

EFFECTOS DE LAS MANIOBRAS DE RECLUTAMIENTO ALVEOLAR SOBRE EL NIVEL DE OXIGENACIÓN EN PACIENTES PEDIÁTRICOS BAJO VENTILACIÓN MECÁNICA INVASIVA. REVISIÓN DOCUMENTAL.



AUTORES.
LAURA MILENA JUJO HERNANDEZ

CORPORACION UNIVERSITARIA IBEROAMERICANA
FACULTAD DE FISIOTERAPIA
PROGRAMA DE POSGRADO ESPECIALIZACION DE FISIOTERAPIA EN CUIDADO
CRÍTICO.
BOGOTA DC
ENERO DE 2019

Efectos de las maniobras de reclutamiento alveolar sobre el nivel de oxigenación en pacientes pediátricos
bajo ventilación mecánica invasiva. Revisión documental - Marzo 2019

**EFFECTOS DE LAS MANIOBRAS DE RECLUTAMIENTO ALVEOLAR SOBRE EL
NIVEL DE OXIGENACIÓN EN PACIENTES PEDIÁTRICOS BAJO VENTILACIÓN
MECÁNICA INVASIVA. REVISIÓN DOCUMENTAL.**



AUTORES.

LAURA MILENA JUYO HERNANDEZ

DOCENTE ASESOR

WILDER ANDRES VILLAMIL PARRA

**CORPORACION UNIVERSITARIA IBEROAMERICANA
FACULTAD DE FISIOTERAPIA
PROGRAMA DE POSGRADO ESPECIALIZACION DE FISIOTERAPIA EN CUIDADO
CRITICO.
BOGOTA DC
ENERO DE 2019**

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	5
Capítulo 1. Descripción general del proyecto	7
1.1 Problema de investigación	7
1.2 Objetivos.....	8
1.2.1 Objetivo general	8
1.3 Justificación	9
Capítulo 2. Marco de referencia	10
2.1 Marco Teórico	10
2.2 Marco Conceptual.....	17
2.2.1 Antecedentes	17
Capítulo 3. Marco metodológico.....	22
3.1 Tipo de estudio	22
3.2 Tipo de población.....	22
3.3 Tipos de intervención	23
3.4 Diseño de estudio	23
3.5 Pregunta de investigación.....	23
3.6 Estrategias de búsqueda	23
3.7 Criterios de inclusión.....	24
3.8 Criterios de exclusión.....	24
3.9 Tipos de comparadores	24
3.10 Referencias cruzadas.....	25
3.11Tipos de medida de resultado	25
3.12 Identificación de los estudios y extracción de datos:.....	26
3.13 Calidad de los estudios	26
3.14 Análisis por subgrupos	26
Capítulo 4. Análisis de resultados	27
4.1 Características de los artículos seleccionados	27
4.2 Análisis por subgrupos de los datos y descripción de los estudios.....	32
4.2.1 Estrategia de PEEP incremental	32
4.2.2 Estrategia de reclutamiento de inspiración sostenida (SI)	35
4.2.3 Estrategias con más de dos maniobras de reclutamiento.....	36
4.3 Discusión y conclusiones.....	39
Referencias.....	41

INDICE DE TABLAS

Tabla	1
.....	27

INDICE DE GRAFICAS

Grafica	1
.....	26

LISTADO DE ABREVIATURAS

VM: ventilación mecánica
MR: maniobras de reclutamiento
LPA: lesión pulmonar aguda
SDRA: síndrome de dificultad respiratoria aguda
FiO2: fracción inspirada de oxígeno
PaO2: presión arterial de oxígeno
PCO2: presión parcial de dióxido de carbono
PEEP: presión positiva al final de la espiración
IO: índice de oxigenación
UCI: unidad de cuidado intensivo
UCIP: unidad de cuidado intensivo pediátrico
VT: volumen total
PIP: presión inspiratoria pico
FR: frecuencia respiratoria
TI: tiempo inspiratorio
PMVA: presión media de la vía aérea
CPAP: presión positiva continua en la vía aérea

INTRODUCCIÓN

La ventilación mecánica (VM) ha contribuido a disminuir la morbimortalidad en diferentes situaciones clínicas, pero a pesar de sus grandes avances, puede aumentar la tasa de morbilidad y mortalidad cuando se utiliza de forma inadecuada (Hess D, 2002). La VM puede promover o perpetuar la lesión pulmonar aguda (LPA) si hay hiperdistensión alveolar cíclica y colapso en cada respiración. Algunos autores consideran que la lesión pulmonar inducida por la ventilación mecánica 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 por SDRA (Goncalves, L 2005). El síndrome de dificultad respiratoria aguda constituye la expresión clínica de un edema pulmonar grave de origen no cardiogénico. Es la entidad clínica más característica dentro de la insuficiencia respiratoria hipoxémica 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, A 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 (F_{iO_2}) y la presión positiva al final de la espiración (PEEP), además de optimizar la sedación y/o agregar eventualmente el uso de miorelajantes. Ante este escenario, es necesario optimizar la terapia ventilatoria convencional incorporando nuevas estrategias terapéuticas y/o maniobras ventilatorias a los algoritmos disponibles, las cuales actúan sobre diversos aspectos fisiopatológicos (Donoso, A 2015).

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 maniobra 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 maniobras de reclutamiento alveolar sobre el nivel de oxigenación en pacientes pediátricos bajo ventilación mecánica invasiva según la evidencia científica existente.

Por lo cual, mediante esta revisión documental, se busca 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.

Capítulo 1. Descripción general del proyecto

1.1 Problema de investigación

En la actualidad las MR como estrategias terapéuticas se ha centrado en la intervención de pacientes adultos generando y aplicando evidencia científica en esta población con condiciones específicas de SDRA, hipoxemias refractarias y/o lesión pulmonar aguda (LPA). A nivel de pacientes pediátricos se han realizado trabajos al respecto, proponiendo diversidades de técnicas que nos facilitan la utilización de las mismas en ámbitos clínicos reales (Medina A, 2013).

