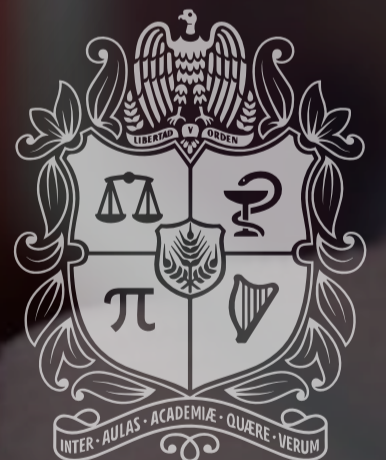


Efectos de las maniobras de reclutamiento alveolar sobre el nivel de oxigenaci3n en pacientes pedi3tricos bajo ventilaci3n mec3nica invasiva

Effects of alveolar recruitment maneuvers on the level of oxygenation in pediatric patients under invasive mechanical ventilation



Laura Milena **Juy3** Hern3ndez
Wilder Andres **Villamil** Parra



MCT Volumen 14 #1 Enero-Junio

MCT

Movimiento
Científico

ISSN-I: 2011-7191 | e-ISSN: 2463-2236

Publicaci3n Semestral

ID: 2011-7191.mct.14105

Title: Effects of alveolar recruitment maneuvers on the level of oxygenation in pediatric patients under invasive mechanical ventilation

Título: Efectos de las maniobras de reclutamiento alveolar sobre el nivel de oxigenación en pacientes pediátricos bajo ventilación mecánica invasiva

Alt Title / Título alternativo:

[en]: Effects of alveolar recruitment maneuvers on the level of oxygenation in pediatric patients under invasive mechanical ventilation

[es]: Efectos de las maniobras de reclutamiento alveolar sobre el nivel de oxigenación en pacientes pediátricos bajo ventilación mecánica invasiva

Author (s) / Autor (es):

Laura Milena Juyó Hernández
Wilder Andres Villamil Parra

Keywords / Palabras Clave:

[en]: Artificial Respiration, Positive Pressure Respiration Intrinsic, Pulmonary Alveoli, Pulmonary Ventilation, Pediatrics.

[es]: Respiración Artificial, Respiración de Presión Positiva Intrínseca, Alveolos pulmonares, ventilación pulmonar, Pediatría.

Submitted: 1-02-2019

Accepted: 17-07-2020

Resumen

Introducción: La ventilación mecánica (VM) ha contribuido a mejorar la supervivencia en diferentes situaciones clínicas de alta complejidad, pero a pesar de sus grandes avances, puede aumentar la tasa de morbilidad y mortalidad cuando se utiliza de forma inadecuada. A pesar de conocer los beneficios, efectos y contraindicaciones de las maniobras de reclutamiento alveolar (MR) para mejorar el índice de oxigenación (IO) en pacientes en condiciones críticas con requerimiento de soporte ventilatorio, no se han establecido las estrategias óptimas sobre reclutamiento para el SDRA en la población pediátrica. Método. Estudio descriptivo que recolecta la información de manera sistemática, recopilando artículos científicos (estudios piloto, ensayos clínicos controlados y/o aleatorizados, ensayos sistemáticos y publicaciones en revistas indexadas). Resultados. 6 artículos desarrollaron la maniobra de reclutamiento con PEEP escalonada o incremental, 3 artículos desarrollaron la maniobra de reclutamiento de inspiración sostenida (SI) y 5 artículos desarrollaron más de dos maniobras de reclutamiento en las cuales está la utilización de CPAP, SI, PEEP incremental, suspiros, posicionamiento en prono, estrategia de reclutamiento máximo y reclutamiento prolongado. A pesar de los posibles efectos beneficiosos a corto plazo sobre la oxigenación, la MR en niños ventilados y críticamente enfermos puede producir un aumento de las citoquinas circulantes, lo que sugiere que la MR repetida puede dar lugar a un aumento prolongado de citoquinas sistémicas, que se ha asociado con el síndrome de disfunción multiorgánico.

Citar como:

Juyó Hernández, L. M., & Villamil Parra, W. A. (2020). Efectos de las maniobras de reclutamiento alveolar sobre el nivel de oxigenación en pacientes pediátricos bajo ventilación mecánica invasiva. *Movimiento Científico*, 14 (1), [pgIn]-[pgOut]. Obtenido de: <https://revmovimientocientifico.iber.edu.co/article/view/1548>

Abstract

Introduction: The main of this study was to describe and explore the score reached in the scale of physical ability perception that was perceived in swimmers attending a sports club in Cali. **Method:** It is a cross-sectional descriptive research. The information was gathered about sociodemographic characteristics, sports practice and perceived physical ability of sixteen swimmers who belong to a sport club in Cali-Colombia. The swimmers were included with at least one year of practice and participation in competitive national and international championships, they signed the informed assent. Through the self-efficacy scale is evaluated the general and specific perceived physical ability. **Results:** The average age of those swimmers is 17.89 ± 3.5 . They obtain higher score in the physical ability in the specific component compared in general. With a score of 3.67 ± 0.5 and 2.79 ± 0.4 respectively. There are not differences according to sex. In the other hand It could perceived differences statically for the physical ability median, it was perceived specifically in the domain with a $p\text{-value} = 0.02$ and also for generic physical ability median in muscle tone with a $p\text{-value} = 0.01$. **Conclusions:** In this research the perceived physical ability has the highest levels in the component that suggest a greater perception of effort in various swimming styles. There were not significant differences, there were significant differences with greater perception of effort versus style of back in swimmers who did not consume alcohol and some differences in muscle tone and swimmers who had not participated in international competitions.

