

SECIP

SOCIEDAD Y FUNDACIÓN ESPAÑOLA DE CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS

MANIOBRAS DE RECLUTAMIENTO.

Alberto Medina Villanueva, Pablo del Villar Guerra, Corsino Rey Galán.

2013

INTRODUCCIÓN.

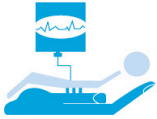
El reclutamiento es un proceso dinámico y fisiológico de re-aireación de una región pulmonar previamente sin gas con ventilación con presión positiva. Así como en pacientes adultos existen diferentes protocolos para su aplicación tanto en el síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) como en la lesión pulmonar aguda (LPA), en pacientes pediátricos se han realizado pocos trabajos al respecto. Las maniobras de reclutamiento (MR) han mejorado la oxigenación en algunos pacientes con SDRA, pero existe una falta de estandarización y de estudios clínicos que demuestren mejoría en el resultado clínico. Esto ha llevado en los últimos años a realizar numerosos estudios al respecto.

DEFINICIÓN.

Las MR consisten en incrementos transitorios de la presión media en la vía aérea con el fin de reclutar unidades alveolares colapsadas, mediante la aplicación continua o repetitiva del aumento de los niveles de presión de distensión alveolar por lo general superior a la recomendada para la ventilación en niños. El aumento del volumen pulmonar con MR puede hacer que la ventilación sea más homogénea lo cual mejora el intercambio gaseoso y limita la distensión de las unidades alveolares sanas.

A pesar de los recientes avances y estudios, no se han establecido las estrategias óptimas sobre reclutamiento para el SDRA en la población pediátrica y hay una incertidumbre con respecto al uso de las MR, su idoneidad y su evolución a largo plazo (empeoramiento de la lesión pulmonar, liberación de citoquinas a la circulación, etc.).

Comúnmente se han descrito dos maniobras de reclutamiento alveolar, la insuflación mantenida y los incrementos de la PEEP.

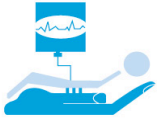


1. La insuflación mantenida se produce mediante la aplicación de una presión positiva continua alta (40 a 50 cm H₂O) durante un breve periodo de tiempo (30 a 40 segundos). Esta MR no ha demostrado que mejore la oxigenación a largo plazo.
2. Los incrementos de la PEEP utilizan aumentos graduales en la meseta y en las PEEP para reclutar los alveolos progresivamente con el tiempo, siendo esta técnica segura y eficaz en la apertura alveolar tanto en adultos como en población pediátrica. Los incrementos de la PEEP en comparación con la insuflación mantenida suponen menos postcarga del ventrículo derecho, menor afectación hemodinámica y son mejor toleradas.

BASES DE APOYO DE SU UTILIZACIÓN.

Diversos estudios en pacientes adultos, así como en niños sometidos a anestesia general han demostrado que las MR mejoran la oxigenación y disminuyen las atelectasias, por lo que dichas maniobras han despertado interés. Numerosos estudios clínicos y experimentales han descrito los beneficios fisiológicos obtenidos tras la reexpansión pulmonar tanto en adultos como en animales, si bien estos trabajos no son uniformes, debidos en parte a la gran heterogeneidad de las MR aplicadas y a la falta de criterios que definen sus objetivos.

En una revisión sistemática de las MR en LPA, Fan y cols., analizaron 40 estudios que incluían 1185 pacientes (>18 años). Se pudieron extraer datos de oxigenación en 31 de ellos (636 pacientes), encontrándose un aumento significativo de la misma tras las MR (PaO₂: 106 vs 193 mmHg; p = 0,001; PaO₂/FiO₂: 139 vs 251 mmHg; p<0,001). No se encontraron alteraciones hemodinámicas persistentes o clínicamente significativas. Los parámetros ventilatorios (32 estudios con 548 pacientes) no se alteraron significativamente tras las MR excepto la PEEP, que fue significativamente más alta tras ellas (11 vs 16 cm H₂O; p = 0,02). En 31 estudios (985 pacientes) se analizaron los efectos adversos, siendo los más frecuentes la hipotensión (12%) y la desaturación (8%); otros más graves como el barotrauma o las arritmias ocurrieron en un 1% de los casos. Solo en 10 pacientes (1%) hubo que



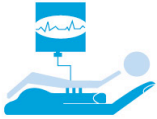
abortar la maniobra por la aparición de algún efecto adverso. La mortalidad global de los 20 estudios (409 pacientes) que proporcionaban este dato fue del 38%.

