, al disminuir el número de alveolos colapsados, se reducen los fenómenos de shunt y se ha visto que mejora la función del surfactante alveolar.

- **Reducción de la formación de edema:** El aumento de la presión alveolar que acompaña al reclutamiento pulmonar puede reducir la cantidad de líquido que penetra en el espacio alveolar a través de la barrera alveolar-

capilar lesionada al oponerse al gradiente de presión capilar alveolar.

Hay modelos animales en los que se ha podido demostrar que la reducción brusca de PEEP no resultó en un aumento del edema pulmonar, lo que indica que la integridad de la membrana alveolo capilar se mantuvo y que la PEEP no solo actúa conteniendo la extravasación al ejercer presión en contra.

- **Reducción en plasma del receptor para el producto final de glicación avanzada (sRAGE):** sRAGE es un marcador de lesión celular alveolar tipo I y se correlaciona con la gravedad y el resultado en SDRA.

Los potenciales riesgos descritos en relación con las MR y el uso de PEEP elevada como:

- Inestabilidad hemodinámica transitoria: más evidente en situaciones de hipovolemia.
- Sobredistensión alveolar: en los alveolos ya abiertos, el aumento de PEEP puede causar sobredistensión aumentando la resistencia vascular pulmonar y el espacio muerto.
- Barotrauma: al aplicar una presión al fibrocitosqueleto, en un sistema que no es homogéneo (SDRA) estas cargas serán desigualmente distribuidas y las fibras pueden alcanzar la ruptura.

- Otros riesgos: aumento del espacio muerto sobre la zona 1 de West, aumento de post-carga del ventrículo derecho, aumento de la heterogeneidad y riesgo de VILI (al aumentar los alveolos abiertos podrían abrirse alveolos previamente no inflamados y exponerlos a VILI).

Estrategias de reclutamiento alveolar

Idealmente, las maniobras de reclutamiento deberían realizarse con el paciente sedoanalgesiado y relajado, FiO₂ del 100% y con estabilidad hemodinámica.

Según modelos matemáticos y experimentales para conseguir un reclutamiento completo es necesario aplicar presiones en vía aérea mayores de 40 cmH₂O.

- **Insuflación sostenida a altas presiones:** se mantiene una presión de 35-40 cmH₂O durante 40 segundos, seguidas de un cuidadoso retorno a los niveles anteriores de PEEP. Posteriormente la PEEP se selecciona a 2 cm de agua por encima del punto de inflexión inferior en la curva de presión estática-volumen del sistema respiratorio o usando estrategias de titulación decreciente de PEEP.
- **Decúbito prono:** en posición supina, el peso

Maniobras de reclutamiento alveolar y PEEP en el SDRA ¿Son útiles?

de los pulmones ventrales, el corazón y las vísceras abdominales aumenta la presión pleural en las regiones dorsales del pulmón. Además, el edema pulmonar en el SDRA aumenta gradualmente la masa pulmonar de manera que el pulmón dependiente se colapsa bajo su propio peso. La aplicación de prono cambia las fuerzas gravitacionales, y el pulmón dorsal se vuelve a airear de manera más homogénea, como resultado mejora la relación ventilación perfusión y la oxigenación.

- **Reclutamiento escalonado y titulación decreciente de PEEP:** bajo una modalidad controlada, se aumentan de 2 a 5 cm de H₂O de PEEP de manera secuencial cada 3-5 minutos, con un VT fijo de 6 ml/kg de peso corporal ideal, hasta alcanzar una presión meseta máxima de 40 y una PEEP de 20 cm de H₂O. Con cada aumento de PEEP se reevalúa la *driving pressure*, la *compliance*, la SpO₂ y la presión arterial. Se reduce la PEEP al paso anterior si hay indicios de sobredistensión (aumento de *driving pressure*, Pplat >30 cm H₂O, hipotensión o disminución de SpO₂). Se siguen de un descenso paulatino de presión que sirve para pautar la PEEP óptima individual después de reclutar el pulmón en

base a la mejor compliance y oxigenación. Suele realizarse con relaciones inspiración-espирación de 1:1 a 1:1,5 y con frecuencias respiratorias de 10–12 ciclos por min.

Esta maniobra se puede realizar desde presión control realizando aumentos de PEEP según el modelo anterior, manteniendo una *driving pressure* constante (15 cmH₂O) asegurando un volumen corriente mínimo.