Laura Milena **Juyó Hernández**

Source | Filiación:
HOSPITAL UNIVERSITARIO DE LA SAMARITANA

BIO:
Especialista en fisioterapia en Cuidados intensivos

City | Ciudad:
Bogotá DC [co]

e-mail:
laurafisio0311@gmail.com

Wilder Andres **Villamil Parra**

Source | Filiación:
Universidad Nacional de Colombia

BIO:
Magister en fisioterapia del deporte y la actividad física.

City | Ciudad:
Bogotá DC [co]

e-mail:
wavillamilp@unal.edu.co

Efectos de las maniobras de reclutamiento alveolar sobre el nivel de oxigenación en pacientes pediátricos bajo ventilación mecánica invasiva

Effects of alveolar recruitment maneuvers on the level of oxygenation in pediatric patients under invasive mechanical ventilation

Laura Milena Juyó Hernández
Wilder Andres Villamil Parra

Introducción

La ventilación mecánica (VM) ha contribuido a mejorar la supervivencia en diferentes situaciones clínicas de alta complejidad, pero a pesar de sus grandes avances, puede aumentar la tasa de morbilidad y mortalidad cuando se utiliza de forma inadecuada (Hess, 2015). La VM puede promover o perpetuar la lesión pulmonar aguda (LPA) si causa hiperdistensión alveolar cíclica y colapso en cada respiración. Algunos autores consideran que la lesión pulmonar inducida por ventilador no es distinguible de los cambios inducidos por el síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) y están de acuerdo en que la VM aplicada de manera inadecuada aumenta la mortalidad (Gonçalves, 2005). El SDRA constituye la expresión clínica de un edema pulmonar grave de origen no cardiogénico. Es la entidad clínica más característica dentro de la insuficiencia respiratoria hipoxemia o tipo I, La cual resulta de un intercambio gaseoso anormal que compromete la vida.

El desarrollo de hipoxemia grave constituye una importante complicación en el SDRA, más aún cuando las terapias de soporte extracorpóreo son de difícil acceso para muchos centros hospitalarios (Donoso, Arriagada, Díaz, & Cruces, 2015). Si la instauración de la VM no logra revertir la hipoxemia, las intervenciones terapéuticas iniciales habitualmente empleadas son: incrementar la fracción inspirada de oxígeno

(FiO_2) y la presión positiva al final de la espiración (PEEP), además de optimizar la sedación y/o agregar eventualmente el uso de miorrelajantes. Ante este escenario, es necesario optimizar la terapia ventilatoria convencional incorporando nuevas estrategias terapéuticas y/o maniobras de reclutamiento (MR) a los algoritmos disponibles, las cuales actúan sobre diversos aspectos fisiopatológicos (Donoso, Arriagada, Díaz, & Cruces, 2015).

El entendimiento de la fisiología del paciente pediátrico, la fisiopatología de la enfermedad o condición de base y el conocimiento del funcionamiento del ventilador mecánico y su interacción con el paciente, conducirán a un manejo proporcionado, con disminución de las complicaciones y una extubación exitosa según (Castillo, 2017), especialmente cuando los mecanismos de compensación del paciente pediátrico son insuficientes para proporcionar el trabajo respiratorio que determine una buena oxigenación del organismo. A pesar de conocer los beneficios, efectos y contraindicaciones de las maniobras de reclutamiento alveolar para mejorar el índice de oxigenación (IO) en pacientes en condiciones críticas con requerimiento de soporte ventilatorio, 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 maniobras de reclutamiento (MR), su idoneidad y su evolución a largo plazo. Por lo cual el objetivo de este estudio es Determinar cuáles son los efectos de las MR sobre el nivel de oxigenación en pacientes pediátricos bajo ventilación mecánica invasiva según la evidencia científica existente.

Mediante esta investigación, se buscó examinar las publicaciones científicas realizadas sobre la aplicación de MR en pacientes pediátricos bajo ventilación mecánica, teniendo en cuenta 1. El nivel de evidencia y la metodología de cada estudio o artículo seleccionado, 2. Las estrategias o procedimientos para la aplicación de las maniobras de reclutamiento, 3. Los aspectos básicos para la aplicación de cada estrategia en la población pediátrica y 4. Las contraindicaciones, recomendación o sugerencias de cada autor para la postulación de las estrategias de reclutamiento alveolar, con el objetivo de determinar cuáles son los efectos de las maniobras de

reclutamiento alveolar sobre el nivel de oxigenación en pacientes pediátricos bajo ventilación mecánica invasiva, a su vez establecer cuáles son los protocolos de reclutamiento alveolar aplicados en pacientes pediátricos bajo soporte ventilatorio, indicaciones, contraindicaciones y resultados frente al nivel de oxigenación.

Materiales y métodos

Criterios de exclusión: En los criterios se excluyeron toda el material académico que no fuera publicado en revistas indexadas (*Literatura gris o informes final de investigación*), se descartaron artículos cuya metodología no permiten identificar los protocolos o los tipos de intervención para tener con exactitud un resultado confiable, publicaciones con publicación anterior al 2015 teniendo flexibilidad en este criterio por la escasez de estudios encontrados frente al tema, no se integraron publicaciones como cartas al editor o de carácter informativo.

Estrategias de búsqueda: Se realizó una búsqueda en las siguientes bases de datos PubMed, EBSCO host, Elsevier, PeDro, DialNet y Scielo, tomando las publicaciones desde el año 2014 en adelante, teniendo excepciones debido a la escasa cantidad de estudios del tema encontrados en esta población, que describan protocolos de reclutamiento alveolar en pediátricos soportados bajo ventilación mecánica invasiva. Los artículos fueron seleccionados en idiomas inglés, español, Utilizando los siguientes términos MeSh: oxigenación, reclutamiento, alveolos.