Debido a la poca unidad entre los protocolos existentes y sus efectos diferenciales en la aplicación de MR en población pediátrica en cuidado intensivo, además de la falta de estandarización y de estudios clínicos que demuestren mejoría en el resultado clínico, la utilización de estas estrategias en pacientes pediátricos se ha visto poco incluida dentro de las estrategias de intervención, que se realice de forma heterogenea según los juicios de los profesionales y que la poca unidad en los criterios de su aplicación cause deletéreos en la población pediátrica en relación a (empeoramiento de la lesión pulmonar, liberación de citoquinas a la circulación, etc.)(Medina, A 2013)

De acuerdo a lo presentado en la investigación de Wang y cols del 2010, no se han establecido estrategias óptimas sobre reclutamiento para el SDRA en la población pediátrica y hay dudas con respecto al uso de las mismas, su idoneidad y su evolución en periodos prolongados de tiempo o a largo plazo. Por lo cual, mediante esta revisión documental, se busca examinar las publicaciones científicas realizadas sobre la aplicación de maniobras de reclutamiento (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.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Determinar cuales son los efectos de las maniobras de reclutamiento alveolar sobre el nivel de oxigenación en pacientes pediátricos bajo ventilación mecánica invasiva según la evidencia científica existente.

1.2.1.1 Objetivos específicos

- Establecer cuáles son los protocolos de reclutamiento alveolar aplicados en pacientes pediátricos bajo soporte ventilatorio.
- Describir las indicaciones y contraindicaciones descritas en la aplicación de MRA en pacientes pediátricos críticos.
- Diferenciar los resultados obtenidos frente al nivel de oxigenación en los protocolos aplicados.

1.3 Justificación

En pacientes pediátricos se han realizado trabajos frente a las maniobras de reclutamiento (MR) en donde se ha demostrado que han mejorado el nivel de oxigenación en algunos pacientes con SDRA, pero existe una falta de estandarización y de estudios clínicos que demuestren mejoría en el resultado clínico (Medina A 2013).

A pesar de los recientes avances y estudios, es necesario establecer criterios claros para la aplicación de MR en términos de: estado general del paciente, parámetros ventilatorios (iniciales, durante y posteriores), tiempo de aplicación, cambios hemodinámicos normales y de alerta, recomendaciones para minimizar los efectos adversos, entre otros, garantizando así la seguridad del paciente.

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 (Medina A 2013). Existiendo estudios clínicos y experimentales que apoyan su aplicación hay interrogantes por resolver como ¿Cuándo es conveniente reclutar? ¿Con qué estrategia ventilatoria es favorable reclutar? ¿Cuáles son los efectos adversos de las maniobras de reclutamiento? (Wilches, L 2010). Específicamente se quiere determinar su efecto sobre el nivel de oxigenación ya que debería ser uno de los objetivos propuestos al momento de aplicar una maniobra de reclutamiento.

Capítulo 2. Marco de referencia

2.1 Marco Teórico

Es importante entender que los pacientes pediátricos no son adultos pequeños, pues difieren en aspectos anatómicos y fisiológicos. Los pacientes pediátricos presentan un occipucio más prominente lo que hace que en decúbito dorsal se produzca una flexión del cuello que determina una potencial obstrucción de la vía aérea. La lengua es desproporcionadamente grande en relación a la boca, la laringe es más alta y tiene una forma de embudo más exagerada que en el adulto, siendo la porción más estrecha a nivel del cartílago cricoides, lo que determina que un pequeño edema en esta zona pueda determinar un gran aumento de la resistencia flujo de aire. Por otra parte, el árbol respiratorio comparativamente con el de un adulto es mucho más estrecho determinando una alta probabilidad de obstrucción ante pequeños cambios de radio producidos por edema de la pared (la resistencia al flujo de aire es inversamente proporcional al radio a la cuarta potencia para un flujo laminar y al radio a la quinta potencia para un flujo turbulento) (Adewale, L 2009)

La ventilación mecánica (VM), constituye uno de los ejes centrales del manejo de la insuficiencia respiratoria aguda, especialmente cuando los mecanismos de compensación del paciente pediátrico son insuficientes para proporcionar el trabajo respiratorio que determine una buena oxigenación del organismo y una adecuada remoción del CO₂. De esta manera, la VM se ha transformado en una herramienta de uso frecuente en la Unidades de Paciente Crítico Pediátrico, con un uso descrito sobre un 20% de los pacientes ingresados a una UCI pediátrica, llegando a cifras mayores a 50% de los ingresos en época de infecciones respiratorias. La decisión de colocar a un paciente en VM es una combinación de arte y ciencia, en donde se debe combinar en forma justa y apropiada, el juicio clínico, síntomas y signos de insuficiencia respiratoria

y la incapacidad del paciente de mantener un adecuado intercambio gaseoso o una vía aérea permeable (Castillo, A 2017).

Se definirán tres conceptos básicos para comprender el comportamiento del sistema respiratorio: se entenderá como *flujo* a la unidad de volumen desplazada por unidad de tiempo; como *resistencia*, la oposición al flujo de aire causada por las fuerzas de fricción; y como *presión*, la fuerza que ejerce un gas sobre una superficie.

La causa más común de ventilación mecánica corresponde a la mantención del intercambio de gases en aquel paciente con falla respiratoria, ya sea por no lograr una adecuada oxigenación arterial ($PaO_2 < 70$ con $FiO_2 > 60$) o una adecuada ventilación alveolar ($PaCO_2 > 55$ a 60 en ausencia de enfermedad pulmonar crónica). Otra indicación de ventilación mecánica es en aquellas situaciones que requieran una disminución o sustitución del trabajo respiratorio, ya sea porque el trabajo respiratorio espontáneo sea ineficaz por sí mismo, porque el sistema respiratorio es incapaz de realizar su función por falla muscular o esquelética o porque se debe sustituir su trabajo en el caso de procedimientos o postoperatorios complejos. (Castillo, A 2017)

Considerando que la falla respiratoria aguda es una de las principales causas de admisión en las unidades de cuidados intensivos pediátricos (UCIP), la monitorización continua, confiable y precisa de diversos parámetros respiratorios tanto en la admisión del paciente como en el manejo posterior, permite al clínico la detección temprana de falla respiratoria aguda, la evaluación de la necesidad de soporte ventilatorio, la respuesta al tratamiento, minimizar las complicaciones asociadas a la VM, optimizar la interacción paciente-ventilador y determinar cuándo el paciente está en condiciones de comenzar el destete de la VM. El monitoreo clínico ideal debe describir cambios anatómicos y fisiológicos a nivel regional, ser de naturaleza no invasiva, ser de

procesamiento rápido y estar disponible a la cabecera del paciente. En la actualidad se dispone de múltiples parámetros que entregan datos objetivos, los cuales permiten evaluar determinadas intervenciones terapéuticas, establecer diagnósticos, lograr metas y evitar complicaciones ocasionadas por los cambios dinámicos en el paciente. Habitualmente, en el paciente crítico, se enfatiza la monitorización de la mecánica respiratoria para ajustar la estrategia e individualizar la prescripción de la VM; sin embargo, es necesario tener presente que esta es solo un aspecto a evaluar (Donoso, A 2016).

