



WeVent

GRUPO INTERNACIONAL
DE VENTILACIÓN MÉCANICA

MANIOBRAS DE RECLUTAMIENTO ALVEOLAR

Introducción

Desde que se formuló la ley de Boyle-Mariotte en el Siglo XVII (por Robert Boyle en 1662 y Edme Mariotte en 1676) la ventilación dejó de ser un misterio, puesto que, esta ley expresa que a temperatura constante, el volumen y la presión de un gas en cualquier compartimiento, se comportan de forma inversamente proporcional. Cuando se inicia la inspiración, la presión intratorácica comienza a hacerse progresivamente subatmosférica y el volumen intrapulmonar comienza a incrementarse como consecuencia del llenado generado por el gradiente de presión que facilita el ingreso de gases a los pulmones sin ningún obstáculo en condiciones normales de funcionamiento. Cuando finaliza la inspiración, la presión es nuevamente atmosférica por desaparición del gradiente de presión y el volumen alcanzado es máximo, es el punto de partida de la espiración (figura 1).¹

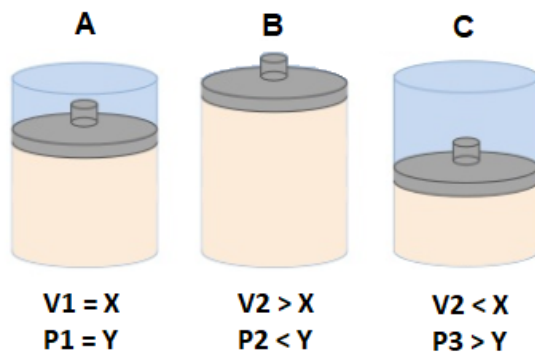


Figura 1. Representación simplificada de la Ley de Boyle-Mariotte aplicada a la fisiología respiratoria. En A, el volumen dentro de la jeringa ($V1$) es X y la presión ($P1$) es Y (atmosférica). En B, la presión ($P2$) es menor que la atmosférica por el incremento en el volumen ($V2$). En C, la presión es mayor que la atmosférica por la disminución del volumen ($V3$). La primera situación representa el reposo, la segunda la inspiración y la tercera la espiración. (Adaptada de: Cristancho W. Oxígeno. Fisiología, terapéutica, toxicidad. Manual Moderno Colombia, Bogotá, 2019).

Estos hechos fisiológicos plenamente demostrados, pueden visualizarse con claridad en una curva presión-volumen, en la que se visualiza en el asa inspiratoria que para cada cambio de presión, sobreviene un cambio de volumen (*concepto de distensibilidad*) y cuando finaliza la inspiración, el volumen alcanzado es máximo, es el punto de partida de la espiración, la cual se produce como consecuencia del retroceso elástico del pulmón (*concepto de elasticidad*) (figura 2). En la curva se observa que el asa inspiratoria posee dos puntos de inflexión: Inferior y superior. Desde el inicio de la fase hasta el punto de inflexión inferior la apertura alveolar se dificulta por la resistencia del pulmón a la inflación; una vez alcanzado este punto los alvéolos superan su volumen crítico y la inflación se produce fácilmente, lo cual determina una “zona de máximo reclutamiento alveolar” que se extiende hasta el punto de inflexión superior, después del cual los cambios volumétricos no son de gran magnitud debido a que la mayoría de unidades se encuentran llenas de aire. Esta consideración fisiológica reviste enorme importancia en condiciones de apoyo mecánico ventilatorio. La derivada de la curva presión volumen representa la distensibilidad pulmonar. Si ésta se inclina hacia la abcisa, la distensibilidad se encontrará disminuida. Por el contrario, una inclinación hacia la ordenada representará un incremento de ella; estos comportamientos en teoría permitirían monitorizar la efectividad del reclutamiento alveolar.²

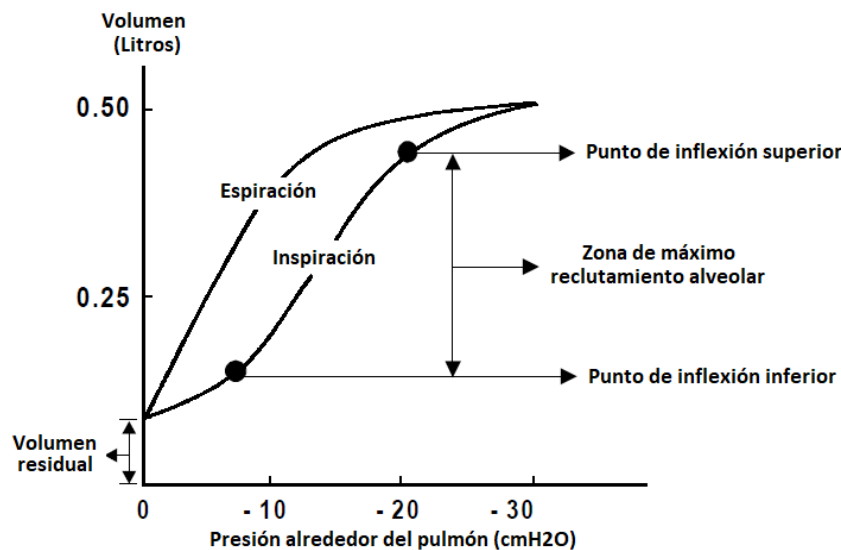


Figura 2. Curva presión-volumen aplicable a la fisiología respiratoria.

En términos estrictos, la distensibilidad es independiente de si la presión es negativa (condiciones fisiológicas) o positiva (ventilación mecánica, VM), puesto que por definición el cambio de volumen por unidad de cambio de presión se produce en cualquier condición. Sin embargo, durante la VM la curva presión-volumen experimenta invariablemente por lo menos tres cambios (figura 3) que son de utilidad para la interpretación de los efectos del reclutamiento: 1. Los valores de presión sobre la abscisa son positivos; 2. El volumen residual no se puede visualizar; 3. El asa inspiratoria puede comenzar en un valor distinto a cero (0) si el paciente recibe presión positiva al final de la espiración (PEEP)

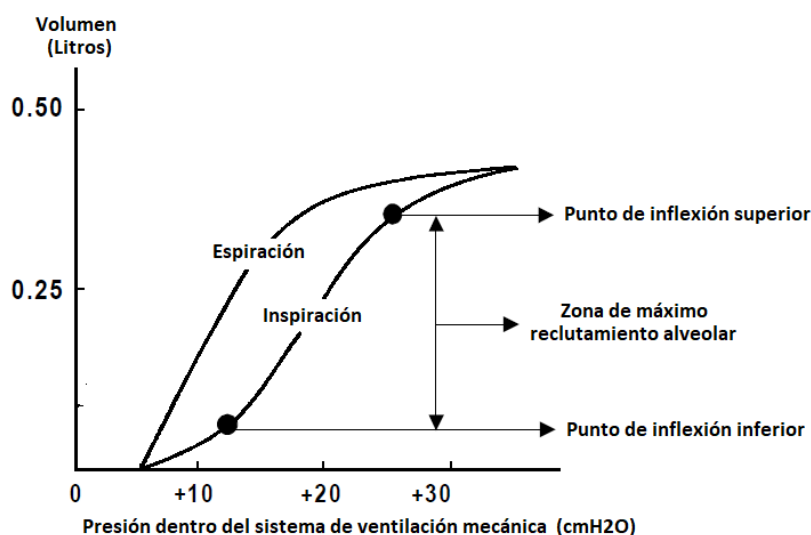


Figura 3. Curva presión-volumen aplicable a la ventilación mecánica.

Concepto de reclutamiento

El reclutamiento se define estrictamente como la inclusión de un número indeterminado de unidades pulmonares en el fenómeno de la ventilación.² La definición incluye la apertura de aquellas unidades que participan inadecuadamente en la ventilación por su tendencia al colapso. Si una unidad se encuentra completamente colapsada y se abre completamente durante la inspiración, ella se ha reclutado; pero si la unidad no se encuentra colapsada sino parcialmente ventilada (o pobremente aireada) – que sería lo mismo que afirmar, que se encuentra parcialmente colapsada – y se abre completamente

durante la inspiración, ella también se ha reclutado (figura 4). Las maniobras de reclutamiento alveolar (MRA) se han definido también como una estrategia voluntaria para aumentar la presión transpulmonar (PTP) de forma transitoria, con el objetivo de reabrir aquellas unidades alveolares que no están aireadas o mal aireadas pero que se pueden volver a abrir.³

Una definición que involucra parámetros de VM expresa que el reclutamiento alveolar, inducido por el uso de PEEP o altas presiones inspiratorias, es inicialmente un concepto anatómico -apoyado por tomografía computarizada (TC)-, que ha sido definido en los estudios clínicos como la disminución del tejido pulmonar no aireado.⁴ Malbouisson y cols., expresan una definición basada en cambios de volumen avalada por TC, en la que manifiestan que el reclutamiento debe tener en cuenta no sólo la cantidad de aire que insufla las unidades no aireadas, sino también, la que ingresa a unidades pobremente aireadas.⁵ Estas zonas pobremente aireadas en las que se observa una opacificación en “vidrio esmerilado” por la atenuación radiológica, son las susceptibles al tratamiento y hacia esta región deben orientarse las maniobras de reclutamiento (MRA).