En todos los casos, la mejoría de la oxigenación fue transitoria. Dado que en la mayoría de los pacientes la PEEP permaneció más elevada tras las MR, resulta difícil establecer si el aumento de la oxigenación fue debido a las MR o al aumento de la PEEP. Aunque la mortalidad total es similar a la de otros estudios observacionales, no se puede hacer una comparación directa, por lo que no es posible valorar el efecto de las MR y la mejoría transitoria de la oxigenación sobre dicha mortalidad.

Estos resultados de la revisión de Fan y cols. son apoyados por el ensayo clínico de Meade y cols. En dos grupos de pacientes con LPA y SDRA se comparó una estrategia de ventilación mecánica convencional optimizada frente a otra en la que se incluyeron MR. Aunque el grupo en el que se aplicaron las MR presentaba menores tasas de hipoxemia refractaria (4,6% vs 10,2%; RR 0,54; IC 95% 0,34-0,93; $p = 0,03$), no se encontraron diferencias en la mortalidad global ni en la incidencia de barotrauma.

El trabajo de Morrow y cols., realizado en 48 niños con patología pulmonar heterogénea mostró que las MR no tenían beneficios inmediatos a corto plazo sobre la ventilación o el intercambio gaseoso en comparación con los controles; sin embargo Kaiditis y cols en su trabajo en población pediátrica, objetivaron que las MR eran eficaces para prevenir el cierre de las vías respiratorias.

Duff y cols. realizaron 93 MR en 32 pacientes (edad entre 11 días y 14 años) y solamente 4 pacientes presentaban LPA-SDRA. Se interrumpieron 9 MR, 7 por agitación y 2 por bradicardia transitoria, en 3 MR realizadas en pacientes con patología cerebral se constató un aumento en la presión intracraneal. Constataron como efecto beneficioso de las MR, la seguridad y un descenso de la FiO₂ del 6% a las 6 horas (de 0,43 a 0,37) siendo difícil considerar que dichas maniobras tengan repercusión clínica real. La PEEP utilizada en el global de los pacientes fue de $6,4 \pm 2,9$ cm H₂O lo que significa que muy probablemente se encontrase por debajo del punto de inflexión inferior de la curva de complianza y por tanto la ventilación mecánica no estaría adecuadamente optimizada. Este trabajo presenta limitaciones debido a la falta de análisis de la repercusión de las MR a largo plazo (estancia, mortalidad, etc.) y la



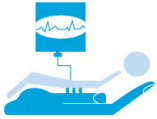
ausencia de un análisis multivariante que pudiera discriminar si dicho descenso de la FiO_2 fue debido exclusivamente y de forma independiente a las MR o influyeron otros factores (nivel adecuado de PEEP, falta de tratamientos complementarios adecuados, etc.).

Posteriormente se han descrito otras estrategias de MR tales como el trabajo de Wang y cols. que analizó MR en 15 pacientes pediátricos con LPA, estableciendo una estrategia de ventilación más razonable para el tratamiento pediátrico. Los niños recibieron la ventilación de MR con un volumen corriente bajo, la MR administrada se realizó a 30 cm H_2O de presión positiva continua en vía aérea (CPAP) durante 30 segundos y se realizaron una vez cada ocho horas durante cinco días. Los autores demostraron que las MR pueden mejorar significativamente la oxigenación, atenuar el deterioro de la función pulmonar para LPA en niños y mejorar la distensibilidad pulmonar siendo estas maniobras seguras y factibles.

Para evaluar la eficacia y seguridad de las MR en pacientes pediátricos se han realizado diferentes trabajos tales como el estudio de Borisi y cols. que, utilizando un sistema de estrategia de ventilación de protección pulmonar para limitar las presiones máximas a 35 cm H_2O , volúmenes corrientes entre 6-8 ml/kg y PEEP para mantener una saturación de oxígeno de 88-93%, evidenciaron que la relación PaO_2/FiO_2 aumentó un 53% inmediatamente después de la MR, persistiendo con un aumento del 80% sobre la línea de base a las 4 horas y 40% a las 12 horas. El gradiente de oxigenación alveolo-arterial disminuyó en un 12% inmediatamente después de la MR, en un 59% a las 4 horas, y en un 66% a las 12 horas; asimismo disminuyó la presión inspiratoria pico en un 17% por debajo de la línea de base a las 4 horas y 12 horas después de la MR. En cuanto a la seguridad, todos los pacientes las toleraron sin compromiso hemodinámico.