En términos generales, siempre se deben evaluar indicadores de intercambio gaseoso, como oxigenación, ventilación, espacio muerto y los referentes a mecánica pulmonar. Siendo de vital importancia conocer los parámetros a programar y como estos se transforman en acciones físicas que permitirán una adecuada mecánica ventilatoria, como son:

Modo ventilatorio: es el primer parámetro en programar en el ventilador mecánico, generalmente se inicia en el modo controlado o asistido/controlado ya que así le proporcionaremos un soporte eficiente al paciente con indicación de ventilación mecánica. Convencionalmente se inicia en el modo controlado por volumen ya que con este modo de entrega podemos evaluar la mecánica ventilatoria del paciente, aunque en pacientes pediátricos es de evaluar el desarrollo fisiológico del sistema respiratorio en términos de distensibilidad donde estaría indicado iniciar una ventilación controlada por presión en donde cada ciclo respiratorio será entregado en la inspiración a un nivel de presión preseleccionado, por un determinado tiempo. El volumen y el flujo varían según la impedancia del sistema respiratorio y con la fuerza del impulso inspiratorio. La forma de entrega de flujo más frecuente será en rampa descendente. En esta modalidad los cambios en la distensibilidad de la pared torácica así como la resistencia del sistema, influirán en el volumen tidal correspondiente.

Fracción inspirada de oxígeno o FiO_2 : En la mayoría de situaciones se inicia el soporte ventilatorio con una fracción inspiratoria de oxígeno de ($FiO_2:100\%$), para tratar de optimizar a la brevedad cualquier situación de hipoxemia. Acto seguido regularemos el nivel monitoreando la respuesta con pulsoximetría, idealmente procuraremos que el paciente llegue como mínimo a 92% de saturación, disminuirémos la FiO_2 con intervalos de 10 a 20 minutos, según respuesta siendo nuestra meta inicial llevarlo hasta menos de 50% de FiO_2 en el menor tiempo posible, para evitar los efectos indeseables como lesión de los neumocitos tipo 2 generadores de surfactante y del ingreso de radicales libres de oxígeno que lesionarán aún más el tejido pulmonar, entre otros. Corroboraremos los cambios efectuados con un análisis de gases arteriales.

Volumen Tidal (VT) o volumen de aire corriente: si está controlado por volumen inicialmente se programará 5 a 8 cc de volumen por kilo de peso corporal ideal, vigilando que no sobrepase los niveles seguros de presión máxima o PIP. La limitación del V_c y del volumen minuto ($V_c \times$ frecuencia respiratoria) ha sido objeto de discusión e investigación en la última década debido a su relación con la generación de daño inducido por VM. La recomendación para pacientes adultos, basada en múltiples estudios, es limitar el V_c de 6 a 8 ml/kg de peso corporal ideal, independientemente de la patología. En pediatría no existe evidencia en relación con esto; sin embargo, se sugiere imitar esta conducta, con el objetivo de disminuir el reclutamiento-desreclutamiento asociado con el uso de volúmenes altos, y la consecuente liberación de mediadores proinflamatorios.

Presión máxima o PIP: se debe programar entre 20 y 25 nunca superior a 30, por riesgo de sufrir lesión y presentar patologías de escape aéreo.

Frecuencia respiratoria (FR): inicialmente se titulara una frecuencia respiratoria de 20 a 25 respiraciones por minuto en lactantes, 15 a 20 en preescolares, acercándonos a parámetros normales fisiológicos.

Tiempo inspiratorio o T_i : varía entre 0,6 segundos para lactantes pequeños, 0,8 para adolescentes teniendo en cuenta que se mantenga una relación inspiración espiración de 1:2.

Presión positiva al final de la espiración o PEEP: esta se titulará incrementalmente de 2 en 2 cm de H₂O de tal manera incrementa la PMVA tanto como sea necesario para mantener una oxigenación adecuada y así mismo regular el aporte de Fio₂. Siendo el parámetro que tiene mayor consenso; es indispensable para ayudar a mantener el alveolo abierto. Al menos debe programarse el PEEP fisiológico que oscila entre 5 y 8 cmH₂O. Valores mayores serían necesarios para mejorar la oxigenación o cuando el niño llega de UCI en ventilación mecánica con parámetros altos. A partir del primer año de vida aproximadamente el 40–50% de la presión positiva en la vía aérea se traduce en presión positiva intrapleurales con los efectos sobre el gradiente de presión sobre las venas extratorácicas y la presión en la aurícula derecha, de tal manera que la recomendación es mantener una adecuada expansión del volumen circulante efectivo (Rivera D 2018).

La monitorización, vigilancia y titulación adecuada de los parámetros ventilatorios evitara que el paciente sufra lesiones asociadas a la ventilación mecánica.

La lesión pulmonar aguda (LPA) es una enfermedad pulmonar heterogénea en la cual las regiones de pulmón enfermo se colapsan en asociación con cambios

regionales en el surfactante pulmonar, la tensión superficial y agua en el pulmón (Ranieri V, 2012). Esto conduce a regiones de derivación intrapulmonar e hipoxemia. Las reducciones en el tejido pulmonar aireado pueden deberse al peso del pulmón edematoso o al flujo alveolar. Independientemente del mecanismo, se acuerda que se requiere un aumento de la presión en las vías aéreas para reclutar estas regiones. Debido a que la enfermedad pulmonar es heterogénea, los alvéolos compatibles se airean primero, seguidos de los alvéolos enfermos. Las maniobras diseñadas para abrir el pulmón se deben aplicar con suficiente presión durante el tiempo suficiente para llegar al pulmón enfermo. Las maniobras de reclutamiento (MR) se pueden usar para revertir los episodios de hipoxemia profunda, aplicados empíricamente después de los periodos de abandono (por ejemplo, succión, atelectasia o colapso) (Constantin JM 2010), o se pueden utilizar como parte de una estrategia de ventilación.