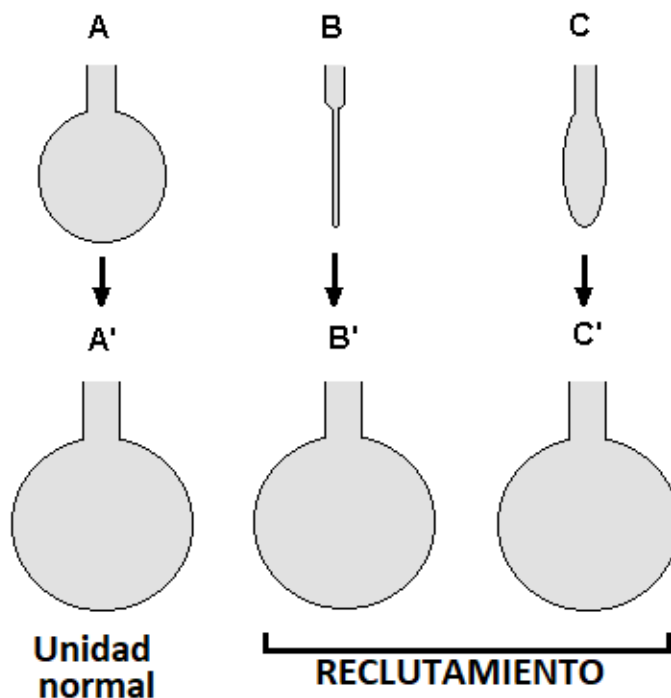


Figura 4. Representación esquemática del concepto de reclutamiento alveolar. A, representa una unidad normal que se expande en fase inspiratoria hasta A'. B, representa una unidad completamente

colapsada que se abre hasta B' en la inspiración reclutándose en sentido estricto. C, representa una unidad parcialmente colapsada que se abre hasta C' reclutándose.

El primer requerimiento para producir reclutamiento es la administración de presión positiva inspiratoria (PPI), condición sin la que él no es posible (figura 5).

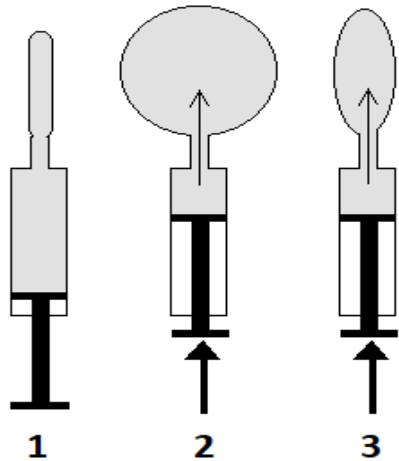


Figura 5. Representación esquemática del efecto de la presión positiva en la insuflación. En 1 se ilustra un globo desinflado conectado a una jeringa. En B, el globo es insuflado por efecto de la presión positiva generada al empujar el émbolo. C representa la misma situación de B pero con un globo de menor distensibilidad.

El segundo requerimiento para el reclutamiento –en realidad para mantenerlo si se ha logrado la expansión con PPI-, es la administración de PEEP (figura 6).

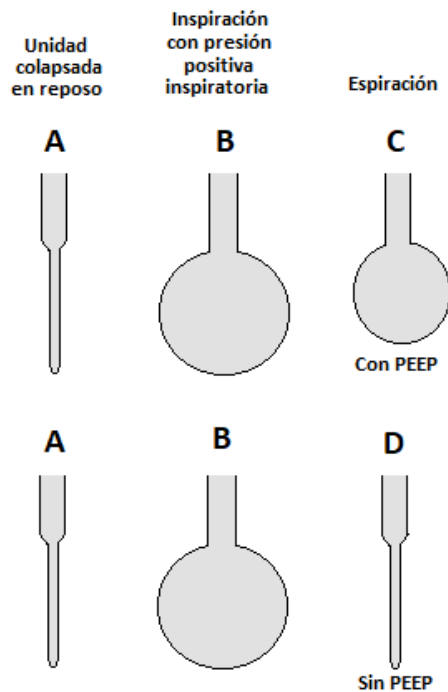


Figura 6. Representación de los dos componentes esenciales del reclutamiento alveolar.

La unidad colapsada (A) es insuflada con presión positiva (primer componente) consiguiéndose su apertura (B). Durante la espiración es indispensable la PEEP (segundo componente) para mantener la apertura previamente conseguida (C). Si no se instaure PEEP, la apertura conseguida se “pierde” en la fase espiratoria (D).

En términos estrictos, el reclutamiento alveolar en el paciente conectado a VM, es función del producto de la presión inspiratoria máxima (PIM) por el tiempo inspiratorio (TI), resultado al que se suma la PEEP, que es el parámetro que mantiene la apertura. En 1982 Lachmann y cols.,⁶ resumen tres pasos para abrir el pulmón: 1. Se debe superar una presión de apertura crítica durante la inspiración; 2. Esta presión de apertura debe mantenerse durante un período de tiempo suficientemente largo y; 3. Durante la espiración no debe pasar ningún tiempo crítico que permita el cierre de las unidades pulmonares, mediante el uso de PEEP automático o intrínseco o aplicando niveles de PEEP suficientemente altos que eviten el colapso alveolar. Es la primera descripción del concepto de pulmón abierto (*open lung*).

En el paciente que recibe modos convencionales de VM usualmente se consigue estabilización clínica y gasimétrica con el ajuste de los parámetros adecuados a su particularidad. Sin embargo, esto puede no ocurrir en la ventilación del sujeto con diagnóstico de síndrome de dificultad respiratoria del adulto (SDRA) por diversas razones: 1. La pérdida significativa de la distensibilidad pulmonar que tiende a conferir rigidez al pulmón; 2. La sobredistensión (aumento exagerado del *stress* y el *strain*) del tejido pulmonar normal en la que se alcanzan altas presiones transpulmonares que tienden a incrementar la permeabilidad de la membrana alvéolo capilar y a “fracturar” el tejido epitelial (volutrauma); y a promover la liberación de sustancias proinflamatorias (citoquinas) generando biotrauma; 3. El movimiento repetitivo de las unidades alveolares entre dos posiciones extremas; de colapso parcial a máxima apertura (atelectrauma) por el uso de inadecuados valores de PEEP, que causa lesión por cizallamiento; 4. La tendencia al colapso regional (basal) generada por la combinación del decúbito y el uso de bajos valores de PEEP. Estos factores dificultan significativamente la ventilación y oxigenación del paciente con SDRA, por lo que el clínico orienta sus esfuerzos terapéuticos de sostén unas veces hacia el uso de modos no convencionales de ventilación, otras a estrategias probadas en el terreno de la evidencia como la ventilación en decúbito prono ^{7,8}, y otras veces hacia maniobras controvertidas como el reclutamiento, estrategias que pueden no ser eficaces en el manejo del paciente debido a la imposibilidad de acceder a zonas dispersas de daño alveolar.