Referencias cruzadas: Se revisaron las bibliografías de los artículos seleccionados para hacer una búsqueda de referencias cruzadas donde para su inclusión en el artículo como referencia cruzada cumplieron con los criterios de inclusión planteados para esta investigación.

Identificación de los estudios y extracción de datos: Este proceso se acompañó por dos evaluadores externos a la investigación. Uno de los evaluadores realizó el análisis de los criterios de elegibilidad y los artículos relevantes para la revisión documental por medio de la elaboración de base de datos de lectura de títulos y resúmenes; donde se realizaba la selección de los posibles artículos incluidos, seguido de bases de datos clasificadas por artículos aceptados, rechazados, referencias cruzadas y finalizando con un análisis cuantitativos.

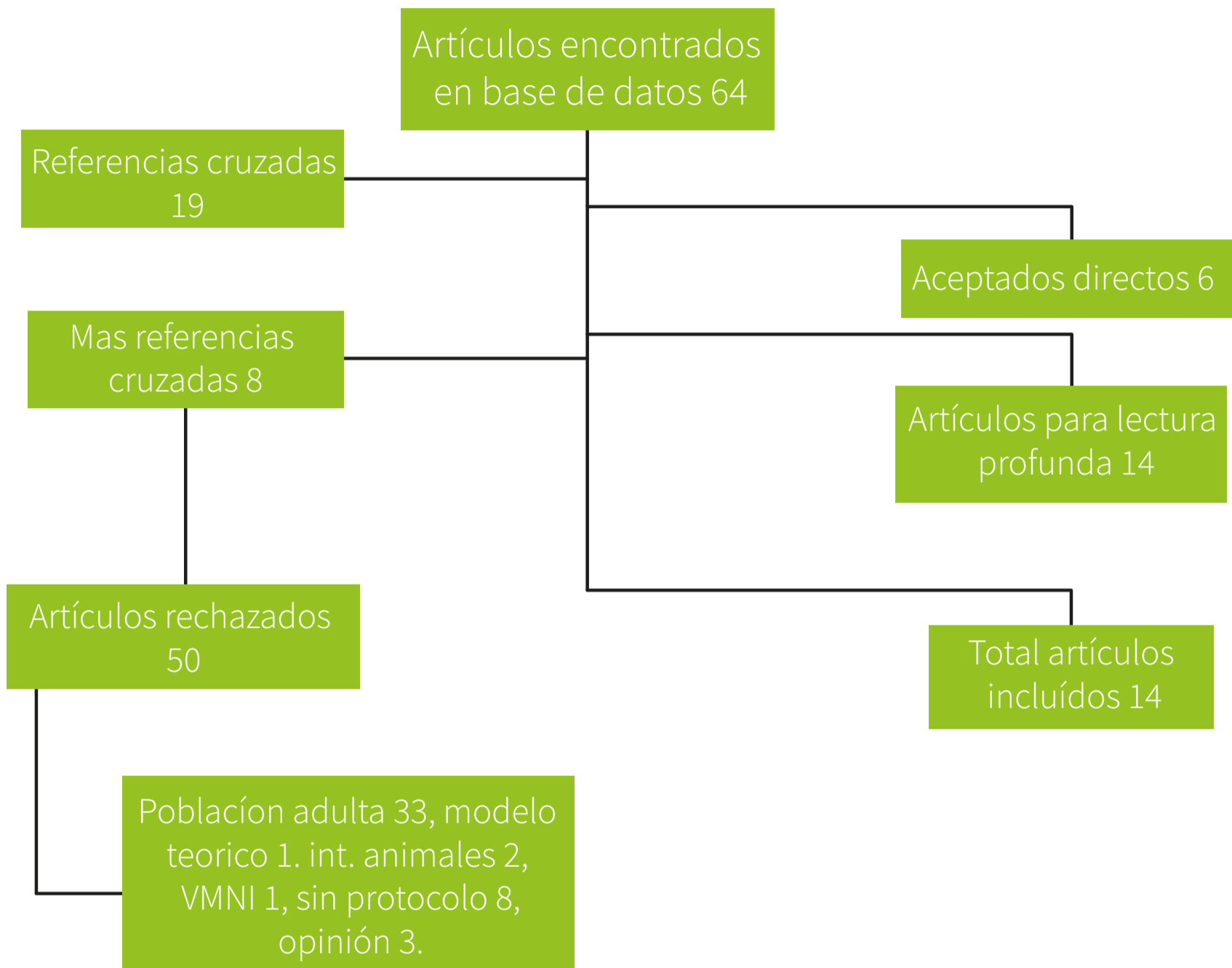
Calidad de los estudios: La calidad de los estudios se determinó según los criterios de Oxford para nivel de evidencia y grado de recomendación, incluyendo todos los estudios que cumplieran con los criterios de inclusión.

Análisis por subgrupos: El análisis por subgrupos se tomó como herramienta para la identificación de los efectos de una intervención o aplicación de un protocolo de reclutamiento alveolar en grupos diferenciales, determinando la significancia de realizar esta intervención en una patología específica.

Resultados

Se realizó la búsqueda en las diferentes bases de datos utilizando términos Mesh y Desc conectores booleanos relacionados con el tema a trabajar, encontrando un total de (n=64) artículos distribuidos en la ecuación de selección de los artículos resultando en (n=14) artículos aceptados (ver Gráfica 1), discriminados por autor, año de publicación, revista de publicación y motivo de exclusión describiendo (n=50) artículos rechazados.

Gráfica 1. Selección de estudios



Fuente: El investigador (2020).