Los efectos perjudiciales de la sobredistensión alveolar son bien aceptados, y hay poco debate sobre la importancia de la limitación de la presión y el volumen durante la ventilación mecánica. El papel de las maniobras de reclutamiento es más controvertido. El reclutamiento alveolar es deseable si se puede lograr, pero el potencial de reclutamiento es variable entre los pacientes con SDRA. Una maniobra de reclutamiento gradual, similar a una titulación PEEP incremental, se favorece sobre las maniobras de reclutamiento de inflación sostenida. Se han propuesto muchos enfoques para la titulación de PEEP, y no está claro cuál es el mejor método para elegir el nivel más apropiado para un paciente individual. Se debe seleccionar un nivel de PEEP que equilibre el reclutamiento alveolar con la sobredistensión. El enfoque más sencillo para seleccionar PEEP podría ser según la gravedad de la enfermedad: 5–10 cm H₂O PEEP en SDRA leve, 10–15 cm H₂O PEEP en SDRA moderado y 15–20 cm H₂O PEEP en SDRA grave. Las maniobras de reclutamiento y PEEP deben utilizarse en el contexto de la protección pulmonar y no solo como un medio para mejorar la oxigenación (Hess, 2015)

Investigaciones precursoras, realizadas en la década de los setenta, con valores altos de PEEP demostraron la capacidad de ésta en reducir el shunt y mejorar la oxigenación en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda hipoxémica (Downs, J 1973 y Douglas, M 1977). Amato et al, en 1998 demostraron una mejoría en la supervivencia en pacientes con SDRA, en los que se practicaron técnicas de apertura pulmonar a través del empleo de valores altos de PEEP. El reclutamiento alveolar se define como la reexpansión de áreas pulmonares previamente colapsadas mediante un incremento breve y controlado de la presión transpulmonar (Richard, J 2004). Está dirigido a crear y mantener una situación libre de colapso con el fin de aumentar el volumen al final de la espiración y mejorar el intercambio gaseoso.

Existen diversos trabajos experimentales desde los años 70 en los que se estudia la relación del volumen y presión dentro del alvéolo con su forma y tamaño, y cómo afectan los cambios de volumen a la estructura alveolar (Klingele, T 1970). Day et al., en 1952, aplicaron diferentes niveles de presión para revertir atelectasias en pulmones animales, y observaron que las presiones bajas no son eficaces aunque se mantengan durante un tiempo prolongado, mientras que las presiones elevadas sí logran abrir el pulmón pero resultan dañinas si persisten en el tiempo.

Las MR por tanto, tienen 2 componentes fundamentales: el nivel de presión aplicado y el tiempo durante el que se mantiene (Albert, S 2009). El aumento de presión transpulmonar, más la presión intraalveolar, concluirá en la apertura de las unidades alveolares terminales según su presión crítica, siendo muy variable según su localización.

2.2 Marco Conceptual

2.2.1 Antecedentes

Como ha ocurrido la mayor parte del tiempo a lo largo de la historia de la medicina moderna, el desarrollo de la especialidad en pediatría fue algo más rezagado con respecto a los adultos, siendo en la década de 1960 en que se comienza la atención del niño críticamente enfermo. Fue en Liverpool (Inglaterra), Gothenborg (Alemania), Philadelphia y Pittsburg (EE.UU.) donde se crearon las primeras unidades de Cuidados Intensivos Pediátricos (Roque, J 2013).

En la actualidad se ha logrado bajar sustancialmente la mortalidad infantil, los pacientes que sobreviven, en muchos casos pasan a formar parte de la creciente población pediátrica con enfermedades crónicas, que periódicamente se hospitalizan en las UCIPs o que definitivamente se quedan por necesidad de tecnología de soporte vital por largos períodos de tiempo (meses, años), siendo clara la necesidad de alta tecnología como ventilación de alta frecuencia, nuevos ventiladores mecánicos de última generación, monitorización cada vez más exacta y menos invasiva, terapias de reemplazo renal agudo, dispositivos y procedimientos intravasculares para niños cada vez más pequeños, manejo de trasplantes complejos, monitorización de drogas en sangre, ECMO neonatal y pediátrico, nuevas drogas y productos de ingeniería genética, exámenes de laboratorio cada vez más exactos, etc.(Roque, J 2013)

El conocimiento de la fisiopatología del SDRA ha llevado a optimizar las estrategias de ventilación mecánica convencional con un objetivo doble, definido por el lema open up the lung and keep the lung open (Lachmann, B 1992) Siendo la función respiratoria básica el intercambio gaseoso de oxígeno y dióxido carbono, así como el perfecto equilibrio y control entre los diferentes componentes del sistema respiratorio, una falla

severa en este proceso vital hará imprescindible conocer cuándo está indicado este medio de soporte vital avanzado, los principios fisiológicos de la ventilación, los efectos favorables y desfavorables que obtenemos con su uso. Así mismo, aprender a programar los diferentes modos disponibles como también interpretar las diferentes estrategias de monitorización y en base a esta información efectuar en forma oportuna los cambios necesarios para optimizar la ayuda y minimizar las complicaciones. Por una parte, se debe intentar reclutamiento de la máxima cantidad posible de tejido pulmonar, manteniendo “abierto” durante todo el ciclo respiratorio un volumen pulmonar suficiente que disminuya el cortocircuito intrapulmonar y garantice un intercambio gaseoso mínimo.

Por otra parte, evitar el desarrollo de la lesión pulmonar inducida por la ventilación mecánica (LPIV), producida por sobredistensión la cual puede producirse por excesivo aporte de volumen por ciclo llamado (volutrauma), colapso cíclico de unidades broncoalveolares (atelectrauma) causada por las fuerzas de deformación o cizallamiento que sufre algunas unidades alveolares que colapsan a la espiración, causando así inestabilidad alveolar o empleo de fracciones inspiradas de oxígeno (FiO₂) elevadas, además del consiguiente biotrauma definido como daño alveolar secundario a inflamación en el cual las citoquinas son liberadas en respuesta a la injuria de origen mecánico actuando de forma sistémica, amplificando el síndrome inflamatorio. Por tanto, a nivel de la práctica clínica, parece necesario determinar el nivel “óptimo” de PEEP en función del valor de la relación PaO₂/FiO₂ o IO que se obtiene con ella.

Las maniobras de reclutamiento 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. Las maniobras destinadas a reclutar los alveolos deben aplicarse con suficiente presión y con el tiempo suficiente para llegar a los alveolos colapsados. 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. Comúnmente se han descrito dos maniobras de reclutamiento alveolar, la insuflación mantenida y los incrementos de la PEEP. (Medina, A 2013).