Habashi y cols.,⁹ reconocen la presencia de tres compartimientos en el pulmón afectado por SDRA (figura 7): 1. Área pulmonar normal, altamente susceptible al barotrauma inducido por la ventilación inapropiada; 2. Áreas ocupadas con exudado, no reclutables; 3. Áreas colapsadas por la compresión desde el espacio intersticial, potencialmente

reclutables.⁵ El reclutamiento alveolar está entonces indicado para la apertura de áreas colapsadas por el exudado en el SDRA

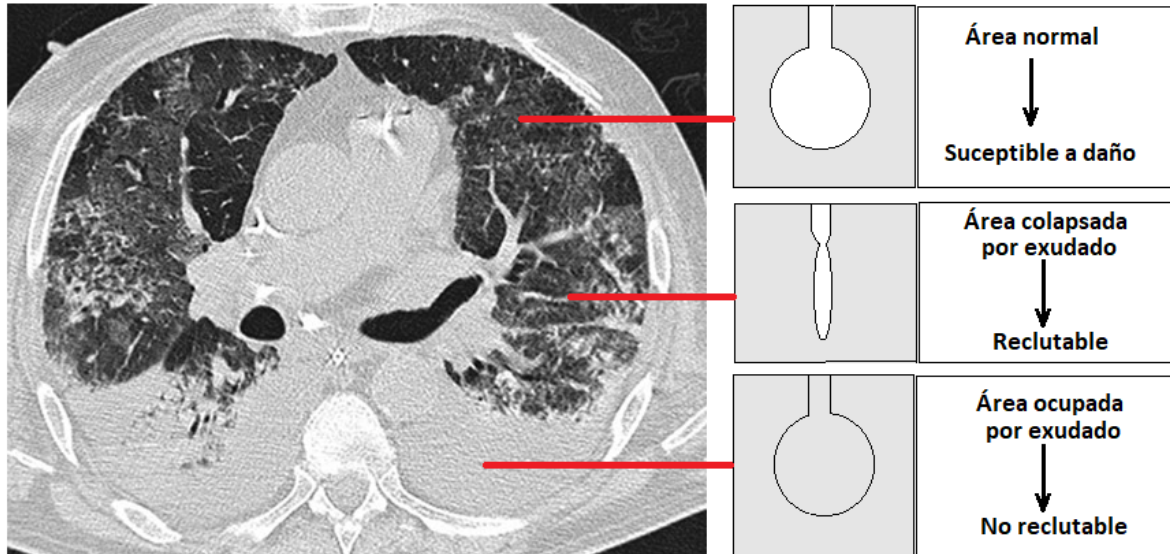


Figura 7. Áreas presentes en el pulmón con SDRA.

Maniobras de reclutamiento alveolar (MRA)

En principio, cualquiera que sea la MRA utilizada, ésta debe combinar el producto de la PIM por el TI seguida de PEEP. Si se usa sólo la PPI, se consigue reclutamiento, pero la no utilización, ni aumento inmediato o, inadecuada titulación de la PEEP produce *desreclutamiento*. Después de la maniobra debe dejarse instaurado un valor de PEEP capaz de sostener durante el mayor lapso de tiempo posible los efectos benéficos de la maniobra.

En 1999 el grupo de Lim¹⁰ propone un método de reclutamiento relativamente seguro, acerca del cual publican resultados en 2001 denominándolo "*Suspiro extendido*". Su ejecución es relativamente sencilla y se basa en el incremento progresivo y por pasos de la PEEP, combinado con modificaciones del VT. Se inicia con un VT de 8 ml/kg y una PEEP de 10 cmH₂O. Luego se modifican los valores de VT/PEEP cada 30 segundos así: 6/15, 4/20 y 2/25. Posteriormente se pasa a CPAP de 30 cmH₂O por 30 segundos después de lo cual se retorna a valores iniciales siguiendo el mismo orden pero en sentido inverso (figura 10). La maniobra se realiza dos veces cada 15 minutos por una hora. A pesar de que el VT se

disminuye durante la progresión de la maniobra, se denomina suspiro extendido porque la unidad reclutada progresa al siguiente paso a partir de una ganancia de volumen mayor que en el paso precedente.

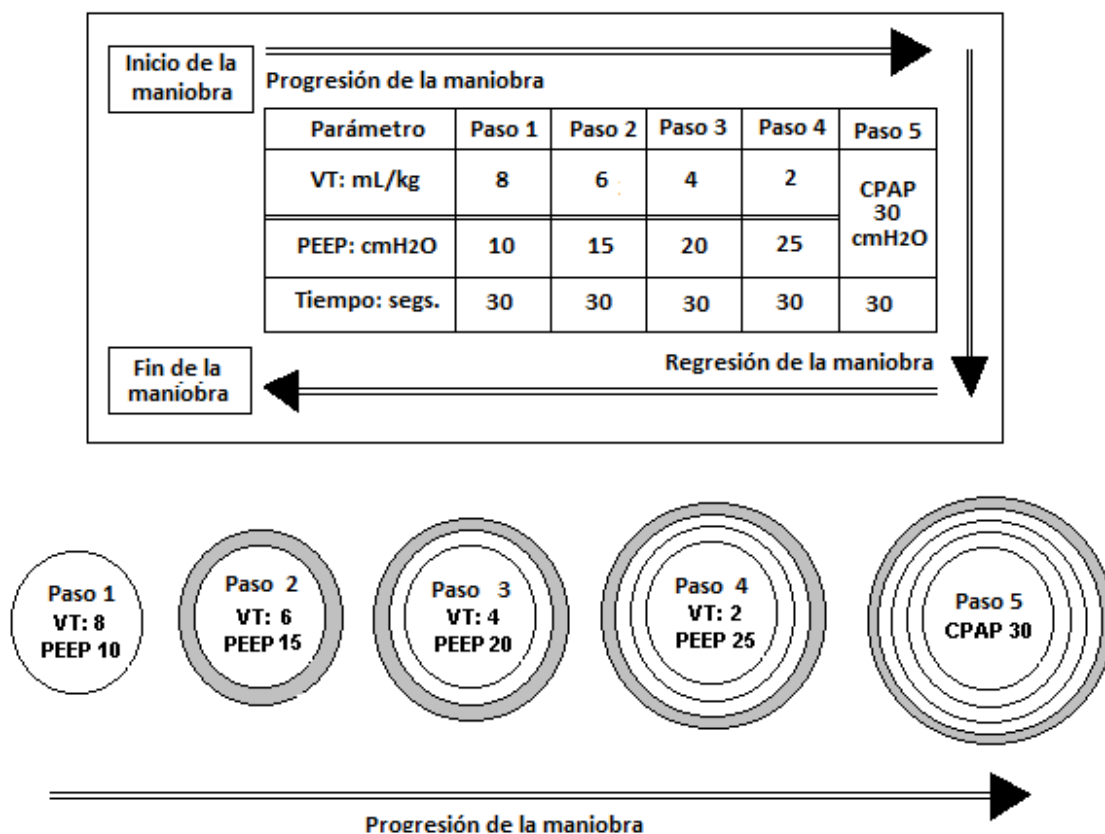


Figura 7. Representación de la MRA suspiro extendido. Arriba descripción de la MRA. Abajo esquema del suspiro extendido (obsérvese que la progresión gana volumen en cada paso)

Medoff y cols.,¹¹ proponen una maniobra diferente utilizando “ventilación controlada por presión,” que inicia con valores de PEEP de 40 cmH₂O y PIM de 20 cmH₂O sobre PEEP. Los parámetros se mantienen durante ¡2 minutos! Y posteriormente se disminuye el valor de la PEEP a 25 cmH₂O para mantenimiento del reclutamiento. En este reporte, el valor de la PEEP requerido para el mantenimiento, no se correlacionó con el punto de inflexión inferior. Richards y cols.,¹² proponen la combinación de la maniobra con la adopción del decúbito prono, con el objeto de optimizar la ventilación de las áreas posterobasales usualmente propensas al colapso. En esta técnica, se coloca el paciente en prono, se relaja y se hiperoxigena. Luego la frecuencia del ventilador se reduce a cero y se instaura un valor de PEEP de 40 cmH₂O durante 90 segundos, después de los cuales se restituye la

frecuencia del ventilador, se implementa un VT de 6 ml/kg y se disminuye la PEEP a 15 cmH₂O para mantenimiento del reclutamiento o se continua con modos no convencionales que minimicen el barotrauma (relación inversa o “presión control”). La maniobra exige estricta monitorización (presión arterial, FC y pulso-oximetría). Guarda cierta similitud con la maniobra descrita por el grupo de Amato¹³ en 1998, en la que se aplicó CPAP de 35 a 40 cmH₂O durante 40 segundos, seguida de un cuidadoso retorno a los niveles de PEEP, finalizando con ventilación con relación inversa controlada por presión siempre que la FiO₂ fuera superior a 0,5, para disminuir los requisitos de volumen minuto.