Los resultados del estudio de Kheir y cols., sugieren que los pacientes pediátricos con LPA ventilados, tanto con insuflación mantenida como con incrementos de PEEP, aumentan la presión arterial de oxígeno y la capacidad residual funcional presentando estabilidad hemodinámica durante ambas maniobras.

El único trabajo pediátrico en donde se evalúan conjuntamente la función pulmonar, la eficacia, la seguridad y la mortalidad de las MR es el de Cruces y cols.



SECIP

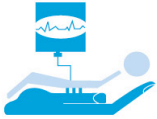
SOCIEDAD Y FUNDACIÓN ESPAÑOLA DE CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS

donde observaron una mejoría de la función pulmonar mayor del 25%, utilizaron VAFO un 36 % de los pacientes por empeoramiento en las siguientes 24 horas de la MR, mientras que los restantes sujetos mostraron mejorías en la oxigenación a las 12 y 24 horas. La tasa de mortalidad a los 28 días fue del 16%.

Recientemente, un estudio piloto de Hodgson y cols., de 20 pacientes asignados al azar a una maniobra de reclutamiento alveolar con elevación progresiva de la PEEP de hasta 40 cm de H₂O y una presión máxima de 55 cm H₂O, con PEEP óptima titulada de acuerdo a la saturación periférica de oxígeno o a la estrategia ARDSNet. Hubo una disminución de algunas citoquinas sistémicas, mejoría en la oxigenación y en el cumplimiento terapéutico. Como era de esperar, el estudio no fue diseñado para mostrar la supervivencia y no mostró ninguna diferencia en la mortalidad ni en otros resultados clínicos. Por lo tanto, es muy necesario un ensayo de alta calidad metodológica para apreciar si el reclutamiento alveolar máximo seguido de ventilación con PEEP titulada mejora los resultados clínicos en pacientes con SDRA.

Debido a lo anteriormente expuesto, actualmente está en marcha un ensayo clínico (Rationale, study design, and analysis plan of the Alveolar Recruitment for ARDS Trial (ART): study protocol for a randomized controlled trial.), que tiene como objetivo determinar si el máximo reclutamiento alveolar gradual asociado con la ventilación titulada de PEEP óptima es capaz de aumentar la supervivencia a los 28 días en pacientes con SDRA en comparación con el tratamiento convencional (estrategia ARDSNet).

Basándonos, en lo anteriormente expuesto, no se puede recomendar el empleo de MR de manera rutinaria en todos los pacientes con LPA-SDRA, sólo en aquellos casos seleccionados que presentan hipoxemia refractaria a pesar de optimizar la ventilación mecánica invasiva y la FiO₂. Aún no hay suficientes estudios pediátricos relacionados con la mortalidad, efectos adversos, efecto sobre la distensión de los alveolos sanos, ni las modificaciones en el tratamiento a las que obligan estas maniobras. Por lo que las investigaciones futuras deben evaluar el potencial beneficioso o perjudicial de las MR repetidas, la eficacia y seguridad de las MR y la capacidad de las MR para lograr reclutamiento pulmonar significativo en las etapas posteriores de la LPA.



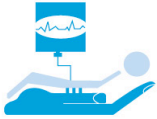
DESCRIPCIÓN DE PROTOCOLOS.

Hasta 2007 el único trabajo pediátrico existente que aplicaba un protocolo de MR es el de Duff y cols. donde analizaron una serie de pacientes sin grupo control, utilizando un protocolo consistente en la insuflación con PIP de entre 30 y 40 cm H₂O durante 15-20 segundos tras las desconexiones del respirador, las aspiraciones de secreciones, durante las fases de hipoxemia o rutinariamente cada 12 horas.

Clásicamente se ha utilizado para realizar MR la estrategia ARDSNet con un volumen corriente de 5 ml/kg de peso corporal ideal. Si la presión de meseta es mayor a 30 cm H₂O, se reduce a 4 ml/kg el peso corporal ideal. Los volúmenes mínimos y máximos de VC son 4 ml/kg y 6 ml/kg de peso corporal ideal; La frecuencia respiratoria se puede ajustar con el objetivo de mantener el mismo volumen minuto registrado antes de realizar la MR, con una frecuencia respiratoria máxima de 35 respiraciones/min; la PEEP y FiO₂ se ajusta de acuerdo con el objetivo de mantener los objetivos de oxigenación: saturación de oxígeno entre 88% y 95%, y PaO₂ entre 55 mmHg y 80 mmHg.