Desde 1963 se sabe que el colapso pulmonar se observa en el 85- 90% de los pacientes humanos sometidos a anestesia inhalada y se manifiesta en la disminución de la complianza pulmonar (Bendixen et al., 1963). Posteriormente, se demostró que 5 minutos después de la inducción anestésica se observaban áreas hiperdensas en los pulmones de pacientes bajo anestesia general compatibles con procesos atelectásicos (Brismar et al., 1985).

Las maniobras de reclutamiento alveolar fueron desarrolladas a partir de estrategias de protección pulmonar, las cuales reducen las fuerzas físicas causales de lesión que provocan los métodos convencionales de ventilación mecánica empleados en el paciente bajo anestesia inhalada o de cuidados intensivos (Magnusson & Spahn, 2003). Estas maniobras pretenden abrir la mayor cantidad de alvéolos durante el mayor tiempo posible con el fin de mejorar el intercambio gaseoso (Perasso et al., 2006; Tusman 2010).

Las maniobras de reclutamiento alveolar (MRA) son una estrategia orientada a la reexpansión del tejido pulmonar colapsado, empleando altos niveles de PEEP para prevenir el subsecuente desreclutamiento. Sus beneficios son: mejoría de la oxigenación arterial por una reducción de la fracción de shunt intrapulmonar y de la distensibilidad pulmonar por desplazamiento de la pendiente de la curva a un punto de mayor eficiencia y prevención de la apertura/colapso cíclico de las unidades alveolares en cada ciclo ventilatorio (Cruces P, 2013).

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 reclutamiento (aspiraciones, desconexiones del respirador, etc) o utilizado como parte de una estrategia de ventilación. De acuerdo al trabajo de Morrow y col (2009), 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. Por otro lado, Kaiditis y cols (2008) en su trabajo en población pediátrica, objetivaron que las MR eran eficaces para prevenir el cierre de las vías respiratorias. Posteriormente se han descrito otras estrategias de MR donde se analizó MR en 15 pacientes pediátricos con LPA, estableciendo una estrategia de ventilación más razonable para el tratamiento pediátrico (Wang, 2010).

Una relación $PaO_2/FiO_2 >150-170$ parece un objetivo razonable, toda vez que los ensayos clínicos en los que se han utilizado niveles mayores de PEEP (como maniobras escalonadas con PEEP elevada o también llamada utilizar una súper PEEP por determinado tiempo) solo han conseguido demostrar una mejoría muy marginal en la supervivencia particularmente en los pacientes más graves. Cualquier incremento subsecuente de PEEP resultará en un efecto meramente “cosmético” y someterá al paciente a una depresión hemodinámica innecesaria (Medina, A 2013)

En pediatría, muchas veces, es complicado realizar gases arteriales que permitan valorar el P/F, para ello es útil la utilización del cociente saturación transcutánea de oxígeno/fracción inspirada de oxígeno (S/F) y el índice de oxigenación basado en la pulsoximetría (OSI) para el diagnóstico inicial y el seguimiento posterior. En relación con esto el PALICC recomienda que los objetivos de oxigenación con PEEP > 10 deberían estar en el rango de saturación de oxígeno por pulsoximetría (SpO₂) de 88-92%, considerando este como hipoxemia permisiva (Rivero, N 2016). Sin embargo, esto no debe ser aceptado de forma absoluta a no ser que se disponga de una

gasometría que confirme a existencia de hipercapnia y/o acidosis, ya que en estos casos la curva de disociación de la hemoglobina se encontrará desplazada hacia la derecha y se tendrá un menor riesgo de someter innecesariamente al paciente a una situación de hipoxia. Este aspecto es particularmente importante en niños menores de 6 meses con persistencia de hemoglobina fetal, que, al tener mayor afinidad por el oxígeno hace que con niveles bajos de SpO₂ pueda existir una situación de hipoxia crítica. (Medina, A 2018)

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

La insuflación mantenida se produce mediante la aplicación de una presión positiva continua alta (40 cmH₂O) durante un breve periodo de tiempo (40 segundos). Esta MR es la que se utiliza en el ensayo de Meade aunque no ha demostrado mejoría de la oxigenación a largo plazo. Aun así la insuflación a este nivel de presión y la espiración subsiguiente equivalen a la capacidad vital medida durante un esfuerzo inspiratorio espontáneo. Cuando la presión de insuflación se mantiene en 30 cmh₂o se reducen en un 50% las atelectasias y colapsos (Belda, J 2009)

Los incrementos de la PEEP utilizan aumentos graduales en la P_{plat} 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. Los incrementos de la PEEP en comparación con la insuflación mantenida suponen menos postcarga del ventrículo derecho, menor afectación hemodinámica y son mejor toleradas. (Villanueva a 2018)

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, hay que tener en cuenta que no hay un nivel de PEEP igual para todos los pacientes, la monitorización y respuesta que tenga el paciente mostrara cual es el nivel máximo de PEEP que se debe utilizar, evidenciándose también en el nivel de presión que se mantiene posterior a la maniobra de reclutamiento.

Capítulo 3. Marco metodológico

3.1 Tipo de estudio

Este es un tipo de estudio descriptivo que recolecta la información de manera sistemática, recopilando artículos científicos (estudios piloto, ensayo clínico controlados y/o aleatorizados, ensayos sistemáticos y publicaciones en revistas indexadas) de todos los idiomas, los cuales hablen de la aplicación de un protocolo de reclutamiento alveolar en pacientes pediátricos ventilados.

3.2 Tipo de población

Población pediátrica bajo ventilación mecánica en unidad de cuidado intensivo, comprendiendo que los pacientes en esta condición tienen establecido un diagnóstico de alteración pulmonar y probablemente otros que indican reposo prolongado en cama con pocos cambios de posición, necesidad de soporte ventilatorio invasivo, sedo-analgesia, disminución en el manejo de secreciones por lo que se genera obstrucción por moco, lo que aumenta el riesgo de sufrir atelectasias estando indicada la aplicación de maniobras de reclutamiento alveolar por hipoxemia y necesidad de re-expandir alveolos colapsados. Se tomaran en cuenta pacientes pediátricos comprendidos según la clasificación de la OMS a partir de 1 mes hasta los 5 años abarcando los grupos de lactantes y niño pre-escolar.