- **Incremento de la capacidad vital o suspiros:** aumento del volumen corriente hasta alcanzar al menos una presión meseta, habitualmente de 40 cmH₂O, durante 7 u 8 segundos. Otra técnica descrita consiste en realizar 3 insuflaciones consecutivas, primero con ejerciendo una presión de 20 cm de H₂O durante 10 segundos, luego 30 cm de H₂O por 15 seg y finalmente 40 cm de H₂O durante 15 seg; de este modo se logra la reapertura de alvéolos colapsados.
- **Ventilación oscilatoria de alta frecuencia:** se postuló que el suministro de un Vt bajo y una presión media alta en la vía aérea con VAFO mejoraría el reclutamiento alveolar con menos riesgo de sobredistensión. Sin embargo, un beneficio de supervivencia no ha sido demostrado. Actualmente no reco-

mendada en pacientes con SDRA.

- **Ventilación con liberación de presión en la vía aérea (*airway pressure release ventilation, APRV*):** es una combinación de la ventilación regulada por presión y la relación inspiración-espriación invertida (I:E invertida), en la que el ventilador posee una válvula espiratoria activa que permite la respiración espontánea del paciente en cualquiera de las fases de presión. A pesar de ser una alternativa ventilatoria que en algunos estudios ha demostrado que suponía una ventaja en términos de ventilación, oxigenación y hemodinámica cardiovascular, básicamente al promover la actividad y el reclutamiento de las regiones pulmonares dorsales, la evidencia es inconsistente, por lo que no se puede llegar a recomendar su aplicación de forma rutinaria.
- Se han utilizado tablas con combinaciones de PEEP y FIO_2 para mantener una SpO_2 dirigida (88–95%) o PaO_2 (55–80 mm Hg) en los estudios de la Red ARDS. Estas tablas son criticadas porque no apuntan a la PEEP nivel a la mecánica pulmonar individual y porque se basan en la opinión de expertos en lugar de evidencia empírica.

Potencial de reclutamiento pulmonar

El conocimiento del porcentaje de pulmón potencialmente reclutable es importante para establecer la eficacia terapéutica de la PEEP y maniobras de reclutamiento, ya que se sabe por estudios publicados por el grupo de Gattinoni que el potencial de reclutamiento variaba ampliamente desde una fracción insignificante hasta $> 50\%$, y en su caso, los sujetos con mayor potencial de reclutamiento, fueron aquellos que tenían una PaO_2/FIO_2 más baja, menor compliance y una mayor fracción de espacio muerto.

El uso de niveles más altos de PEEP en pacientes con un porcentaje menor de pulmón potencialmente reclutable proporciona pocos beneficios y en realidad, puede ser perjudicial.

En el escenario de bajo potencial de reclutamiento, un aumento en la presión alveolar da como resultado una sobredistensión de alvéolos ya abiertos. En este contexto, la TV debe reducirse a un nivel tan bajo como sea tolerado para disminuir la P_{plat} .

Goligher et al. demostró una mortalidad menor en sujetos con $paO_2/FiO_2 < 150$ en los que se conseguía mejorar la oxigenación con una configuración de PEEP más alta. De manera que,

la respuesta de oxigenación a la PEEP podría usarse como indicador para predecir si un paciente se beneficiará de una configuración de PEEP más alta versus más baja.

Se han descrito distintos factores que pueden influir en la capacidad de reclutamiento:

- **Gravedad del SDRA:** el porcentaje de pulmón potencialmente reclutable es extremadamente variable y está fuertemente asociado con la respuesta a PEEP. Se ha demostrado que el SDRA grave es más reclutable que la enfermedad leve o moderada.
- **Características de la lesión:** el SDRA extrapulmonar es más reclutable que los casos de etiología pulmonar. Se ha demostrado que, en el patrón focal después de la RM, la sobredistensión pulmonar aumentó notablemente y fue mayor que el reclutamiento pulmonar. Por el contrario, en el patrón no focal, el volumen reclutado aumentó notablemente y fue mayor que la sobredistensión concomitante inducida por la maniobra de reclutamiento.
- **Tiempo de evolución:** hay autores que defienden que es en la fase precoz cuando se podrán obtener los mejores resultados aplicando maniobras de reclutamiento, ya que

según evoluciona la enfermedad, disminuye la elasticidad y aumenta el riesgo de barotrauma.