Otras estrategias descritas son las del reciente estudio de Kheir y cols., con 10 pacientes pediátricos intubados con lesión pulmonar secuencial. Los investigadores realizaron una estrategia de ventilación controlada por volumen, observando durante 10 minutos la PEEP basal de los pacientes; posteriormente realizaron una insuflación mantenida seguida de una estrategia de ventilación pulmonar abierta durante 10 minutos aplicando una presión positiva de 40 cm H₂O durante 40 segundos. A continuación cambiaron a una estrategia de ventilación controlada por presión con incrementos de PEEP, con una presión meseta (Pplat) de 15 cm H₂O por encima de la PEEP. La PEEP fue inicialmente fijada en 15 cm de H₂O, manteniéndose durante 5 minutos con incrementos de PEEP de 5 cm H₂O o en la presión meseta de 30 cm H₂O hasta que se consiguiera una apertura completa de pulmón, o que la presión meseta alcanzada fuese de 50 cm H₂O o se llegase al punto de inflexión superior medido (a partir de la primera curva de presión-volumen). Finalmente disminuyeron la PEEP paulatinamente con un período de observación posterior a las MR.

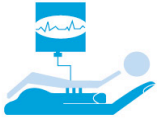
Sin embargo Borisi y cols. utilizaron un protocolo de MR dividido en dos partes, la primera consistía en definir la presión crítica de apertura, la presión por encima de la PEEP se fijó en 15 cm H₂O y FiO₂ del 100 %. Inicialmente la PEEP la fijaron en 8 cm



H₂O y cada minuto aumentaban 2 cmH₂O hasta una presión pico de 45 cm H₂O o PEEP crítica de apertura. La segunda parte consistía en reducir la PEEP para encontrar la presión crítica de cierre, reduciendo la PEEP 2 cm H₂O cada minuto hasta encontrar dicha presión de cierre. Después de la MR, ajustaron la FiO₂ para mantener una saturación de oxígeno de 88-93% y una PEEP óptima.

El protocolo planteado como ejemplo para realizar MR por el “comité asesor de la insuficiencia respiratoria aguda de la neumonía viral primaria por el nuevo virus de la gripe (H1N1) en UCI” es el siguiente:

Con el paciente sedado y bajo anestesia muscular, se ventilará durante 3 minutos en presión control, con una PEEP inicial de 20 cmH₂O y una PIP por encima de la PEEP de 20 cmH₂O. Durante los primeros 30 segundos se evaluará el VC alcanzado y la tolerancia hemodinámica. Si el VC alcanzado es inferior a 5 ml/kg (peso ideal) se aumentará la PIP en 5 cmH₂O. Si no se alcanza el VC deseado se realizará otro incremento de 5 cmH₂O en la PIP. Si la tolerancia hemodinámica es buena se aumentará la PEEP de 5 en 5 cmH₂O, hasta 30 cm H₂O. En ningún caso se superará una presión total superior a 50 cmH₂O. Para ello se buscará la combinación de PEEP (entre 20 y 30 cm H₂O) y PIP (entre 15 y 25 cmH₂O) que ofrezca la mejor oxigenación y el mejor VC, junto con la mejor tolerancia hemodinámica. Una vez finalizada la maniobra (a los 2 o 3 minutos, en función del beneficio obtenido) se volverá a ventilar al paciente de la forma en que estaba ventilado, pero manteniendo la PEEP por encima de la utilizada previamente a la maniobra. Se evaluará la maniobra mediante la comparación de la saturación transcutánea de oxígeno (SatO₂) y la presión arterial parcial de oxígeno (PaO₂) previa y posterior a la maniobra (se considera respondedor al paciente cuyo incremento sea superior al 10 %), así como la mejoría de la ventilación alveolar (descenso de presión arterial parcial de dióxido de carbono para el mismo volumen minuto). Hay que tener en cuenta que durante los primeros momentos de la maniobra de reclutamiento es posible observar un descenso transitorio de la saturación de oxígeno, debido a la sobredistensión de las zonas más preservadas, aunque generalmente se recupera al empezar a reclutarse las zonas más colapsadas, mejorando en ese momento rápidamente la saturación de oxígeno. En el caso de que la desaturación inicial no se recupere se cancelará inmediatamente la maniobra.