3.3 Tipos de intervención

Protocolos de reclutamiento alveolar aplicados en población pediátrica bajo ventilación mecánica que describa una metodología clara del procedimiento donde se identifiquen parámetros a modificar, tiempo de aplicación y resultados encontrados.

3.4 Diseño de estudio

Se llevó un acabo una revisión documental de literatura científica de calidad, determinada por ensayos clínicos, revisiones documentales, revisiones sistemáticas o meta análisis que vincularan o especificara protocolos de reclutamiento alveolar en población pediátrica expuesta a ventilación mecánica invasiva.

3.5 Pregunta de investigación

¿Cuáles son los efectos de las maniobras de reclutamiento alveolar sobre el nivel de oxigenación en paciente pediátrico bajo ventilación mecánica, según la evidencia científica existente?

3.6 Estrategias de búsqueda

Se realizó una búsqueda a nivel mundial 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, pediátrico, patologías reclutables.
Conectores Booleanos: AND, OR.

Los descriptores en ciencias de la salud (DeCS), utilizados fueron: reclutamiento pulmonar.

3.7 Criterios de inclusión

Se tomaron en cuenta todos los artículos científicos publicados, que incluyan la descripción de protocolos y resultados frente a la aplicación de maniobras de reclutamiento alveolar en población pediátrica bajo ventilación mecánica invasiva con diferentes diagnósticos. Se tomó en cuenta pacientes clasificados como pediátricos por edad según la clasificación de la OMS a partir de 1 mes hasta los 5 años abarcando los grupos de lactantes y niño pre-escolar, y se dividieron en subgrupos por diagnóstico médico, tiempo bajo ventilación mecánica y protocolo utilizado.

3.8 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.

3.9 Tipos de comparadores

Se tomaron como comparadores protocolos que realizaran la comparación del protocolo de maniobras de reclutamiento con posicionamiento en prono, maniobra escalonada e insuflación sostenida, CPAP, PEEP incremental, suspiros, posicionamiento en prono, estrategia de reclutamiento máximo y reclutamiento prolongado.

3.10 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.

3.11 Tipos de medida de resultado

Resultados primarios:

Se tuvo en cuenta el tiempo de aplicación del protocolo teniendo en cuenta las variables (tiempo de aplicación y modificación de parámetros) y el aumento en los niveles de SatO₂, PaO₂, PAO₂ y PaO₂/FiO₂.

Resultados secundarios:

Se contemplan variables como el acople ventilatorio, tiempo bajo sedación, disminución de días en VM, etc.

3.12 Identificación de los estudios y extracción de datos:

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 una base de datos de lectura de títulos y Abstract 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. Se les facilitará los resúmenes textuales de los estudios pertinentes, donde se establezcan las características de los estudios, la metodología, intervenciones y resultados de cada uno de ellos.

3.13 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.

3.14 Análisis por subgrupos

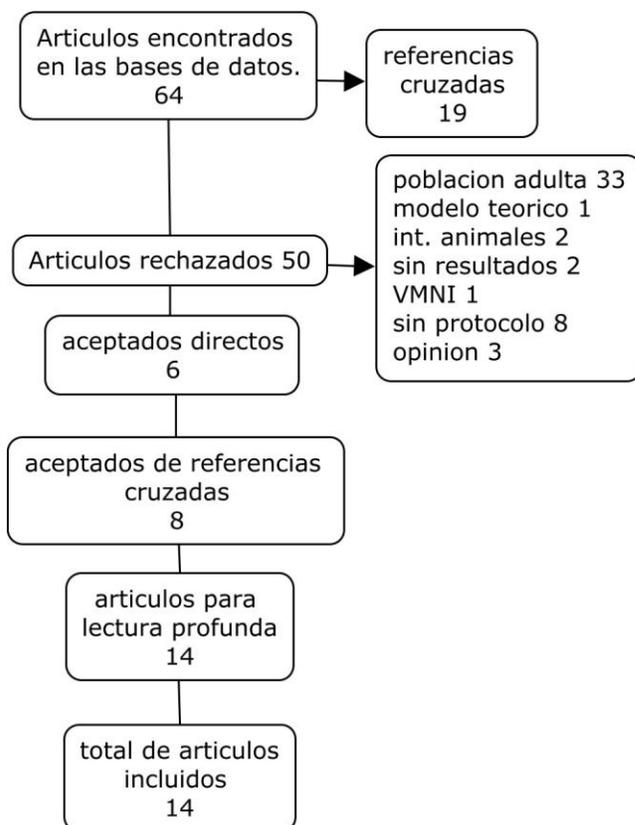
El análisis por subgrupos se tomó como herramienta para la identificación de los efectos de una intervención o aplicación de un protocolo de reclutamiento alveolar en grupos diferenciales, determinando la significancia de realizar esta intervención en una patología específica teniendo en cuenta las patologías reclutables siendo todas aquellas que disminuyen la compliance pulmonar, volúmenes y capacidades, además de tener una clara alteración en el componente de oxigenación por ejemplo (lesión pulmonar aguda, SDRA, atelectasias o colapso pulmonar, enfermedad pulmonar de tipo restrictivo extrínseco, entre otras)

Capítulo 4. Análisis de resultados

4.1 Características de los artículos seleccionados

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

Grafica 1. Diagrama de flujo de selección de estudios.



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

Tabla 1. Tabla de artículos excluidos.

AUTOR	AÑO	REVISTA	CAUSA DE EXCLUSION
j.e. san román, s.e. giannasi, r. ávila, f. saldarini, m. perman, m. butera y a. gallesio	2003	critical care	población adulta mayores de 18 años
mariano setten, gustavo adrián plotnikow, matías accoce	2016	bras terapia intensiva.	no realiza comparacion con maniobras de reclutamiento alveolar
cavalcanti ab, berwanger o, suzumura éa, amato mb et al	2012	the art investigators trials	poblacion de intervencion adultos
michel badet md, fre ´de ´rique bayle md, jean-christophe richard md phd, and claude gue ´rin md phd	2009	respiratory care	pacientes adultos mayores de 18 años
carmen silvia valente barbas, gustavo faissol janot matos, marcelo britto passos amato, and carlos roberto ribeiro carvalho	2012	critical care research and practice	guia de practica clinica
sulagna bhattacharjee , kapil d. soni and souvik maitra	2018	journal of intensive care	poblacion adulta
rodrigo a. cornejo, juan c. díaz, eduardo a. tobar, alejandro r. bruhn, cristobal a. ramos, roberto a. gonzález, claudia a. repetto, carlos m. romero, luis r. gálvez, osvaldo llanos, daniel h. arellano, wilson r. neira, gonzalo a. díaz, aníbal j. zamorano ¹ , and gonzalo l. pereira.	2013	american journal of respiratory and critical care medici	poblacion adulta