En la base de datos de los artículos rechazados hay (n=64) artículos los cuales fueron excluidos de esta revisión (n=33) artículos por ser de población adulta, (n=1) artículo es un modelo teórico, (n=2) artículos con aplicación en animales, (n=2) artículos que no presentaban resultados, (n=1) artículo donde la población estaba bajo ventilación mecánica no invasiva, (n=8) artículos que no describían con claridad el protocolo aplicado y (n=2) artículos de opinión (ver Tabla 1).

Tabla2. Tabla de artículos excluidos

AUTOR	AÑO	REVISTA	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN
San Román, et al.	2003	Critical care	Población adulta mayores de 18 años
Setten, et al.	2016	Bras terapia intensiva.	No realiza comparación con maniobras de reclutamiento alveolar
Cavalcanti, el tal.	2012	Investigators trials	Población de intervención adultos
Badet, et al.	2009	Respiratory care	pacientes adultos mayores de 18 años
Silvia, et al.	2012	Critical care research and practice	guía de practica clínica
Bhattacharjee, et al.	2018	Journal of intensive care	población adulta
Cornejo, et al.	2013	American journal of respiratory and critical care medici	población adulta
Patelli, et al.	2011	Revista brasileira de anestesiologia	población adulta
Perasso, et al.	2006	Revista argentina de anestesiologia	población adulta
Darbee, et al.	2004	Physical therapy hournal	población adulta
García, et al.	2012	Critical care	población adulta
Rival, et al.	2011	Critical care	población adulta

Dean r, et al	2015	Respiratory care	no describe población de intervención, se deduce por protocolo aplicación a población adulta
Suárez, et al.	2009	Medicina intensiva	no describe protocolo ni población
Pintado, et al.	2014	Medicina intensiva	no describe maniobras
Donoso, et al.	2016	Boletín médico del hospital infantil de México	no describe maniobras
Constantin, et al.	2017	Annals of translational medicine	indicaciones para paciente adulto
Castillo, et al.	2017	Neumología pediátrica	no describe MRA
Guerin, et al.	2011	Annals of translational medicine	describe maniobras utilizadas en adultos
Fan m., et al.	2008	American journal of respiratory and critical care medicine	población adulta
franco valenza	2010	Critical care	no describe protocolo ni presenta resultados, no maneja población objeto.
Hodgson, et al.	2011	Critical care	población mayor de 16 años



Barbas, et al.	2003	Medicina de terapia intensiva	población adulta
Bian, et al..	2015	International journal of clinical and experimental medicine.	experimento en animales
Constantin, et al.	2010	Critical care	población adulta
Downs, et al.	1973	Anesthesia and analgesia	población adulta
Dueck r., et al.	2006	Currículo de opinión de anestesiología	artículo de opinión
Schreiter, et al.	2004	Medicina de terapia intensiva	población adulta
Medoff, et al.	2000	Medicina de terapia intensiva	población adulta
Tugrul, et al.	2003	Medicina de terapia intensiva	población adulta
Constantin, et al.	2010	Critical care	población adulta
Arini j, et al.	2008	Critical care	Artículo de reflexión
Hartland, et al.	2015	Respiratory care	población adulta de 16 años o más por las diferencias anatómicas con neonatos y pediátricos.
Villar, et al.	2006	Medicina de terapia intensiva	criterios de exclusión paciente menores de 15 años
Meade, et al.	2008	Caring for the critically ill patient	población adulta

Meade, et al.	2008	Caring for the critically ill patient	población adulta
Constantin, et al.	2010	Medicina de terapia intensiva	criterios de exclusión paciente menores a 18 años.
Oczenski, et al.	2004	Anesthesiol intensivmed notfallmed schmerzther.	no describe protocolo ni población.
Rocco, et al.	2010	Revisión de expertos de medicina respiratoria	población adulta
Di marco, et al.	2010	Medicina de terapia intensiva	no todos los pacientes están bajo ventilación invasiva. no se describe población
Gattinoni I, et al.	2006	New england journal of medicine	criterio de exclusión pacientes menores de 16 años
Brower, et al.	2003	Medicina de cuidados intensivos	no describe población intervención
Girgis k, et al.	2006	Respiratory care	criterios de exclusión pacientes menores de 18 años
Bugedo g, et al.	2003	Medicina de cuidados intensivos	población adulta
Pelosi, et al.	2010	Critical care	no presenta resultados, comentario.
Lim, et al.	2003	Medicina de cuidados intensivos	población adulta



Albert, et al.	2009	Revista de fisiología aplicada	experimento en animales
Bates, et al.	2002	Revista de fisiología aplicada	modelo teórico
Grasso, et al.	2002	Anesthesiology. the journal of the american society of anesthesiologists.	pacientes mayores de 18 años

Fuente: El investigador (2020).

Análisis por subgrupos de los datos y descripción de los estudios.

Se evidenció que la habilidad física percibida tiene puntuaciones mayores en el componente específico que el general, sugiriendo mayor percepción de esfuerzo en los diferentes estilos de nado. Pese a que no se encontraron diferencias significativas en cuanto al sexo, hubo de entenderse imprescindible contar con las percepciones de esfuerzo que tienen los nadadores ya que esto permitirá optimizar el entrenamiento y el rendimiento de los nadadores.

1. Estrategia de PEEP incremental.

Un protocolo de intervención con 40 cmH₂O durante 30 segundos de forma progresiva y secuencial para mejor tolerancia hemodinámica y en modalidad ventilatoria de presión control la cual ha demostrado superioridad frente a CPAP, utilizando una maniobra escalonada donde se aumentaba la presión cada dos minutos hasta alcanzar una presión de 40 cmH₂O, mostrando como resultados ante la existencia de hipoxemia refractaria, se debe considerar un número de estrategias ventilatorias destinadas a aumentar la superficie de intercambio gaseoso y corregir de este modo la hipoxemia (Donoso, Arriagada, Díaz, & Cruces, 2015). Quienes concluyeron que en población pediátrica existen pocos trabajos que describan el modo de aplicación, seguridad y utilidad de las MR, por lo cual no recomiendan aplicarlas de forma rutinaria (Medina, Guerra, & Galán, 2013). La mejoría en el intercambio gaseoso derivado de la utilización de las MR suele ser transitoria, concluyen que 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.