SECIP

SOCIEDAD Y FUNDACIÓN ESPAÑOLA DE CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS

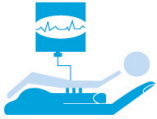
Sin embargo el único trabajo en el que han sido probadas las MR es el ya comentado de Hodgson y cols. como estrategia protectora de ventilación pulmonar para los pacientes con SDRA, utilizando una novedosa estrategia pulmonar a cielo abierto (reclutamiento en escalera, titulación decreciente de la PEEP y presiones específicas bajas de las vías respiratorias en pacientes con SDRA), examinando la eficacia y seguridad de esta estrategia, así como la estancia, la duración de la ventilación mecánica y la mortalidad.

Aunque este estudio no tuvo la potencia adecuada para determinar resultados clínicamente significativos, esta estrategia se podría asociar a una menor duración de la ventilación mecánica, estancia en UCI y estancia hospitalaria.

Se aleatorizaron veinte pacientes con SDRA y fueron asignados al azar al tratamiento de estrategia pulmonar con ventilación controlada por presión con presiones meseta <30 cmH₂O y volúmenes corriente menores de 6 ml/kg o a la estrategia ARDSNet. Las maniobras de reclutamiento en escalera, la PIP fue 15 cmH₂O sobre la PEEP, aumentándose la PEEP de 5 en 5 cmH₂O durante 2 minutos hasta llegar a 40 cmH₂O. Posteriormente se redujo a 25, luego a 20, a continuación a 17,5, hasta un mínimo de 15 cmH₂O cada tres minutos hasta que se observara una disminución de la saturación de oxígeno $\geq 1\%$ del máximo de la saturación.

Asimismo se aumentó durante 1 minuto la PEEP hasta 40 cmH₂O, volviendo posteriormente a un nivel de 2,5 cmH₂O por encima del punto de reclutamiento, es decir la PEEP óptima. Después de esta estrategia se ajustó el volumen tidal para lograr un volumen corriente ≤ 6 ml/kg y una presión meseta ≤ 30 cm H₂O. Este grupo de pacientes recibió esta estrategia de tratamiento de forma diaria hasta que el paciente se consideró listo para el destete. Además, la PEEP fue elevada transitoriamente a 40 cm H₂O (con PIP de 15 cm H₂O sobre la PEEP) durante un minuto si se produjo la desaturación de oxígeno $\leq 90\%$ o después de la desconexión del respirador.

En el ensayo clínico Cavalcanti y cols., los pasos para el inicio de la maniobra de reclutamiento alveolar comienzan con PEEP de 25 cm H₂O y la PIP 15 cm H₂O por encima de la PEEP. Estos parámetros se mantienen durante 1 min, después de esto, la PEEP se incrementará a 35 cm de H₂O durante 1 min; por último, la PEEP se



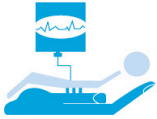
incrementará a 45 cm de H₂O durante 2 min. Inmediatamente después de completar la MR, la PEEP se establece en 23 cm H₂O. El modo ventilatorio se establecerá en volumen controlado, con un volumen tidal a 5 ml/kg de peso corporal predicho, frecuencia respiratoria de 20 respiraciones/min, flujo de 30 L/min (onda cuadrada) y FiO₂ a 100%. Después de 4 minutos, se calculará el cumplimiento estática del sistema respiratorio y se registra (pausa inspiratoria \geq 2 segundos necesarios para alcanzar la presión de meseta). Secuencialmente, la PEEP se reduce a 20, 17, 14, y 11 cm de H₂O.

La PEEP óptima será la PEEP con el mejor cumplimiento de estática más 2 cm H₂O. Después de la fase de ajuste de PEEP, se realizará un nuevo reclutamiento alveolar. La ventilación mecánica se restablecerá en modo de presión controlada, cuya frecuencia respiratoria de 10 respiraciones/min, ratio I: E de 1:1, la conducción de presión de 15 cm H₂O, FiO₂ al 100% y PEEP ajustada a 45 cm H₂O. Estos parámetros se mantienen durante 2 min.