Hodgson y cols,¹⁴ publican en 2011 una serie de casos en la que se usa una MRA con escalonamiento más PEEP decreciente, la maniobra implica un aumento progresivo de la PEEP (hasta 40 cmH₂O) durante varios minutos con ventilación con control de presión; los pacientes recibieron presiones de 15 ± 3 cmH₂O en ventilación controlada por presión. La PEEP aumentó desde el inicio (rango 10-18) a 20, 30 y 40 cm H₂O cada 2 minutos para lograr una presión alveolar máxima de 55 ± 3 cm H₂O, luego disminuyó en intervalos de 3 minutos a 25, 22.5, 20, 17.5 y 15 cm H₂O hasta que se detectó una disminución del 1% al 2% de la máxima saturación de oxígeno (SpO₂). La PEEP se dejó en el nivel donde ocurrió la caída de la SpO₂. En total, el 80% de los pacientes respondieron a la maniobra con una titulación de PEEP decreciente

Luego Hodgson y cols.,¹⁵ publican los resultados de un ensayo controlado randomizado en el que utilizan la MRA con escalonamiento más titulación de PEEP en el grupo de experimentación comparado con un grupo de control en el que se usa las estrategias del ARDSnetwork. La estrategia del primer grupo denominada PHARLAP (*Permissive Hypercapnia, Alveolar Recruitment, Low Airway Pressures*) incluyó ventilación de control de presión (VCP), con presiones de meseta <30 cm H₂O, para entregar volúmenes corrientes de menos de 6 mL/kg de peso corporal ideal con pacientes en posición supina con 30 grados de elevación de la cabecera de la cama. La fracción inspirada de oxígeno (FIO₂) se ajustó hasta que la SpO₂ monitorizada continuamente fue del 90 al 92%. Para el escalonamiento, la presión alta se ajustó a 15 cmH₂O por encima de la PEEP, que se incrementó de forma gradual a 20, luego a 30. Este ensayo controlado aleatorio mostró que la estrategia de pulmón abierto basada en MRA con escalonamiento y titulación decreciente de PEEP mejoró las citokinas plasmáticas (IL-8 y TNF- α), la distensibilidad pulmonar y la oxigenación durante siete días. No hubo diferencias en la duración de la ventilación mecánica, la estancia en la UCI o la estancia hospitalaria. Previamente Borges y cols.,¹⁶ describieron que los beneficios de oxigenación de la maniobra con escalonamiento

se pueden mantener hasta seis horas con la aplicación de PEEP "óptima" mediante una maniobra de titulación de PEEP. Denominan a la combinación del escalonamiento y la titulación estrategia de máximo reclutamiento (EMR).

De Matos y cols.,¹⁷, proponen en 2012 la EMR guiada por tomografía torácica computarizada con la inclusión de dos fases: una de reclutamiento para calcular las presiones de apertura (pasos incrementales bajo ventilación controlada por presión hasta presiones inspiratorias máximas de 60 cmH₂O, a presiones de conducción constantes de 15 cmH₂O); y una fase de titulación (pasos decrecientes de PEEP de 25 a 10 cmH₂O) utilizada para estimar la PEEP mínima para mantener los pulmones abiertos (figura 8). Durante todos los pasos, se calculó el tamaño del compartimento no aireado (-100 a +100 UH) y la capacidad de reclutamiento de los pulmones (el porcentaje de masa de tejido colapsado re-aireado desde la línea de base hasta la PEEP máxima). Los resultados en un total de 51 pacientes con SDRA grave, con una edad media de 50,7 años (84% de SDRA primario) fueron: La presión meseta de apertura fue 59.6 ($\pm$ 5.9 cmH₂O), y la PEEP media titulada después de EMR fue 24.6 ($\pm$ 2.9 cmH₂O). La relación media de PaO₂/FiO₂ aumentó de 125 ($\pm$ 43) a 300 ($\pm$ 103; P <0,0001) después de la EMR y se mantuvo por encima de 300 durante siete días. El parénquima no aireado disminuyó significativamente del 53.6% a 12.7% (P <0.0001) después de la maniobra probablemente por un tiempo de ventilación más corto (<72 h de inicio de SDRA) y un balance de líquidos positivo que podría aumentar significativamente la cantidad de edema pulmonar y tejido colapsado con más reclutabilidad. El pulmón potencialmente reclutable se estimó en 45%. No se observó barotrauma mayor ni complicaciones clínicas significativas asociadas con la maniobra, con lo que concluyeron que la EMR podría revertir eficientemente la hipoxemia y la mayor parte del tejido pulmonar colapsado durante el curso del SDRA, lo cual es compatible con una alta capacidad de reclutamiento pulmonar en pacientes no seleccionados con SDRA temprano y grave.

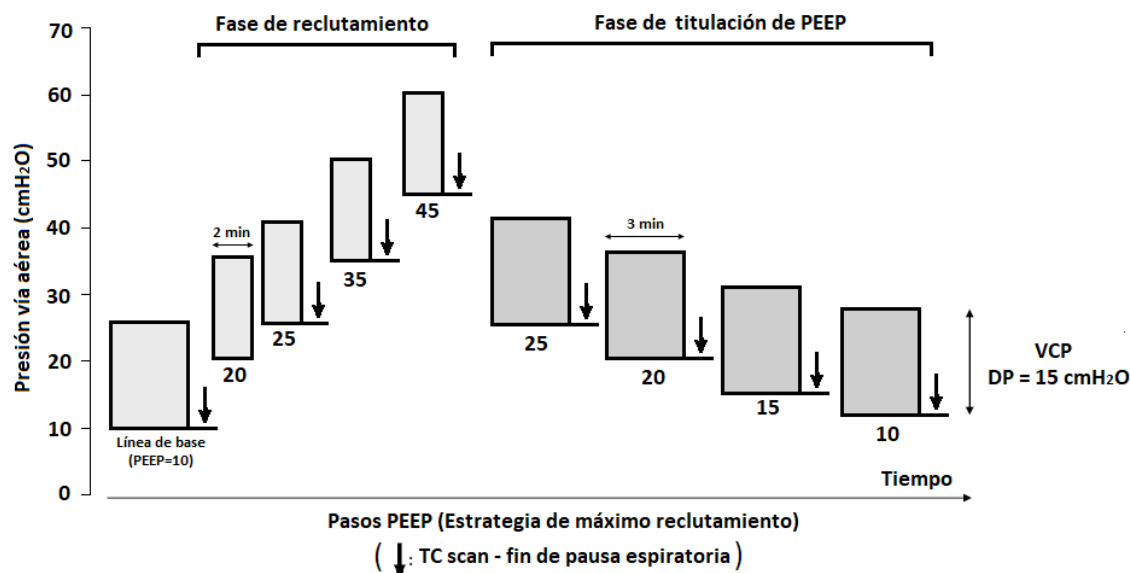


Figura 8. Estrategia de máximo reclutamiento. La primera fase, "fase de reclutamiento", comienza en la PEEP basal (alrededor de 10 cmH₂O) y sube a la PEEP máxima (alrededor de 45 cmH₂O), generando transitoriamente presiones inspiratorias de meseta alrededor de 60 cmH₂O. La segunda fase, "fase de titulación de PEEP", comienza en PEEP = 25 cmH₂O y baja a PEEP = 10 cmH₂O. (VCP: ventilación controlada por presión; ΔP : presión de conducción = presión inspiratoria de meseta menos PEEP. Las flechas marcan el momento de la tomografía computarizada durante una pausa espiratoria en la PEEP designada). Adaptada de: de Matos, G.F., Stanzani, F., Passos, R.H. et al. How large is the lung recruitability in early acute respiratory distress syndrome: a prospective case series of patients monitored by computed tomography. Crit Care 16, R4 (2012)

Kacmarek y cols.¹⁸ publican en 2016 un ensayo prospectivo, multicéntrico, piloto, aleatorizado y controlado, con la colaboración de una red de 20 UCIs multidisciplinarias en el que describen el abordaje de pulmón abierto (*Open Lung Approach*, OLA) para el SDRA. De 1,874 pacientes seleccionados con SDRA, 200 fueron asignados al azar: 99 para el abordaje de pulmón abierto (OLA) y 101 para el protocolo de *ARDSnetwork*. Las principales medidas de resultado fueron la mortalidad a los 60 días, mortalidad en la UCI, y días sin ventilador. Se encontraron diferencias no significativas en la mortalidad en el día 60 (29% del OLA frente a 33% del grupo control, $p = 0,18$), mortalidad en la UCI (25% del OLA frente a 30% del grupo control, $p = 0,53$ prueba exacta de Fisher), y en los días sin ventilador (8 [0-20] enfoque OLA versus 7 [0-20] del grupo control, $p=0,53$). La presión de conducción (*driving pressure* = presión de meseta-PEEP) y PaO₂/FiO₂ mejoraron significativamente a las 24, 48 y 72 horas en los pacientes con abordaje OLA en comparación con los pacientes en el protocolo del grupo control. La tasa de barotrauma