Efectos de las maniobras de reclutamiento alveolar sobre el nivel de oxigenación en pacientes pediátricos bajo ventilación mecánica invasiva. Revisión documental - Marzo 2019

<p>paula patelli juliani remístico , sebastião araújo , luciana castilho de figueiredo , esperidião elias aquim , larissa mottim gomes , morgana lima sombrio , sabrina donatti ferreira ambiel</p>	<p>2011</p>	<p>revista brasileira de anestesiologia</p>	<p>poblacion adulta</p>
<p>osvado perasso dr.lulián capurro dr.rodolfo sanz dr.luciano gómez</p>	<p>2006</p>	<p>revista argentina de anestesiologia</p>	<p>poblacion adulta</p>
<p>joan c darbee patricia j ohtake brydon jb grant frank j cerny</p>	<p>2004</p>	<p>physical therapy hournal</p>	<p>poblacion adulta</p>
<p>m.i. monge garcía *, a. gil cano, m. gracia romero y j.c. díaz monrové</p>	<p>2012</p>	<p>critical care</p>	<p>poblacion adulta</p>
<p>gilles rival, cyrille patry , nathalie floret , jean christophe navellou , evelyne belle and gilles capellier</p>	<p>2011</p>	<p>critical care</p>	<p>poblacion adulta</p>
<p>dean r hess phd rrt faarc</p>	<p>2015</p>	<p>respiratory care</p>	<p>no describe posblacion de intervencion, se deduce por protocolo aplicaciona poblacion adulta</p>
<p>f. suárez sipmann</p>	<p>2009</p>	<p>medicina intensiva</p>	<p>no describe protocolo ni poblacion</p>
<p>m.c. pintado* y r. de pablo</p>	<p>2014</p>	<p>medicina intensiva</p>	<p>no describe maniobras</p>
<p>alejandro donoso* , daniela arriagada, dina contreras, daniela ulloa y megan neumann</p>	<p>2016</p>	<p>boletin médico del hospital infantil de México</p>	<p>no describe maniobras</p>
<p>jean-michel constantin,corresponding author, thomas godet, matthieu jabaudon,jean-etienne bazin, and emmanuel futier.</p>	<p>2017</p>	<p>annals of translational medicine</p>	<p>indicaciones para paciente adulto</p>
<p>dr. andrés e. castillo m.</p>	<p>2017</p>	<p>neumologia pediatrica</p>	<p>no describe mra</p>
<p>claude guerin* , sophie debord, véronique leray, bertrand delannoy, Frédérique bayle, gael bourdin and jean-christophe richard</p>	<p>2011</p>	<p>annals of translational medicine</p>	<p>describe maniobras utilizadas en adultos</p>
<p>eddy fan , m. elizabeth wilcox , roy g. brower , thomas e. stewart , sangeeta mehta , stephen e. lapinsky , maureen o. meade y niall d. ferguson</p>	<p>2008</p>	<p>american journal of respiratory and critical care medicine</p>	<p>poblacion adulta</p>

Efectos de las maniobras de reclutamiento alveolar sobre el nivel de oxigenación en pacientes pediátricos bajo ventilación mecánica invasiva. Revisión documental - Marzo 2019

franco valenza	2010	critical care	no describe protocolo ni presenta resultados, no maneja población objeto.
hodgson cl 1 , tuxen dv , davies ar , bailey mj , higgins am , holland ae , keating jl , pilcher dv , westbrook aj , cooper dj , nichol ad .	2011	critical care	poblacion mayor de 16 años
valente barbas cs	2003	medicina de terapia intensiva	poblacion adulta
bian w 1 , chen w 1 , chao y 2 , wang l 3 , li l 2 , guan j 2 , zhen j 1 .	2015	international journal of clinical and experimental medicine.	experimento en animales
jean-michel constantin*1, emmanuel futier1, anne-laure cherprenet1, g�erald chanques2, renaud guerin1, sophie cayot-constantin1, mathieu jabaudon1, sebastien perbet1, christian chartier1, boris jung2, dominique guelon3, samir jaber2 and jean-etienne bazin1	2010	critical care	poblacion adulta
john b. downs, m.d. e. f. klein, jr., m.d. jerome h. modell, m.d.	1973	anesthesia and analgesia	poblacion adulta
dueck r	2006	curriculo de opinion de anestesiologia	art�culo de opinion
schreiter d 1 , reske a , stichert b , seiwerts m , bohm sh , kloepfel r , josten c .	2004	medicina de terapia intensiva	poblacion adulta
medoff bd 1 , harris rs , kesselman h , venegas j , amato mb , hess d .	2000	medicina de terapia intensiva	poblacion adulta
tugrul s 1 , akinci o , ozcan pe , ince s , esen f , telci l , akpir k , cakar n .	2003	medicina de terapia intensiva	poblacion adulta
constantin, j, emmanuel futier, anne-laure cherprenet, g�erald chanques, renaud guerin, sophie cayot-constantin, mathieu jabaudon, sebastien perbet, christian chartier, boris jung, dominique guelon, samir jaber and jean-etienne bazin	2010	critical care	poblacion adulta

Efectos de las maniobras de reclutamiento alveolar sobre el nivel de oxigenación en pacientes pediátricos bajo ventilación mecánica invasiva. Revisión documental - Marzo 2019