Un estudio evaluó la herramienta de pulmón abierto en pacientes pediátricos con lesión pulmonar aguda, en el que participaron 21 pacientes pediátricos que se encontraban bajo ventilación mecánica invasiva, a los cuales se les aplicó una estrategia de ventilación protectora para limitar las presiones mayores a <35 cmH₂O y el volumen tidal a 6–8 ml / kg de peso corporal ideal (Boriosi, y otros, 2011). La PEEP se ajustó para mantener una saturación de oxígeno de 88 a 93%. La MR se dividió en dos partes distintas. La primera parte de la maniobra consistió en encontrar la presión crítica de apertura. La presión de apertura crítica se definió como la PEEP que produce la complianza dinámica (C_{dyn}) más alta. La PEEP se fijó a 8 cmH₂O y se incrementó en 2 cmH₂O cada 1 min hasta que una caída en C_{dyn} o la presión máxima alcanzó los 45 cmH₂O, lo que ocurriera primero. La segunda parte de la MR consistió en una valoración decreciente de PEEP para encontrar la presión de cierre crítica. Se redujo la PEEP en 2 cmH₂O cada 1 minuto hasta que se identificó una caída en C_{dyn}. Después de finalizar la valoración decreciente de la PEEP, volvimos a reclutar el pulmón durante 2 minutos a la presión de apertura y ajustamos el ventilador con los mismos parámetros utilizados al comienzo de la MR pero cambiando a la PEEP óptima determinada durante la maniobra. La MR se interrumpía de inmediato si el paciente presentaba alteraciones hemodinámicas importantes, así como información de los gases arteriales. El resultado primario fue la mejora en la oxigenación, medida por la relación PaO₂ / FiO₂. Los resultados secundarios fueron: mejoría en la ventilación medida por PaCO₂, pérdida de aire, hipotensión (presión arterial sistólica en neonatos <55 mmHg, en lactantes <65 mmHg, en pediátricos de 1 - 4 años <70 mmHg, en pediátricos de 5 - 12 años <80 mmHg y mayores de 12 años <90 mmHg), hipoxemia (saturación de oxígeno <84%), bradicardia (frecuencia cardíaca <60 latidos/min), hipercapnia (PaCO₂ >80) o arritmias.

En un estudio utilizaron un protocolo donde monitorizaron los pacientes, fueron pre-oxigenados con 100% de FiO₂ durante 5 minutos, registraron parámetros ventilatorios y gasométricos antes

de la pre-oxigenación. Se realizó la maniobra de reclutamiento en modalidad de presión control, la PEEP se ajustó a 10 cmH₂O y se realizó una maniobra secuencial, aumentando la PEEP en 5 cmH₂O cada dos minutos hasta alcanzar una PEEP de 25 cmH₂O. Encontrando como resultados que después de la aplicación de la maniobra de reclutamientos la complianza dinámica aumento una mediana de 31%, y la relación PaO₂/FIO₂ aumento una mediana de 47%, mientras que el PCO₂ disminuyo una mediana de 2% (Cruces, Donoso, Valenzuela, & Díaz, 2013).

A partir de un estudio que incluyeron pacientes con una edad gestacional de más de 37 semanas y que estuvieran dentro de las 72 horas posteriores al diagnóstico de LPA, se encontró la PEEP y la PIP se incrementaron con 2 cmH₂O cada 5 a 10 segundos hasta que SaO₂ alcanzó el 98% o más, lo que indica un reclutamiento máximo ("presión de apertura"). El nivel máximo de PEEP y PIP permitido fue de 30 y 45 cmH₂O, respectivamente. Posteriormente, la PEEP y la PIP se redujeron con 2 cmH₂O por 5 a 10 segundos hasta que el porcentaje de saturación de oxígeno comenzó a disminuir, lo que sugiere un colapso pulmonar. Para reabrir el pulmón, la PEEP y la PIP se aumentaron nuevamente a la presión de apertura determinada previamente durante 30 segundos, después de lo cual la PEEP y la PIP se redujeron y se mantuvieron al nivel obtenido un paso por encima de la presión de cierre. Posteriormente, se ajustó el PIP para obtener un Vt de 6 ml/kg, en el minuto 0 (antes de la MR) y minuto 15, minuto 60 y a los 360 minutos después de MR. Obteniendo como resultado a nivel sistémico que los niveles plasmáticos de citoquinas aumentaban en un 35% a la concentración de base, en el nivel de saturación y respuesta hemodinámica se obtuvo un reclutamiento completo en 1 de 7 pacientes y el deterioro hemodinámico durante la maniobra en 2 de los 7 pacientes, en el análisis de gases arteriales encontraron un aumento en la PaO₂, el CO₂ disminuyo y el PH aumento levemente, no encontraron cambios significativos en relación a la PaO₂/FiO₂ (Halbertsma, y otros, 2010).

En otro, se estudiaron ocho niños sanos (seis niñas y dos niños) los cuales se les aplicó una intervención para expansión pulmonar donde los sujetos tenían monitorización completa, en cada paciente el experimento se realizó en dos condiciones, sin PEEP agregada o con PEEP de 5cmH₂O, encontrando que posterior a la maniobra de reclutamiento alveolar no produjeron cambios significativos en la relación PaO₂ / FiO₂, índice de oxigenación, PIP, se observó una disminución leve en la necesidad de presión de PEEP para mantener adecuados niveles de oxigenación (Kaditis, y otros, 2008).