Después de la nueva MR, se establecerá la ventilación de mantenimiento: el modo y el volumen corriente controlada por volumen de 5 ml/kg de peso corporal predicho. Si la presión de meseta es $>$ 30 cm de H₂O, se reduce a 4 ml/kg de peso corporal predicho. Los volúmenes mínimos y máximos de VC son 4 ml/kg y 6 ml/kg de peso corporal predicho con un flujo de 60 L / min, descendiendo de forma de onda, pausa inspiratoria de 0,5 s, I: E de 1:1 a 1:2, la PEEP ajustada para conseguir PEEP óptima (valor de PEEP en máximo cumplimiento más 2 cm H₂O) y FiO₂ ajustada por SpO₂ \geq 90% y \leq 95%.

La repetición de la maniobra de reclutamiento alveolar máxima será considerada solo cuando la maniobra inicial tiene éxito (aumento de la PaO₂/FiO₂ ratio $>$ 100 después de la maniobra). Si la maniobra inicial tiene éxito, se repetirá en dos situaciones: cada 24 h si PaO₂/FiO₂ ratio es $<$ 250 y se produce una disminución de la PaO₂/FiO₂ ratio $>$ 50. Después de la maniobra de reclutamiento, la PEEP debe fijarse en el valor de lo que era antes, más 2 cm H₂O.

Si se produce una desconexión accidental de los circuitos de las vías respiratorias después de la MR y PEEP es \geq 12 cm H₂O, ésta debe fijarse en el mismo nivel que tenía antes de la desconexión.



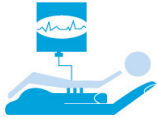
Basándonos en los anteriores estudios, constatamos que hay una falta de consenso y que las estrategias para el reclutamiento óptimo en SDRA no han sido bien establecidas en la edad pediátrica.

Por lo tanto, sabiendo que el único trabajo en el que las MR han sido validadas es el de Hodgson y cols. y, sabiendo también que se ha demostrado tanto en adultos y niños que la PEEP debe ser optimizada tras la finalización de la maniobra de reclutamiento con el fin de mantener mejoras en la oxigenación después de las MR, exponemos el siguiente protocolo:

ALGORITMO TERAPÉUTICO

Con el paciente en decúbito supino con el cabecero de la cama elevado 30°, sedado y si precisara bajo relajación muscular:

1. Se realizan ventilaciones controladas por presión (PVC) con presiones meseta ≤ 30 cmH₂O.
2. Se programan volúmenes corrientes (VC) preferentemente menores de 6 ml/kg y si no fuera posible VC < 8 ml/Kg
3. Se procede a realizar maniobras de reclutamiento en escalera programando una PIP 15 cmH₂O sobre la PEEP.
4. Se aumenta la PEEP de 5 en 5 cmH₂O durante dos minutos hasta llegar a 40 cmH₂O.
5. A continuación se procede cada tres minutos a la titulación decreciente de la PEEP reduciéndola a 25, luego a 20, a continuación a 17, hasta un mínimo de 15 cmH₂O hasta que se observe una disminución de la saturación de oxígeno $\geq 1\%$ del máximo de la saturación, definiéndose así el punto de dereclutamiento.
6. Durante un minuto se procede al aumento de la PEEP hasta 40 cmH₂O, volviendo posteriormente a un nivel de 2 cmH₂O por encima del punto de reclutamiento, es decir la PEEP óptima.
7. Después de esta estrategia se ajusta el VC a cifras ≤ 6 ml/kg con una presión meseta ≤ 30 cm H₂O.



SECIP

SOCIEDAD Y FUNDACIÓN ESPAÑOLA DE CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS

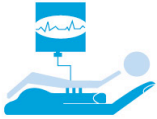
La hipercapnia y la acidosis pueden ser toleradas y únicamente se deberían tratar si el pH es inferior a 7,15 mediante el aumento de la frecuencia respiratoria a un máximo de 38 respiraciones por minuto (esta frecuencia en niños pequeños podría ser superior y se deberá valorar el atrapamiento).

Esta estrategia de tratamiento se debe de realizar de forma diaria si el paciente presenta tolerancia hemodinámica, hasta se considere listo para el destete. Además, si se produce desaturación de oxígeno $\leq 90\%$ o después de la desconexión del respirador, la PEEP puede aumentarse transitoriamente a 40 cm H₂O (con PIP de 15 cm H₂O sobre la PEEP) durante un minuto.

Hay que tener en cuenta que durante los primeros momentos de la MR es posible observar un descenso transitorio de la saturación de oxígeno, debido a la sobredistensión de las zonas más preservadas, aunque generalmente se recupera al empezar a reclutarse las zonas más colapsadas, mejorando en ese momento la saturación de oxígeno. En el caso de que la desaturación inicial no se recupere se suspenderá la maniobra inmediatamente.