- **Fármacos vasoactivos:** al modificar el gasto cardíaco, la distribución del flujo sanguíneo pulmonar y el intercambio gaseoso, podría teóricamente modificar la respuesta a las maniobras de reclutamiento.
- **Capacidad de expansión de la caja torácica:** se reduce la efectividad de las maniobras de reclutamiento. Puede ser necesario aplicar presiones más altas en la vía aérea para conseguir una presión transpulmonar suficiente para mantener los alveolos abiertos y evitar el colapso.
- **Parámetros de ventilación anteriores:** el uso de volumen tidal y de PEEP más elevados previamente a la aplicación de maniobras de reclutamiento se asocian con una menor respuesta al mismo, puesto que probablemente se parte de un pulmón ya reclutado.

Evidencia inconsistente

Los metaanálisis que se han publicado evaluando la aplicación de maniobras de reclutamiento como parte de la estrategia de ventilación mecánica protectora en pacientes con

SDRA han mostrado datos contradictorios. En un reciente metaanálisis publicado por Yu Cui que se centró en determinar si las maniobras de reclutamiento podrían acortar la mortalidad, los resultados demostraron que no producen una reducción significativa de la mortalidad en pacientes con SDRA, pero pueden acortar la duración de la estancia hospitalaria y mejorar la oxigenación al tercer día.

El ART trial fue un estudio multicéntrico randomizado llevado a cabo con la finalidad de determinar si el reclutamiento pulmonar asociado con la titulación de PEEP de acuerdo con la mejor *compliance* disminuye la mortalidad a los 28 días en pacientes con SDRA moderado a severo en comparación con una estrategia convencional de baja PEEP. Los resultados demostraron que en pacientes con SDRA moderado a grave, una estrategia con reclutamiento pulmonar y PEEP titulada en comparación con PEEP baja aumentó la mortalidad por todas las causas a los 28 días. Por lo que estos hallazgos no respaldan el uso rutinario de la maniobra de reclutamiento pulmonar y la titulación de PEEP en estos pacientes. Sin embargo, este estudio tiene una serie de limitaciones como no clasi-

ficar a los pacientes inscritos en los subfenotipos ARDS, que pueden responder de manera diferente a las terapias como la PEEP o que no se evaluó la capacidad de respuesta a PEEP al inicio del estudio, no siendo posible analizar si esta característica modifica el efecto del tratamiento.

Sin embargo, estos hallazgos contradecían una revisión sistemática publicada por C. Goligher para determinar si existían diferencias en mortalidad comparando el uso de maniobras de reclutamiento como parte de la ventilación mecánica protectora con estrategias sin uso de estas maniobras. En este caso las maniobras de reclutamiento en combinación con una estrategia de ventilación PEEP más alta reducen la mortalidad.

Conclusiones

El papel de las maniobras de reclutamiento es controvertido y la evidencia no es suficiente para recomendar las maniobras de RA en los pacientes con SDRA. El porcentaje de pulmón potencialmente reclutable es extremadamente variable y está fuertemente asociado con la respuesta a PEEP. Ésta debe seleccionarse te-

Maniobras de reclutamiento alveolar y PEEP en el SDRA ¿Son útiles?

niendo en cuenta que el objetivo es lograr un equilibrio entre el reclutamiento alveolar y la sobredistensión.

Se han propuesto muchos enfoques para la titulación de PEEP, y el mejor método para elegir el nivel más apropiado para un paciente individual no está claro, lo lógico sería

Individualizar la PEEP para cada paciente atendiendo a las características mecánicas de los pulmones.

Parece razonable utilizar niveles más bajos de PEEP para SDRA leve y niveles más altos de PEEP asociado a maniobras de reclutamiento para SDRA moderado y severo, aunque debería individualizarse y realizarse un ajuste lo más personalizado posible ya que el uso de esta estrategia no está exento de riesgos.

No existe evidencia científica en el momento actual sobre cuándo deben aplicarse, en qué momentos concretos y con qué frecuencia, por lo que más estudios de investigación son necesarios para esclarecer estas áreas de incertidumbre.

Ha quedado demostrado que la aplicación de niveles más altos de PEEP y MR en pacientes no respondedores, puede ser más dañina que beneficiosa, ya que solo servirá para producir

sobredistensión de las regiones pulmonares que ya están abiertas, aumentando el stress y strain en estas regiones, empeorando así el pronóstico.