fue similar en ambos grupos. Los pacientes fueron sedados antes de la maniobra de reclutamiento y se usaron agentes bloqueantes neuromusculares en casos necesarios para garantizar la seguridad del paciente durante la maniobra evitando grandes aumentos en la presión transpulmonar. Para el ensayo de PEEP decremental, el modo de ventilación mecánica fue asistido controlado por volumen (VT: 4–6 ml/kg), PEEP 25 cmH₂O y frecuencia respiratoria establecida en el nivel anterior a la maniobra de reclutamiento. Después de un período de estabilización de 3 minutos, se registró la distensibilidad dinámica (VT/(PIM-PEEP). La PEEP se redujo luego en pasos de 2 en 2 cmH₂O y se registró la distensibilidad después de la estabilización. Diariamente, se determinó también la distensibilidad estática (VT/Pplateau-PEEP). Este proceso continuó hasta que se identificó el nivel de PEEP correspondiente a la distensibilidad máxima y luego se reclutó nuevamente el pulmón y se estableció la PEEP en el nivel de la distensibilidad máxima + 3 cmH₂O. Después de la segunda maniobra de reclutamiento, el modo cambió a asistido controlado por presión, PEEP máximo + 3 cmH₂O para mantener estabilidad en la distensibilidad (PIM inferior a 30 cmH₂O, para alcanzar VT de 4-8 mL/kg. Si el VT se ajustó a menos de 5 mL/kg de peso, se permitió que la presión meseta superara los 30 cmH₂O. Finalmente, la FiO₂ se redujo al nivel más bajo manteniendo el objetivo de PaO₂. Después de establecer la PEEP, no debía modificarse durante 24 horas y solo cuando el FiO₂ disminuía a 0,40. Cuando se redujo la PEEP, se hizo a una velocidad que no superará los 2 cmH₂O cada 8 horas; si la disminución de la PEEP resultara en una pérdida de oxigenación o mecánica pulmonar, se restablecía la PEEP. El manejo de la ventilación para OLA durante todo el estudio siguió el protocolo *ARDSnet*.

A pesar del atractivo de las MRA existen controversias e incluso recomendaciones para no usarlas. El ensayo ART (*Alveolar Recruitment for ARDS Trial*)¹⁹ aleatorizado, multicéntrico, realizado en 120 unidades de cuidados intensivos (UCI) de 9 países desde el 17 de noviembre de 2011 hasta el 25 de abril de 2017, analizó 1010 pacientes adultos con diagnóstico de SDRA de moderado a severo. Se comparó una estrategia experimental consistente en una maniobra de reclutamiento pulmonar y titulación de PEEP de acuerdo con la mejor distensibilidad del sistema respiratorio (n=501; grupo experimental) versus una estrategia de control de baja PEEP (n=509). Todos los pacientes recibieron modo asistido controlado por volumen hasta el destete. A los 28 días, 277 de 501 pacientes (55.3%) en el grupo experimental y 251 de 509 pacientes (49.3%) en el grupo control habían muerto, es decir, la mortalidad fue significativamente mayor entre los pacientes tratados con una estrategia de reclutamiento pulmonar y titulación de PEEP. A los 6 meses, aumentó la mortalidad en la estrategia del grupo experimental en comparación con el grupo de control (65,3% frente a 59,9%; HR: 1,18; IC del 95%, 1,01 a 1,38; P = 0,04),

disminuyó el número de días promedio sin ventilador (5.3 frente a 6.4; $P = 0.03$), aumentó el riesgo de neumotórax que requirió drenaje (3.2% vs 1.2%; $P = 0.03$), y el riesgo de barotrauma (5.6% vs 1.6%; $P = 0.001$). Estos hallazgos no respaldan el uso rutinario de la maniobra de reclutamiento pulmonar y la titulación de PEEP en pacientes con éste diagnóstico. Una posible explicación de los hallazgos de este ensayo se relaciona con un equilibrio desfavorable entre el potencial de efectos positivos (reducción de la presión de conducción-*driving pressure*) y el potencial de efectos negativos (aumento de la sobredistensión y deterioro hemodinámico) los cuales son consecuencias fisiológicas del reclutamiento pulmonar y PEEP. Sin embargo, en el ensayo ART, la presión de conducción –que tiene efectos potencialmente benéficos si es baja- se redujo de 13.5 a 11.5 cmH₂O después de una maniobra de reclutamiento y aun así resultó en un aumento de la tasa de mortalidad, a pesar de los valores benéficos propuestos por Amato, de 15 cmH₂O,²⁰ lo que sugiere que podría ser más importante la estabilidad de la presión de conducción que su valor absoluto.²¹

La información actual aumenta la controversia. La evidencia existente respalda el uso de la MRA combinada con PEEP para mejorar la oxigenación y reducir la duración de la estadía en el hospital para pacientes con SDRA, pero sin efectos beneficiosos sobre la mortalidad, según el meta-análisis de Cui y cols.²² Contrariamente el meta-análisis de Huang y cols, de 2020, encontró que la MRA + PEEP baja tiene la mayor probabilidad de incrementar la supervivencia,²³ lo que es consistente con los resultados del grupo de control del ART en el que se utilizó una estrategia de PEEP baja, que mostró cifras menores de mortalidad. En el meta-análisis de Suzumura y cols.,²⁴ también se encontró disminución de la mortalidad; sin embargo, la evidencia no es definitiva.

Existen precedentes relacionados con los efectos adversos de las MRA, Una serie de casos²⁵ utilizando PEEP de 15 cmH₂O se asoció con: 1. Una disminución en el tejido no aireado en todos los pacientes ($P < 0.01$); 2. Aumento notable de la hiperinflación máxima ($P < 0.01$); 3. Disminución de la distensibilidad pulmonar ($P < 0.001$) y; 4. No disminuyó el reclutamiento/desreclutamiento en comparación con la PEEP de 9 cmH₂O ($P=1$). Adicionalmente, existen preocupaciones con respecto a la seguridad de las MRA en términos de preservación hemodinámica y lesión pulmonar. El rápido aumento de la presión puede ser un factor que explica los posibles efectos nocivos de las MRA.³ La revisión de Guerin y cols.,³ recomendó no utilizar MRA de rutina en pacientes con SDRA estable, sino ejecutarlas en caso de hipoxemia potencialmente mortal. Hay algunas preocupaciones con respecto a la seguridad de las MRA en términos de preservación

hemodinámica y lesión pulmonar. El rápido aumento de la presión puede ser un factor que explica los posibles efectos nocivos de las maniobras. Los *end point* relevantes en la evaluación de las MRA han pasado de la mejora de la oxigenación a la prevención de la LPA.

Es relevante también el hecho de que, tres ensayos aleatorizados y controlados no pudieron demostrar un efecto beneficioso de los MRA sobre la oxigenación en la práctica habitual.²⁶⁻²⁸ Hay algunas preocupaciones de seguridad; en ausencia de reclutamiento alveolar y mejora en la oxigenación arterial, la MRA disminuye la tasa de depuración del líquido alveolar, lo que sugiere que la sobreinflación pulmonar puede estar asociada con la disfunción epitelial.²⁹ Es necesario entonces, evaluar la eficacia de la MRA no solamente en la oxigenación puesto que, esta puede ser en gran medida insuficiente; una evaluación completa, como para cualquier estrategia de ventilación en el SDRA, debe considerar los efectos sobre la hemodinámica, el reclutamiento pulmonar propiamente dicho, la sobredistensión, el estrés y la tensión,³⁰ y el biotrauma.³¹ Una revisión sistemática de Cochrane³² de siete ensayos (el número total de participantes incluidos fue de 1170) que incluyeron una maniobra de reclutamiento como parte de la estrategia de tratamiento para pacientes con ventilación mecánica para SDRA o lesión pulmonar aguda (LPA) encontró que el grupo de intervención con respecto al cuidado estándar no mostró diferencias significativas en la mortalidad a los 28 días (RR 0,73; IC del 95%: 0,46 a 1,17, P = 0,2). Del mismo modo, no hubo diferencia estadística para el riesgo de barotrauma (RR 0,50, IC del 95%: 0,07 a 3,52, P = 0,5) o disfunción de la presión arterial (DM 0,9 mm Hg, IC del 95%: 4,28 a 6,08, P = 0,73). Las MRA aumentaron significativamente la oxigenación por encima de los niveles de referencia durante un corto período de tiempo en cuatro de los cinco estudios que midieron la oxigenación. No hubo datos suficientes sobre la duración de la ventilación o la estancia hospitalaria para agrupar los resultados. Los autores concluyeron que no hay evidencia para sacar conclusiones sobre si las maniobras de reclutamiento reducen la mortalidad o la duración de la ventilación en pacientes con LPA o SDRA