2. Estrategia de reclutamiento de inspiración sostenida (SI).

Así mismo, en un estudio realizaron 93 MR en 32 pacientes, 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 ± 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 FiO₂ fue debido exclusivamente y de forma independiente a las MR o influyeron otros factores (nivel adecuado de PEEP, falta de tratamientos complementarios adecuados, etc.) (Duff, Rosychuk, & Joffe, 2007).

(Sargent, Jamieson, McEacher 2002) Además se encontró que han estudiado el aumento de la presión inspiratoria para reducir la atelectasia en niños anestesiados con tomografía computarizada, aplicando una intervención basada en que las presiones inspiratorias para las exploraciones se generaron mediante la compresión manual de la bolsa de reserva de 1 L del absorbente y el uso de la válvula limitadora de presión ajustable del circuito para lograr la presión positiva deseada (generalmente entre 5 y 10 s). Entre 24 niños intubados y anestesiados, 13 se estudiaron a presiones inspiratorias de £ 25 cm H₂O y comprendieron al grupo de sujetos A. Cuatro de estos casos se estudiaron a presiones entre 10 y 15 cm H₂O, y 9 se estudiaron entre 16 y 25 cm H₂O. Once niños fueron estudiados a presiones inspiratorias ‡ 30 cm H₂O y comprendían al grupo de sujetos B. Diez de los niños del grupo B se escanearon a una presión inspiratoria de 30 cm H₂O. Uno fue estudiado a 50 cm de H₂O. Ocho estudios en niños sedados comprendieron el grupo de sujetos C. Los resultados fueron analizados por dos evaluadores, Ambos observadores hallaron significativamente más pulmones sin atelectasias visibles en los niños sedados y en los niños anestesiados explorados a alta intensidad inspiratoria (Sargent, Jamieson, & McEachern, 2002).

3. Estrategias con más de dos maniobras de reclutamiento.

En un estudio aplicaron las siguientes estrategias: CPAP mantenida en donde se alcanza una presión determinada durante 20-40 s, habitualmente 35-50 cmH₂O. La combinación más común es la aplicación de 40 cmH₂O durante 40 s. Durante ese tiempo, se debe dejar en 0 cmH₂O la presión de soporte para evitar barotrauma. Suspiros donde el aumento de volumen corriente o PEEP durante una o varias respiraciones, ajustándolos para alcanzar una presión meseta específica. Suspiro prolongado que considera la interacción entre la presión y el tiempo. Se trata de un aumento progresivo de la PEEP junto con disminución del volumen tidal durante un tiempo más prolongado y a Ventilación en presión control, manteniendo un delta de presión (habitualmente 15 cmH₂O) que garantice un volumen corriente, con incrementos progresivos de PEEP (Algaba & Nin, 2013). Algunos autores llegan a realizar las denominadas maniobras de máximo reclutamiento, que alcanzan presiones mucho más elevadas pero de forma gradual, y que en algunos casos se siguen de un descenso paulatino de presión que sirve para pautar la PEEP óptima individual después de reclutar el pulmón. Dentro de los resultados de esta revisión cabe destacar que la mayoría de los trabajos realizados no especifican qué criterios consideran como respuesta positiva a las MR, por el contrario únicamente describen una mejoría variable de la oxigenación. Algunos estudios se centran, más que en resultados relacionados con la oxigenación, en términos de mecánica pulmonar; analizando el efecto del reclutamiento alveolar sobre parámetros como la complianza y numerosos estudios han observado una mejoría de la oxigenación al emplear maniobras de reclutamiento, tanto en experimentación básica con animales en los que se produce lesión pulmonar con distintas técnicas, como en trabajos realizados en pacientes con SDRA. Sin embargo, algunos trabajos no han observado ese efecto beneficioso.

Discusión

Un trabajo aplicó una encuesta a 64 profesionales del área de la salud, en su mayoría fisioterapeutas y terapeutas respiratorios, que realizan maniobras de reclutamiento en una unidad de cuidado intensivo, encontrando dentro de los resultados que de los 64 encuestados el 77,8% sigue una guía o protocolo para realizar las MR; el 54,7% utiliza durante la MR un nivel de Presión Positiva al Final de la Espiración (PEEP) ideal que asegure una saturación > de 90% y PaO₂ > de 60 mmHg; el 42,1% acepta presiones en la vía aérea entre 35 y 50 cmH₂O; el 48,4% realiza las MR con aumento progresivo de la PEEP y bajo volumen corriente (Wilches, Durán, & Muñoz, 2010).

En la revisión sistemática se analizaron los aspectos o bien establecidos en la práctica médica sobre el empleo de las maniobras de reclutamiento alveolar en los pacientes ventilados, encontrando dentro de los protocolos aplicados que la aplicación de una maniobra de reclutamiento empleando PEEP o CPAP son los más utilizados, de los 51 estudios analizados estas fueron utilizadas en 41 (18 CPAP y 23 con PEEP) (Parra, Iglesias, & Rivero, 2015). Las variantes con CPAP han empleado valores de presión entre 30 y 45 cmH₂O y casi todos los autores la aplican como una insuflación sostenida, con una duración entre 30 o 40 segundos. Las variantes con PEEP pueden realizarse de varias formas: con incrementos progresivos, con descensos graduales, con valores fijos, según el punto de inflexión inferior en las curvas de presión-volumen o usando el doble de la PEEP previa que tenía el paciente. Encontrando como resultados que la mayoría de los autores reconocen el incremento de la presión inspiratoria, el aumento del volumen inspiratorio, el uso de PEEP y de CPAP. Las dos primeras no ofrecen dudas, pero las dos últimas pudieran considerarse lo mismo. Este análisis permite concluir que las variantes para la realización de una MRA son por incremento de la presión inspiradora, por aumento del volumen tidal, administrando PEEP o por una combinación de estas tres variantes.