Los autores de este artículo declaran no tener conflicto de intereses

Más información:

Zhou Y, Jin X, Lv Y, et al. Early application of airway pressure release ventilation may reduce the duration of mechanical ventilation in acute respiratory distress syndrome. *Intensive Care Medicine.* 2017;43:1648-59.

van der Zee P, Gommers D. Recruitment Maneuvers and Higher PEEP, the So-Called Open Lung Concept, in Patients with ARDS. *Critical Care.* 2019;23:73

Cavalcanti A, Suzumura É, Laranjeira L, 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. *JAMA.* 2017;318:1335-45.

Gattinoni L, Pesenti A. The concept of "baby lung". *Intensive Care Medicine.* 2005;31:776-84.

Constantin J, Godet T, Jabaudon M, et al. Recruitment maneuvers in acute respiratory distress syndrome. *Annals of Translational Medicine.* 2017;5(14):290.

Santos R. Recruitment maneuvers in acute respiratory distress syndrome: The safe way is the best way. *World Journal of Critical Care Medicine.* 2015;4:278-86.

Algaba Á, Nin N. Maniobras de reclutamiento alveolar en el síndrome de distrés respiratorio agudo. *Medicina Intensiva.* 2013;37:355-62.

Gattinoni L, Caironi P, Cressoni M, et al. Lung Recruitment in Patients with the Acute Respiratory Distress Syndrome. *New England Journal of Medicine.* 2006;354:1775-86.

Hess D. Recruitment Maneuvers and PEEP Titration. *Respiratory Care.* 2015;60:1688-704.

Cressoni M, Chiumello D, Algieri I et al. Opening pressures and atelectrauma in acute respiratory distress syndrome. *Intensive Care Medicine.* 2017;43:603-11.

Walkey A, Goligher E, Del Sorbo L, et al. Low Tidal Volume versus Non-Volume-Limited Strategies for Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome. A Systematic Review and Meta-Analysis. *Annals of the American Tho-*

Maniobras de reclutamiento alveolar y PEEP en el SDRA ¿Son útiles?

racic Society. 2017;14(Supplement_4):S271-S279.

Goligher E, Hodgson C, Adhikari N, et al. Lung Recruitment Maneuvers for Adult Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome. A Systematic Review and Meta-Analysis. Annals of the American Thoracic Society. 2017;14(Supplement_4):S304-S311.

Del Sorbo L, Tonetti T, Ranieri V. Alveolar recruitment in acute respiratory distress syndrome: should we open the lung (no matter what) or may accept (part of) the lung closed?. Intensive Care Medicine. 2019;45:1436-39.

Papazian L, Aubron C, Brochard L, et al. Formal guidelines: management of acute respiratory distress syndrome. Annals of Intensive Care. 2019;9:69.

Kallet R.A Comprehensive Review of Prone Position in ARDS. Respiratory Care. 2015;60:1660-87.

Hodgson C, Goligher E, Young M, et al. Recruitment manoeuvres for adults with acute

respiratory distress syndrome receiving mechanical ventilation. Cochrane Database of Systematic Reviews. 2016;11:CD006667.

Cui Y, Cao R, Wang Y, Li G. Lung Recruitment Maneuvers for ARDS Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. Respiration. 2019;;1-13.

Fan E, Del Sorbo L, Goligher E, et al. An Official American Thoracic Society/European Society of Intensive Care Medicine/Society of Critical Care Medicine Clinical Practice Guideline: Mechanical Ventilation in Adult Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine. 2017;195:1253-63.

Ben Salem C. Acute Respiratory Distress Syndrome. N Engl J Med. 2017 Nov 9;377:1904.

Nieman G, Satalin J, Andrews P, et al. Personalizing mechanical ventilation according to physiologic parameters to stabilize alveoli and minimize ventilator induced lung injury (VILI). Intensive Care Medicine Experimental. 2017;5:8.

Maniobras de reclutamiento alveolar y PEEP en el SDRA ¿Son útiles?

Delgado Martín M, Fernández Fernández R. Es-
trategias frente a la hipoxemia refractaria en el
síndrome de dificultad respiratoria del adulto.
Medicina Intensiva. 2013;37:423-30

Fanelli V, Mascia L, Puntorieri V, et al. Pulmo-
nary atelectasis during low stretch ventilation:
"open lung" versus "lung rest" strategy. *Critical
Care Medicine* 37:1046-53.