MRA en COVID-19

En el contexto de la pandemia declarada en marzo de 2020³³ por la Organización Mundial de la Salud (OMS) por COVID-19, se identificó su asociación a trastornos respiratorios de gravedad variable, dentro de los que, el SDRA constituye el proceso mórbido más relevante y letal, cuyo manejo en el caso moderado/severo, es la ventilación mecánica

invasiva.³⁴⁻³⁷ la cual incluye dentro de las estrategias de manejo de la hipoxemia refractaria las MRA, como se ha mencionado a lo largo del texto. En ausencia de estudios específicos sobre el SDRA inducido por COVID-19, el manejo ventilatorio debe ser coherente con las pautas establecidas para el manejo del SDRA,³⁸ tanto así que, la OMS ha publicado pautas similares a las existentes para el manejo de las infecciones respiratorias graves por COVID-19.³⁹

Las MRA, una de las herramientas utilizadas en la VM del SDRA convencional por definición de Berlín,⁴⁰ son también una de las terapias complementarias más utilizadas en el manejo del SDRA por COVID-19.⁴¹ Para adultos con VM por COVID-19 e hipoxemia refractaria, se ha sugerido usar MRA, en lugar de no usarlas (recomendación débil, evidencia de baja calidad),³⁶ Se ha recomendado no utilizar maniobras de escalamiento (PEEP incremental) (recomendación fuerte, evidencia de calidad moderada).^{36,42,43} Se sugiere el uso de MRA (destinadas a abrir segmentos pulmonares colapsados usando presión inspiratoria de 40 cmH₂O durante 40 segundos), en lugar de no utilizar maniobras de reclutamiento (recomendación débil, evidencia de baja calidad).⁴² Sin embargo, los datos disponibles no son suficientes para recomendar el uso rutinario de estas maniobras en pacientes con SDRA por COVID-19.^{35,44}

Las MRA probablemente tienen valor limitado⁴⁵, pero se pueden aplicar siguiendo protocolos institucionales que incluyan el uso de presiones moderadas en presencia de personal de UCI para monitorizar la hemodinamia, y en general para evaluar integralmente los resultados. Si no hay mejoría en la oxigenación o la presión de conducción, o si el paciente desarrolla hipotensión o barotrauma, las maniobras de reclutamiento deben interrumpirse.⁴⁶ La puntuación de la ecografía pulmonar es un mecanismo potencial para clasificar objetivamente la lesión pulmonar asociada a COVID-19 y los patrones de artefactos sonográficos observados en la ecografía pulmonar se pueden usar para controlar el grado de aireación pulmonar y la eficacia del reclutamiento.^{47,48} Es importante anotar que algunos grupos difieren en las propuestas de uso de las MRA en COVID-19; estas no tendrían utilidad si el SDRA cursa con discreto deterioro de la distensibilidad,⁴⁹ es decir, para lo que el grupo WeVent denomina SDRA con predominio de alteración del reflejo de vasoconstricción pulmonar hipóxica,⁵⁰ el grupo de Gattinoni en una publicación “SDRA fenotipo L” en el que el pulmón tiene baja reclutabilidad,⁵¹ o en otra publicación “neumonía viral aislada con distensibilidad casi normal”⁵² y el grupo de Rello, “fenotipo 4”,⁴⁹ en el que las MRA están incluso contraindicadas por la presencia de hiperinflamación, hiperpirexia e hipovolemia; en estas

condiciones, los valores de PEEP por encima de 10 cmH₂O pueden ser dañinos, y a menudo se asocian con la necesidad de dosis altas de vasopresores.

En condiciones de estabilidad hemodinámica, el protocolo propuesto por WeVent⁵⁰ sugiere utilizar una “Maniobra de reclutamiento submáxima” en la que inicialmente se aumenta la PEEP a 10, luego a 15 y finalmente a 20 cmH₂O durante 60 segundos en total, en modo PCV. En la fase de PEEP decremental, el parámetro se titula para lograr la *driving pressure* más baja (figura 9). En estudios observacionales, una *driving pressure* más baja se asocia con una mejor supervivencia entre los sujetos con SDRA.^{20,53,54} Esta presión puede reducirse disminuyendo el volumen corriente o aumentando la distensibilidad del sistema respiratorio mediante la titulación de PEEP.⁵⁵

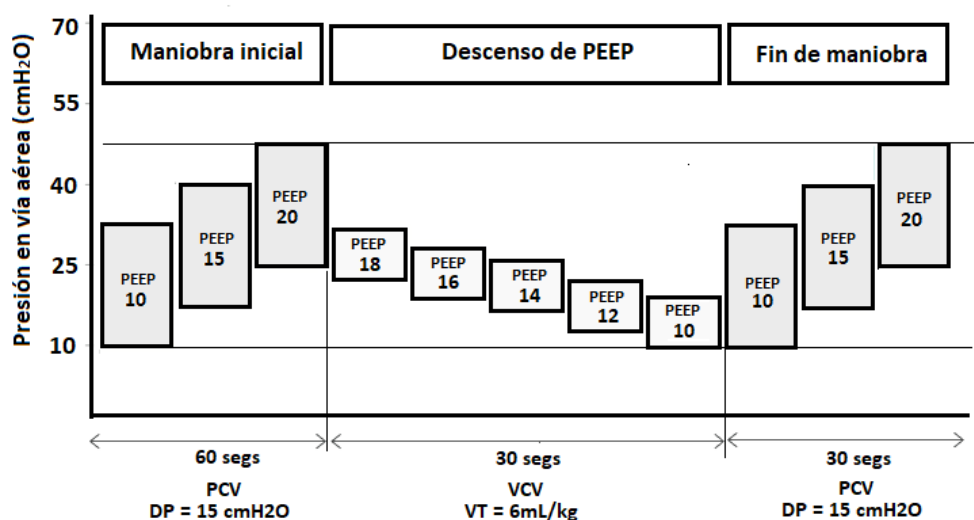


Figura 9. Ilustración de la MRA submáxima. En la fase inicial se aumenta la PEEP a 10, luego a 15 y finalmente a 20 cmH₂O durante 60 segundos en total, en modo PCV. En la fase de PEEP decremental, el parámetro se titula para lograr la *driving pressure* más baja (no >15 cmH₂O).

El reclutamiento alveolar es deseable si se puede lograr de manera segura. Si se considera una MRA, los posibles efectos beneficiosos deben sopesarse frente al potencial de daño, es decir, la titulación de PEEP debe equilibrar el reclutamiento alveolar contra la sobredistensión, lo que visto desde una perspectiva amplia, equivale a afirmar que la titulación de PEEP no debería rebasar las estrategias de ventilación con protección pulmonar. La propuesta de Hess⁵⁶ es plausible: el enfoque más sencillo para seleccionar la PEEP podría ajustarse a la gravedad de la enfermedad: 5–10 cmH₂O en SDRA leve, 10–15 cm H₂O en SDRA moderado y 15–20 cm H₂O en SDRA grave.

CONCLUSIONES

Las MRA tienen una sólida base fisiológica, lo cual probablemente les confiere un espacio importante en la práctica clínica como una estrategia de rescate de la hipoxemia refractaria en el SDRA. Existen diversas técnicas de ejecución, las que deben tener como común denominador una fase de expansión/reclutamiento mediada por la presión inspiratoria máxima (PIM) aplicada por unidad de tiempo seguida del establecimiento de un valor de PEEP para mantener los resultados. Una combinación frecuente es el escalonamiento de los parámetros (fase incremental) en la que aumentan la PIM y la PEEP seguida del retorno a valores en los que se mantenga la expansión mediante la titulación de la PEEP, fase crítica para mantener la estabilización de las unidades alveolares y evitar la eliminación del reclutamiento.

Cualquiera sea la maniobra utilizada, debe ser evaluada. Probablemente el aumento de la PaO_2 y/o la SpO_2 sean los parámetros que mejor informan de la efectividad de la MRA. Sin embargo, la medición de la distensibilidad, la ausencia de barotrauma y la valoración del impacto hemodinámico son factores críticos para determinar el éxito o fracaso de la maniobra. A pesar de una buena titulación de PEEP, pueden presentarse complicaciones derivadas de la sobredistensión de unidades bien ventiladas. El uso de imágenes es útil en la valoración, particularmente la TC o la ecografía, siendo la última más accesible en el entorno de la UCI. Las MRA son, en definitiva, una intervención de riesgo cuando no se realizan de forma individualizada y cuando la evaluación de la respuesta no se monitoriza adecuadamente; no ha habido consenso sobre la estrategia de reclutamiento ideal.