En un estudio se utilizaron resonancia magnética para estudiar los efectos de una estrategia de reclutamiento alveolar sobre la cantidad y la distribución de la atelectasia en niños con pulmones sanos sometidos a anestesia general. Aplicaron un protocolo donde el CPAP se incrementó progresivamente en pasos de 5 cm H₂O cada cuatro respiraciones hasta el nivel de CPAP objetivo de 15 cmH₂O. Una vez que se alcanzó el nivel de CPAP objetivo, la ventilación fue asistida manualmente hasta que se obtuvo un control completo de la respiración. A partir de entonces, la presión de la vía aérea se incrementó manualmente hasta 37–40 cmH₂O de presión inspiratoria máxima (PIP). Mantuvimos una frecuencia respiratoria de aproximadamente 30 respiraciones / min sin pausa inspiratoria final o conteniendo la respiración. Estas presiones elevadas se continuaron durante 10 respiraciones consecutivas antes de que la CPAP se redujera a 5 cmH₂O y se mantuvo en este nivel mientras los pacientes reanudaron la ventilación espontánea durante el resto del período de estudio (Tusman, y otros, 2003). Obteniendo como resultados que el tratamiento con una estrategia de reclutamiento alveolar resultó en una menor frecuencia de atelectasia observada en las imágenes de resonancia. Después de la maniobra de reclutamiento, las cantidades mínimas de tejido pulmonar quedaron colapsadas en un solo paciente (menos de 2 cm³ en el pulmón paradiafragmático izquierdo). Todos los pacientes de los grupos de CPAP y PEEP mostraron cantidades variables de colapso pulmonar. En el grupo PEEP, los volúmenes atelectásicos fueron significativamente más bajos que en el grupo CPAP.

Los artículos que cumplieron con criterios de inclusión y exclusión plantearon diversas intervenciones y protocolos para la aplicación de una o varias maniobras de reclutamiento alveolar, destacándose posterior al análisis la maniobra de PEEP incremental, demostrando los incrementos de la PEEP utilizan aumentos graduales en la Pplat y en la 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 (Villamil Parra, 2018). Los incrementos de la PEEP en comparación con la insuflación mantenida suponen menos poscarga del ventrículo derecho, menor afectación hemodinámica y son mejor toleradas (Donoso, Arriagada, Díaz, & Cruces, 2015). Mostrando una mejoría en la tolerancia hemodinámica y mejoría en el nivel de oxigenación, contradictorio con lo encontrado en el estudio de Medina en el 20018 que mostraron resultados que 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, coincidiendo en que al momento de su aplicación el paciente debe estar en modalidad ventilatoria de presión control.

La maniobra de insuflación sostenida donde se interrumpieron 9 MR, 7 por agitación y 2 por bradicardia transitoria, en 3 MR realizadas en pacientes con patología cerebral se evidenció un aumento en la presión intracraneal, concluyendo en que dicha maniobra tengan repercusión clínica positiva real (Duff, Rosychuk, & Joffe, 2007), diferente a una disminución significativa en la cantidad de atelectasias presentes en niños anestesiados (Sargent, Jamieson, & McEachern, 2002), esta MR es la que se utiliza en un ensayo, aunque no ha demostrado mejoría de la oxigenación a largo plazo (Medina, Guerra, & Galán, 2013). Así como determinaron si una estrategia ventilatoria diseñada para minimizar tales lesiones pulmonares podría reducir no solo las complicaciones pulmonares sino también la mortalidad de los pacientes, concluyendo que no se asoció con una mayor supervivencia al alta hospitalaria (Amato, y otros, 1995).

En diferentes artículos se menciona la modificación del volumen tidal o su variación durante la utilización de las maniobras de reclutamiento alveolar, y se menciona que el uso de un bajo volumen corriente en estos pacientes mejora la supervivencia. Sin embargo, la ventilación con volumen tidal bajo puede promover la eliminación del reclutamiento alveolar (Dean, Hess, & Bigatello, 2002). A pesar de los posibles efectos beneficiosos a corto plazo sobre la oxigenación, la MR en niños ventilados y críticamente enfermos puede producir un aumento de las citoquinas circulantes, lo que sugiere que la MR repetida puede dar lugar a un aumento prolongado de citoquinas sistémicas, que se ha asociado con el síndrome de disfunción multiorgánico, teniendo en cuenta que no solo la presión positiva al final de la espiración, sino también el volumen corriente, la fracción de oxígeno inspirado, la succión traqueal repetida, así como la sedación y la parálisis pueden afectar el reclutamiento de pulmones con síndrome de dificultad respiratoria aguda que son particularmente propensos a la inestabilidad alveolar (Richard, Maggiore, & Mercat, 2004), y recomendación en donde se debe ejercer una cierta presión mínima para corregir la atelectasia (Day, Goodfellow, Apgar, & Beck, 1952). Para emplear esta presión de manera segura, su duración debe ser limitada. Los ensayos controlados aleatorios para examinar los efectos de la MR en los puntos finales clínicos difíciles, por ejemplo, la duración de la estancia, la morbilidad, son urgentemente necesarios antes de que los procedimientos de reclutamiento sean generalmente aceptados en la atención clínica.