INDICACIONES EN PEDIATRÍA.

Las maniobras destinadas a reclutar los alveolos deben aplicarse con suficiente presión y con el tiempo suficiente para llegar a los alveolos colapsados. Las MR se realizan en condiciones de hipoxemia grave como en los casos de LPA y SDRA, también se pueden utilizar para revertir los episodios de hipoxemia grave, aplicadas empíricamente después de períodos de dereclutamiento (aspiraciones, desconexiones del respirador...) o utilizado como parte de una estrategia de ventilación. Se tendrán en cuenta para la realización de MR a los pacientes que estén con ventilación mecánica invasiva y presentan SDRA grave con PaO₂/FiO₂ mantenida por debajo de 150 a pesar de la optimización de otros tratamientos o estrategias. Dentro de los criterios de exclusión del uso de MR se encuentran: el uso de medicamentos vasoconstrictores en dosis crecientes en las últimas 2 h (aumento de la adrenalina $\geq 0,5$ mcg/kg/min o aumento de la dopamina ≥ 5 mcg/kg/min) una presión arterial media



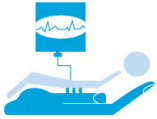
< 65 mmHg), la hipertensión intracraneal, el síndrome coronario agudo, y el neumotórax no drenado o enfisema subcutáneo.

RECOMENDACIONES FINALES Y RESUMEN

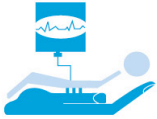
Las MR consisten en incrementos transitorios de la presión media en la vía aérea aplicados con el fin de reclutar unidades alveolares colapsadas. En pacientes pediátricos existen pocos trabajos que establezcan el modo de aplicación, seguridad y utilidad de las MR por lo que no se puede recomendar su uso rutinario. La mejoría en el intercambio gaseoso derivado de la utilización de las MR suele ser transitoria. Se necesitan más estudios para averiguar la eficacia de las MR y su evolución en niños a largo plazo. Dado el beneficio incierto de la mejoría transitoria de la oxigenación en pacientes con SDRA/LPA y la falta de información y estandarización sobre su influencia en los resultados clínicos las MR deben de ser consideradas para su uso de forma individualizada en pacientes con hipoxemia muy grave.

BIBLIOGRAFÍA

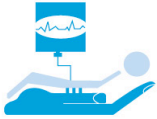
- 1) Amato MB, Barbas CS, Medeiros DM, Magaldi RB, Schettino GP, Lorenzi-Filho G, Kairalla RA, Deheinzelin D, Munoz C, Oliveira R, Takagaki TY, Carvalho CR. Effect of a protective-ventilation strategy on mortality in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med.* 1998; 338: 347-54.
- 2) Arun BT. Alveolar recruitment maneuvers in ventilated children: Caution required. *Indian J Crit Care Med.* 2011; (15): 141.
- 3) Boriosi JP, Sapru A, Hanson JH, Asselin J, Gildengorin G, Newman V, Sabato K, Flori HR. Efficacy and safety of lung recruitment in pediatric patients with acute lung injury. *Pediatr Crit Care Med.* 2011; 12 (4): 431-6.
- 4) Borges JB, Okamoto VN, Matos GF, Caramez MP, Arantes PR, Barros F, et al. Reversibility of lung collapse and hypoxemia in early acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med.* 2006; 174(3): 268-278.
- 5) Brower RG, Morris A, MacIntyre N, Matthay MA, Hayden D, Thompson T et al. 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; 31:2592-7.