El uso de MRA en SDRA por COVID-19 es una extrapolación del uso en el SDRA. No existen estudios con fuerza de evidencia que permitan recomendar una estrategia en particular para el COVID-19. De hecho, el manejo ventilatorio actual en ésta entidad ha sido, y seguirá siendo coherente con las pautas establecidas para el manejo del SDRA, hasta que, se publiquen recomendaciones basadas en la evidencia. Como los pacientes con COVID-19 presentan un amplio espectro de presentación clínica cuyo marcador de gravedad es la hipoxemia se deben definir diferentes estrategias de manejo para cada presentación clínica, puesto que, en algunos cuadros estarían incluso, contraindicadas.

Autores:

- **William Cristancho Gómez**
Fisioterapeuta Universidad Nacional de Colombia. Especialista en Docencia Universitaria Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia
- **Aurio Fajardo C**
MD. Medicina Interna. Unidad de Paciente Crítico. MsC en Medicina Intensiva. MsC en Ventilación Mecánica, Universitat de València. Grupo Ventilación Mecánica Chile - Drive Flow Org. Viña del Mar. Chile.
- **Alberto Medina V**
PhD. MD. UCIP. Hospital Universitario Central de Asturias. Oviedo. España
- **Angelo Roncalli**
PT. MsC. Hospital Escola Helvio Auto Maceió. Brasil
- **Vicent Modesto A**
MD. Jefe Clínico UCIP Hospital Universitari I Politècnic La Fe. València, España.
- **Enrique Monares Zepeda**
Médico Intensivista. Ciudad de México.
- **Rodrigo Adasme J**
MsC, PT, CRT. Terapia Respiratoria Hospital Clínico Red de Salud UC-Christus. UNAB. Santiago, Chile. Escuela de Kinesiología, Facultad de Ciencias de la Rehabilitación, Universidad Andrés Bello
- **Juan Carlos Pérez**
Instituto Mexicano del Seguro Social. Fundador Asociación Federal de Terapeutas Respiratorios A.C (AFTR). Presidente Federación Latinoamericana de Terapia Respiratoria (FELATERE). TRC The Latin American Board for Professional Certification in Respiratory Therapy
- **Carlos Ferrando**
Department of Anesthesiology and Critical Care, Hospital Clínic, Institut D'investigació August Pi i Sunyer, Barcelona, Spain.
CIBER de Enfermedades Respiratorias, Instituto de Salud Carlos III, Madrid, Spain.

– **Fernando Paziencia**

Kinesiólogo Sanatorio de Niños de Rosario, Argentina. Coordinador de Servicio de Óxido Nítrico Inhalado (trasplante Cardíaco) en Grupo Oroño. Difusión de la VNI PEDIÁTRICA y NEONATAL. Integrante del Grupo Trabajo Kinésico SAP. Integrante del grupo CEFEN (Neonatología) SAP.

REFERENCIAS

1. **Cristancho W.** Oxígeno. Fisiología, terapéutica, toxicidad. Manual Moderno Colombia, Bogotá, 2019
2. **Cristancho W.** Fundamentos de fisioterapia respiratoria y ventilación mecánica. 3ª edición, Manual Moderno Colombia, Bogotá, 2015.
3. **Guerin C, Debord S, Leray V, et al.** Efficacy and safety of recruitment maneuvers in acute respiratory distress syndrome. *Ann Intensive Care*. 2011;1(1):9.
4. **Gattinoni L, Caironi P, Pelosi P, Goodman LR.** What has computed tomography taught us about the acute respiratory distress syndrome? *Am J Respir Crit Care Med* 2001; 164:1701-11.
5. **Malbouisson L.M., Muller C., Constantin J.M., Lu Q., Puybasset L., Rouby J.J.** Computed tomography assessment of positive end-expiratory pressure-induced alveolar recruitment in patients with acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 2001; 163: 1444-1450
6. **Lachmann B, Jonson B, Lindroth M, Robertson B.** Modes of artificial ventilation in severe respiratory distress syndrome. Lung function and morphology in rabbits after wash-out of alveolar surfactant. *Crit Care Med* 1982; 10: 724-32.
7. **Guérin C., Reigner J., Richard J.C., Beuret P., et al.** Prone Positioning in Severe Acute Respiratory Distress Syndrome. *N Engl J Med* 2013;368: 2159-68.
8. COVID-19 ARDS: clinical features and differences to 'usual' pre-COVID ARDS. The Medical Journal of Australia – Preprint – 24 April 2020. Disponible: <https://www.mja.com.au/system/files/2020-04/Preprint%20Gibson%2024%20April%202020.pdf> Consultado: 01/05/2020
9. **Habashi N.M.** New Directions in Ventilatory Management. Advanced Therapy in Thoracic Surgery. Chapter 3. p.24-35. Franco KL, Putnam JB. 1998.
10. **Lim Ch.M., Koh Y., Park W., et al.** Mechanistic scheme and effect of “extended sigh” as a recruitment maneuver in patients with acute respiratory distress syndrome: A preliminary study. *Crit Care Med* 2001; 29:1255-1260.
11. **Medoff B., Harris S., Kesselman H., et al.** Use of recruitment maneuvers and high positive end-expiratory pressure in a patient with ARDS. *Crit Care Med* 2000; 28: 1210-1216.
12. **Richards G., White H, van Schalkwyk J.** Lung recruitment maneuver. Disponible: <https://www.anaesthetist.com/icu/organs/lung/recruit/Findex.htm>. Consultado: 02/05/2020
13. **Amato M.B., Barbas C.S., Medeiros D.M., Magaldi R.B., Schettino G.P., Lorenzi-Filho G., Kairalla R.A., Deheinzelin D., Munoz C., Oliveira R., Takagaki T.Y., Carvalho C.R.** Effect of a protective-ventilation strategy on mortality in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 1998; 5;338(6):347-54.
14. **Hodgson C.L., Tuxen D.V., Holland A.E., Pilcher D., Bailey M., Varma D., Thomson K., Keating J.L.:** A positive response to a recruitment maneuver with PEEP titration in patients with ARDS, regardless of transient oxygen desaturation during the maneuver. *JICM* 2011, 26:41-49.
15. **Hodgson C.L., Tuxen D.V., Davies A.R., Bailey M.J., Higgins A.M., Holland A.E., Keating J.L., Pilcher D.V., Westbrook A.J., Cooper D.J., Nichol A.D.** 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. doi: 10.1186/cc10249.
16. **Borges J.B., Okamoto V.N., Matos G.F., Carames M.P., Arantes P.R., Barros F., Souza C.E., Victorino J.A., Kacmarek R.M., Barbas C.S., Carvalho C.R., Amato M.B.** Reversibility of lung collapse and hypoxemia in early acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 2006, 174(3):268-278.

17. **de Matos, G.F., Stanzani, F., Passos, R.H. et al.** How large is the lung recruitability in early acute respiratory distress syndrome: a prospective case series of patients monitored by computed tomography. *Crit Care* 16, R4 (2012). <https://doi.org/10.1186/cc10602>
18. **Kacmarek R., Villar J., Sulemanji D., et al.** The Open Lung Approach Network. Open Lung Approach for the Acute Respiratory Distress Syndrome: A Pilot, Randomized Controlled Trial. *Crit Care Med* 2016; 44:32–42
19. **Cavalcanti A.B., Suzumura E.A., Laranjeira L.N., et al.** 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;318:1335–45.
20. **Amato M.B., Meade M.O., Slutsky A.S., et al.** Driving pressure and survival in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2015;372:747–55.
21. **van der Zee P., Gommers D.** Recruitment Maneuvers and Higher PEEP, the So-Called Open Lung Concept, in Patients with ARDS. *Cri Care* 2019; 23:73 <https://doi.org/10.1186/s13054-019-2365-1>
22. **Cui Y., Cao R., Wang Y., & Li, G.** Lung Recruitment Maneuvers for ARDS Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Respiration* 2019; 1–13. doi:10.1159/000501045
23. **Huang W., Wang P., Jia F., et al.** Efficacy and safety of different mechanical ventilation strategies for patients with acute respiratory distress syndrome: Systematic review and network meta-analysis. *Crit Care Med Emer* 2020; preprint, DOI: 10.21203/rs.2.24291/v1
24. **Suzumura E.A., Figueiró M., Normilio-Silva K., Laranjeira L., Oliveira C., Buehler A.M., Bugano D., Amato M.B., Ribeiro Carvalho C.R., Berwanger O., Cavalcanti A.B.** Effects of alveolar recruitment maneuvers on clinical outcomes in patients with acute respiratory distress syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med* 2014; 40: 1227-1240 [PMID: 25097070 DOI: 10.1007/s00134-014-3413-6]
25. **Retamal J., Bugeo G., Larsson A., Bruhn A.** High PEEP levels are associated with overdistension and tidal recruitment/derecruitment in ARDS patients. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2015;59(9):1161-1169.
26. **Oczenski W., Hormann C., Keller C., Lorenzl N., Kepka A., Schwarz S., Fitzgerald R.D.** Recruitment maneuvers after a positive end-expiratory pressure trial do not induce sustained effects in early adult respiratory distress syndrome. *Anesthesiology* 2004, 101:620-625.
27. **Meade M.O., Cook D.J., Griffith L.E., Hand L.E., Lapinsky S.E., Stewart T.E., Killian K.J., Slutsky A.S., Guyatt G.H.** A study of the physiologic responses to a lung recruitment maneuver in acute lung injury and acute respiratory distress syndrome. *Respir Care* 2008, 53:1441-1449.
28. **Brower R.G., Morris A., MacIntyre N., Matthay M.A., Hayden D., Thompson T., Clemmer T., Lanken P.N., Schoenfeld D.** Effects of recruitment maneuvers in patients with acute lung injury and acute respiratory distress syndrome ventilated with high positive end-expiratory pressure. *Crit Care Med* 2003, 31:2592-2597
29. **Constantin J.M., Cayot-Constantin S., Roszyk L., Futier E., Sapin V., Dastugue B., Bazin J.E., Rouby J.J.** Response to recruitment maneuver influences net alveolar fluid clearance in acute respiratory distress syndrome. *Anesthesiology* 2007, 106:944-951
30. **Chiumello D., Carlesso E., Cadringer P., Caironi P., Valenza F., Polli F., Tallarini F., Cozzi P., Cressoni M., Colombo A., Marini J.J., Gattinoni L.** Lung stress and strain during mechanical ventilation for acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 2008, 178:346-355.