Referencias

- Algaba, A., & Nin, N. (2013). Maniobras de reclutamiento alveolar en el síndrome de distrés respiratorio agudo. *Medicina intensiva*, 37(5), 355-362. doi:<https://doi.org/10.1016/j.medin.2013.01.012>
- Amato, M., Barbas, C., Medeiros, D., Magaldi, R., Schettino, G., & Lorenzi-Filho, G. (1995). Effect of a protective-ventilation strategy on mortality in the acute respiratory distress syndrome. *Respiratory Critical Care Med*, 152(6), 1835-1846. Obtenido de <https://www.atsjournals.org/doi/abs/10.1164/ajrccm.152.6.8520744>
- Boriosi, J., Sapru, A., Hanson, J., Asselin, J., Gildengorin, G., Newman, V., . . . Flori, H. (2011). Efficacy and safety of lung recruitment in pediatric patients with acute lung injury. *Medicina pediátrica de cuidados críticos*, 12(4), 431-6.
- Castillo, A. (2017). Ventilación mecánica invasiva en el paciente pediátrico. *Neumología pediátrica*, 12(1), 15 – 22. Obtenido de <http://www.neumologia-pediatica.cl/wp-content/uploads/2017/06/ventilacion-mecanica.pdf>
- Cruces, P., Donoso, A., Valenzuela, J., & Díaz, F. (2013). Respiratory and hemodynamic effects of a stepwise lung recruitment maneuver in pediatric ARDS: A feasibility study. *Pediatr Pulmonol*, 15-22. Obtenido de <https://onlinelibrar>
- Day, R., Goodfellow, A., Apgar, V., & Beck, G. (1952). Pressure-time relations in the safe correction of atelectasis in animal lungs. *Pediatrics*, 10, 593-602. Obtenido de <http://pediatrics.aappublications.org/content/10/5/593>
- Dean, H., Hess, D., & Bigatello, L. (2002). Lung recruitment: the role of recruitment maneuvers. *Respir Care*, 47, 308-317. Obtenido de <http://www.rcjournal.com/contents/03.02/03.02.0308.cfm>
- Donoso, A., Arriagada, D., Díaz, F., & Cruces, P. (2015). Estrategias ventilatorias ante el niño con síndrome de distress respiratorio agudo e hipoxemia grave, artículo de revisión. *Gac Med Mex*, 151, 75-84. Obtenido de https://www.anmm.org.mx/GMM/2015/n1/GMM_151_2015_1_075-084.pdf
- Duff, J., Rosychuk, R., & Joffe, A. (2007). The safety and efficacy of sustained inflations as a lung recruitment maneuver in pediatric intensive care unit patients. *Medicina de cuidados intensivos*, 25(1), 1778-86. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17607560>
- Gonçalves, L. O. (2005). Manobra de recrutamento alveolar em anestesia: como, quando e porque utilizá-la. *Revista Brasileira de Anestesiologia*, 55(6), 631-638. doi: <https://dx.doi.org/10.1590/S0034-7094200500>
- Halbertsma, F., Vaneker, M., Pickkers, P., Neeleman, C., Scheffer, G., Johannes, G., & Van der, H. (2010). A single recruitment maneuver in ventilated critically ill children can translocate pulmonary cytokines into the circulation. *Crit Care*, 14(1), 10-5. doi:10.1186/cc8230.
- Hess, D. (2015). Recruitment Maneuvers and PEP Titration. *Respiratory Care*, 60(11), 1688-1704. doi:<https://doi.org/10.4187/rspcare.044409>
- Kaditis, A., Motoyama, E., Zin, W., Maekawa, N., Nishio, I., Imai, T., & Milic, E. (2008). El efecto de la expansión pulmonar y la presión espiratoria final positiva en la mecánica respiratoria en niños anestesiados. *Revista de anestesiología*, 106(3), 775-85. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18292419>
- Medina, A., Guerra, P., & Galán, C. (2013). Maniobras de reclutamiento. *Sociedad y fundación española de cuidados intensivos pediátricos*, 6(3), 1-15. Obtenido de <http://secip.com/wp-content/uploads/2018/06/Protocolo-Maniobras-de-Reclutamiento-Alveol>
- Parra, J., Iglesias, A., & Rivero, Y. (2015). Maniobras de reclutamiento alveolar. Revisión sistemática. *Revista Cubana de Medicina Intensiva y Emergencia*, 14(2), 78-87. Obtenido de <http://www.revmie.sld.cu/index.php/mie/article/view/86/162>
- Richard, J., Maggiore, S., & Mercat, A. (2004). Clinical review: bedside assessment of alveolar recruitment. *CritCare*, 8, 1639. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC468885>
- Sargent, M., Jamieson, D., & McEachern, A. (2002). Aumento de la presión inspiratoria para reducir la atelectasia en niños anestesiados para tomografía computarizada. *Radiología pediátrica*, 32(5), 344-347. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s00247-001-0645-8>
- Tusman, G., Böhm, S., Tempra, A., Melkun, F., García, E., Turchetto, E., . . . Lachmann, B. (2003). Effects of recruitment maneuver on atelectasis in anesthetized children. *The journal of the american society of anesthesiologists*, 98(1), 14-22. Obtenido de <http://anesthesiology.pubs.asahq.org/article.aspx?articleid=1943822>
- Villamil Parra, W. (2018). Fisioterapia en cuidados intensivos, más allá del manejo respiratorio. *Revista Colombiana De Rehabilitación*, 17(1), 3-5. doi: <https://doi.org/10.30788/RevColReh.v17.n1.2018.313>
- Wilches, E., Durán, D., & Muñoz, V. E. (2010). Análisis de las maniobras de reclutamiento alveolar aplicadas en siete Unidades de Cuidado Intensivo. *Revista Ciencias de la Salud*, 8(3), 49-59. Obtenido de <https://revistas.urosario.edu.co/index.php/revsalud/article/view/1451>