- 6) Cavalcanti AB, Berwanger O, Suzumura ÉA, Amato MB et al. ART Investigators. Rationale, study design, and analysis plan of the Alveolar Recruitment for ARDS Trial (ART): study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2012; 13:153.
- 7) Constantin JM, Jaber S, Futier E, Cayot-Constantin S, Verny-Pic M, Jung B, Bailly A, Guerin R and Bazin JE. Respiratory effects off different recruitment maneuvers in acute respiratory distress syndrome. *Crit Care*. 2008; 12:R50.
- 8) Duff JP, Rosychuk RJ, Joffe AR. The safety and efficacy of sustained inflations as a lung recruitment maneuver in pediatric intensive care unit patients. *Intensive Care Med*. 2007; 33: 1778–86.
- 9) Fan E, Wilcox ME, Brower RG, Stewart TE, Mehta S, Lapinsky SE, Meade MO, Ferguson ND. Recruitment maneuvers for acute lung injury: a systematic review. *Am J Respir Crit Care Med*. 2008; 178(11): 1156-63.
- 10) Gattinoni L, Caironi P, Cressoni M, Chiumello D, Ranieri VM, Quintel M, Russo S, Patroniti N, Cornejo R, Bugeo G. Lung recruitment in patients with the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2006; 354:1775-86.
- 11) Halbertsma FJ, Vaneker M, Pickkers P, Neeleman C, Scheffer GJ, Hoeven van der JG. A single recruitment maneuver in ventilated critically ill children can translocate pulmonary cytokines into the circulation. *J Crit Care*. 2010; 25 (1):10-5.
- 12) Hodgson CL, Tuxen DV, Davies AR, Bailey MJ, Higgins AM, Holland AE, Keating JL, Pilcher DV, Westbrook AJ, Cooper DJ, Nichol AD. A randomized 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.
- 13) Kaditis AG, Motoyama EK, Zin W, Maekawa N, Nishio I, Imai T, et al. The effect of lung expansion and positive end-expiratory pressure on respiratory mechanics in anesthetized children. *Anesth Analg*. 2008; 106:775–85.
- 14) Kheir JN, Walsh BK, Smallwood CD, Rettig JS, Thompson JE, Gómez-Laberge C, Wolf GK, Arnold JH. Comparison of Two Lung Recruitment Strategies in Children with Acute Lung. *Respir Care*. 2012; (aceptado para publicación).



- 15) Lim CM, Jung H, Koh Y, Lee JS, Shim TS, Lee SD, et al. Effect of alveolar recruitment maneuver in early acute respiratory distress syndrome according to antiderecruitment strategy, etiological category of diffuse lung injury, and body position of the patient. *Crit Care Med.* 2003; 31(2):411-418.
- 16) Meade MO, Cook DJ, Guyatt GH, Slutsky AS, Arabi YM, Cooper DJ, Davies AR, Hand LE, Zhou Q, Thabane L, Austin P, Lapinsky S, Baxter A, Russell J, Skrobik Y, Ronco JJ, Stewart TE; Lung Open Ventilation Study Investigators. Ventilation strategy using low tidal volumes, recruitment maneuvers, and high positive end-expiratory pressure for acute lung injury and acute respiratory distress syndrome: a randomized controlled trial. *JAMA.* 2008; 299(6):637-45.
- 17) Rello J, Díaz E, Rodríguez A, de Mendoza D, Lisboa T, Martín-Loeches I, Soriano A, Comité asesor de la insuficiencia respiratoria aguda de la neumonía viral primaria por el nuevo virus de la gripe A (H1N1) en UCI. Protocolo de manejo de la insuficiencia respiratoria aguda grave en pacientes con neumonía viral primaria por el nuevo virus de la gripe A (H1N1) en UCI. Consenso interterritorial del Sistema Nacional de Salud, Ministerio de Sanidad y Política Social. 2009, p 15.
- 18) Rocco PR, Pelosi P, de Abreu MG. Pros and cons of recruitment maneuvers in acute lung injury and acute respiratory distress syndrome. *Expert Rev Respir Med.* 2010; 4(4):479-89.
- 19) Tusman G, Böhm SH, Tempra A, Melkun F, García E, Turchetto E, et al. Effects of recruitment maneuver on atelectasis in anesthetized children. *Anesthesiology.* 2003; 98:14–22.
- 20) Valenza F. Do recruitment maneuvers simply improve oxygenation? *Crit Care.* 2010; 14:173.
- 21) Villar J, Kacmarek RM, Pérez-Méndez L, Aguirre-Jaime A. A high positive end-expiratory pressure, low tidal volumen ventilatory syndrome: A randomized, controlled trial. *Crit Care Med.* 2006; 34: 1311-18.
- 22) Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome.



SECIP

SOCIEDAD Y FUNDACIÓN ESPAÑOLA DE CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS

The Acute Respiratory Distress Syndrome Network. N Engl J Med. 2000; 342(18):1301-8.

23) Wang Y, Lu ZJ, Lu GP. Clinical analysis of recruitment maneuver with low tidal volume in the treatment of 15 children with acute lung injury. Zhonghua Er Ke Za Zhi. 2010; 48(7):514-9.