31. Tremblay L.N., Slutsky A.S. Ventilator-induced injury: from barotrauma to biotrauma. *Proc Assoc Am Phys* 1998, 110:482-488.
32. Hodgson C., Keating J.L., Holland A.E., Davies A.R., Smirneos L., Bradley S.J., Tuxen D. Recruitment manoeuvres for adults with acute lung injury receiving mechanical ventilation. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2009, Issue 2. Art. No.: CD006667. DOI: 10.1002/14651858.CD006667.pub2.
33. World Health Organization. Rolling updates on coronavirus disease (COVID-19). 2020. Disponible: (<https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/events-as-they-happen>). Consultado: 30/04/2020
34. Wujtewicz M., Dylczyk-Sommer A., Aszkiełowicz A., et al. COVID-19 - what should anaesthesiologists and intensivists know about it? *Anaesthesiol Intensive Ther* 2020. pii: 40133. doi: 10.5114/ait.2020.93756.
35. Australian and New Zealand Intensive Care Society, ANZICS COVID-19 Guidelines, 202, ANZICS: Melbourne.
36. Alhazzani, W., Møller, M. H., Arabi, Y. M., Loeb, M., Gong, M. N., Fan, E., Rhodes, A., et al. Surviving Sepsis Campaign: guidelines on the management of critically ill adults with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *Intensive Care Medicine* 2020; doi:10.1007/s00134-020-06022-5
37. Du R.H., Liang L.R., Yang C.Q., et al. Predictors of Mortality for Patients with COVID-19 Pneumonia Caused by SARS-CoV-2: A Prospective Cohort Study. *Eur Respir J* 2020; in press (<https://doi.org/10.1183/13993003.00524-2020>). Consultado: abril 10 de 2020
38. Goh K., Choong M.C., Cheong E.H., Kalimuddin S., Duu Wen S., Phua G.C., Chan K.S., Haja Mohideen S. Rapid Progression to Acute Respiratory Distress Syndrome: Review of Current Understanding of Critical Illness from COVID-19 Infection. *Ann Acad Med Singapore*. 2020; 49(1):1-9.
39. World Health Organisation. Clinical management of severe acute respiratory infection when novel coronavirus (nCoV) infection is suspected: interim guidance. Disponible en: [https://www.who.int/internalpublications-detail/clinical-management-of-severe-acute-respiratoryinfection-when-novel-coronavirus-\(ncov\)-infection-is-suspected](https://www.who.int/internalpublications-detail/clinical-management-of-severe-acute-respiratoryinfection-when-novel-coronavirus-(ncov)-infection-is-suspected). Consultada 28/02/2020.
40. Ranieri V.M., Rubenfeld G.D., Thompson B.T., Ferguson N.D., Caldwell E., et al. Acute respiratory distress syndrome: the Berlin Definition. *JAMA*. 2012;307(23):2526-33. Epub 2012/07/17. doi: 10.1001/jama.2012.5669. PubMed PMID: 22797452.
41. Gibson P.G., Qin L., Puah S. COVID-19 ARDS: clinical features and differences to “usual” pre-COVID ARDS. *The Medical Journal of Australia – Preprint – 24 April 2020*. Disponible: <https://www.mja.com.au/journal/2020/covid-19-ards-clinical-features-and-differences-usual-pre-covid-ards>. Consultado: 04/5/2020
42. Poston J.T., Patel B.K., Davis A.M. Management of Critically Ill Adults With COVID-19. *JAMA* Published online March 26, 2020, disponible: https://jamanetwork.com/on_03/31/2020. Consultada: 02/05/2020
43. Mehta C., Kataria S., Mehta Y. Management of Coronavirus 2019. *J Card Crit Care* 2020; 00:1–7. DOI <https://doi.org/10.1055/s-0040-1710401>
44. Higny J., Feye F., Forêt F. COVID-19 pandemic: overview of protective-ventilation strategy in ARDS patients, *Acta Clinica Belgica* 2020; DOI: 10.1080/17843286.2020.1761162
45. Sahetya S.K., Brower R.G. Lung recruitment and titrated PEEP in moderate to severe ARDS: is the door closing on the open lung? *JAMA* 2017; 318: 1327–2
46. Matthay M. A., Aldrich J. M., Gotts, J. E. Treatment for severe acute respiratory distress syndrome from COVID-19. *The Lancet Respiratory Medicine* 2020; doi:10.1016/s2213-2600(20)30127-2

47. **Smith M.J., Hayward S.A., Innes S. M., Miller, A.** Point-of-care lung ultrasound in patients with COVID-19 - a narrative review. *Anaesthesia* 2020; doi:10.1111/anae.15082
48. **Clevert D.A.** Lung Ultrasound in Patients with Coronavirus COVID-19 Disease. Disponible: http://ultrasound.net.ua/fileadmin/user_upload/2020/9039_US_COVID-19_Clevert_Whitepaper_K5_HOOD05162003083241.pdf. Consultado 06/05/2020
49. **Rello J., Storti E., Belliato M., et al.** Clinical phenotypes of SARS-CoV-2: Implications for clinicians and researchers. *Eur Respir J* 2020; in press (<https://doi.org/10.1183/13993003.01028-2020>).
50. **WeVent.** Protocolo respiratorio de paciente con SARS-COV-2 (COVID-19). Disponible en: https://www.formacionsanitaria.eu/index.php/es/wevent?fbclid=IwAR3-v_7JY2K9IRlnVOEIMy1uCSLb28fML72Dsnrlt_eFHC RDHt1s5jZEmNY. Consultado: 20 marzo 2020.
51. **Gattinoni L., Chiumello D., Caironi P., Busana M., Romitti F., Brazzi L., Campora L.** COVID-19 pneumonia: different respiratory treatment for different phenotypes? *Intensive Care Medicine* 2020; DOI: 10.1007/s00134-020-06033-2
52. **Gattinoni L., Chiumello D., Rossi S.** COVID-19 pneumonia: ARDS or not? *Critical Care* 2020; 24:154. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13054-020-02880-z>
53. **Chiumello D., Carlesso E., Brioni M., Cressoni M.** Airway driving pressure and lung stress in ARDS patients. *Crit Care* 2016;20:276.
54. **Aoyama H., Pettenuzzo T., Aoyama K., Pinto R., Englesakis M., Fan E.** Association of driving pressure with mortality among ventilated patients with acute respiratory distress syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care Med* 2018;46(2):300-306
55. **Sahetya S.K., Hager D.N., Stephens R.S., Needham D.M., Brower R.G.** PEEP Titration to Minimize Driving Pressure in Subjects With ARDS: A Prospective Physiological Study. *Respiratory Care*, 2019; respcare.07102. doi:10.4187/respcare.07102
56. **Hess D.R.** Recruitment Maneuvers and PEEP Titration. *Respir Care* 2015;60(11):1688 –1704