marini, j	2008	critical care	comentario
hartland bl , newell tj , damico n .	2015	respiratory care	Poblacion adulta de 16 años o más por las diferencias anatómicas con neonatos y pediátricos.
jesús villar; robert m. kacmarek; lina perez-mendez; armando aguirre-jaime	2006	medicina de terapia intensiva	criterios de exclusion paciente menores de 15 años
meade mo 1 , cook dj , guyatt gh , slusky 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	2008	caring for the critically ill patient	poblacion adulta
constantin jm, grasso s , chanques g , aufort s , futier e , sebbane m , jung b , gallix b , bazin je , roubly jj , jaber s .	2010	medicina de terapia intensiva	croterios de exclusion paciente menores a 18 años.
oczenski w 1 , schwarz s , fitzgerald rd .	2004	anesthesiol intensivmed notfallmed schmerzther.	no describe protocolo ni poblacion.
rocco pr 1 , pelosi p , de abreu mg .	2010	revision de expertos de medicina respiratoria	poblacion adulta
di marco f 1 , devaquet j , lyazidi a , galia f , da costa np , fumagalli r , brochard l .	2010	medicina de terapia intensiva	no todos los pacinetes estan bajo ventilacion invasiva. no se describe poblacion
gattinoni l, caironi p, cressoni m, chiumello d, ranieri vm, quintel m, et al.	2006	the new england journal of medicine	criterio de exclusion pacinetes menores de 16 años
brower rg, morris a, macintyre n, matthay ma, hayden d, thompson , et al.	2003	medicina de cuidados intensivos	no describe poblacion intervencion
girgis k, hamed h, khater y, kacmarek rm.	2006	respiratory care	criterios de exclusion pacinetes menores de 18 años
bugedo g, bruhn a, hernández g, rojas g, varela c, tapia jc.	2003	medicina de cuidados intensivos	poblacion adulta
pelosi, p, abreu, m, and rocco, p.	2010	critical care	no presenta resultados, comentario.
lim cm 1 , jung h , koh y , lee js , shim ts , lee sd , kim ws , kim ds , kim wd .	2003	medicina de cuidados intensivos	poblacion adulta

albert sp 1 , dirocco j , allen gb , bates jh , lafollette r , kubiak bd , fischer j , maroney s , nieman gf .	2009	revista de fisiología aplicada	experimento en animales
bates jh1, irvin cg.	2002	revista de fisiología aplicada	modelo teorico
grasso; s, mascia; l, turco; m, malacarne; p, giunta; f, brochard; l, slutsky; a, ranieri; m.	2002	anesthesiology. the journal of the american society of anesthesiologists.	pacientes mayores de 18 años

Autoría propia de la investigadora.

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

De los 14 artículos aceptados donde realizaban intervención en población pediátrica, 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 continuación se presenta el análisis segmentado de las estrategias encontradas para ejecutar las maniobras de reclutamiento alveolar:

4.2.1 Estrategia de PEEP incremental

Donoso y cols. utilizaron 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 ente 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. Medina y cols. encontraron como 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. 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.

Boriosi y cols. evaluaron la herramienta de pulmón abierto en pacientes pediátricos con lesión pulmonar aguda. En el que participaron 21 pacientes pediátricos ventilados a los cuales utilizaron una estrategia de ventilación de protección pulmonar para limitar las presiones máximas a <35 cm H₂O y el volumen tidal a 6–8 mL / kg de peso corporal ideal. La PEEP se ajustó para mantener una saturación de oxígeno de 88 a 93%. El RM 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 el C_{dyn} más alto. La PEEP se fijó a 8 cm de H₂O y se incrementó en 2 cm de H₂O cada 1 min hasta que una caída en C_{dyn} o la presión máxima alcanzó los 45 cm de H₂O, lo que ocurriera primero. La segunda parte de la RM consistió en una valoración decreciente de PEEP para encontrar la presión de cierre crítica. Se redujo la PEEP en 2 cm H₂O cada 1 minuto hasta que se identificó una caída en C_{dyn}. Después de finalizar la valoración decreciente de 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 RM pero cambiando a la PEEP óptima determinada durante la maniobra. La RM se interrumpió 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 PaO_2 / FiO_2 . Los resultados secundarios fueron: mejoría en la ventilación medida por $PaCO_2$, pérdida de aire, hipotensión (presión arterial sistólica <55 mm Hg en neonatos, <65 mm Hg en lactantes, <70 mm Hg en aquellos 1–4 años, <80 mm Hg en esos 5–12 años y <90 mm Hg en esos > 12 años), hipoxemia (saturación de oxígeno $<84\%$), bradicardia (frecuencia cardíaca <60 latidos / min), hipercapnia ($PaCO_2 > 80$) o arritmias.

En el estudio de Cruces y cols. Utilizaron un protocolo donde monitorizaron a los pacientes, estos fueron pre-oxigenados con 100% de FiO_2 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 manobra secuencial, aumentando la PEEP de 5 cm H₂O cada dos minutos hasta alcanzar una PEEP de 25 cmH₂O. Encontrando como resultados que después de la aplicación de la maniobra de reclutamientos la compliance dinámica aumento una mediana de 31%, y la relación PaO_2/FiO_2 aumento una mediana de 47%, mientras que el PCO_2 disminuyo una mediana de 2%.

Feico y cols. Incluyeron en su estudio pacientes con una edad gestacional de más de 37 semanas y que estuvieran dentro de las 72 horas posteriores al diagnóstico de LPA. La PEEP y la PIP se incrementaron con 2 cmH₂O cada 5 a 10 segundos hasta que SaO_2 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 SaO_2 comenzó a disminuir, lo que sugiere un abandono de los pulmones ("presión de cierre"). 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 V_t de 6 ml / kg. En $T = 0$ (antes de RM) y $T = 15$, $T = 60$ y $T = 360$ minutos después

de RM. Obteniendo como resultados a nivel sistémico los niveles plasmáticos de citoquinas aumentaron en un 35% a la concentración de base, en nivel de saturación y respuesta hemodinámica se obtuvo un reclutamiento completo en 1 de 7 pacientes y el deterioro hemodinámico durante la maniobra ocurrió en 2 de los 7 pacientes, en el análisis de gases arteriales encontraron un aumento en la PaO₂, el CO₂ disminuyó y el PH aumento levemente, no encontraron cambios significativos en relación a la pao₂/fio₂.

Kaditis y cols. estudiaron ocho niños por lo demás sanos (seis niñas y dos niños) A 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 hay 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.

4.2.2 Estrategia de reclutamiento de inspiración sostenida (SI)

Duff y cols. 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.).

Sargent y cols, estudiaron 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.

4.2.3 Estrategias con más de dos maniobras de reclutamiento.

En el estudio de Algabaa y cols. 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. 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 maniobras de RA, sino que 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.

Anup y cols. Compararon diferentes maniobras de reclutamiento como fueron (MRS) reclutamiento máximo donde programaba una presión de 15 cm H₂O por encima del PEEP, durante la fase de reclutamiento se incrementó la PEEP de 5 cm H₂O cada 2 minutos, durante la fase de titulación de PEEP se estableció en 25 cm H₂O y luego se redujo de a 5 cmH₂O cada 5 minutos. Utilizaron también la estrategia de insuflación sostenida con una presión de 40 cm H₂O aplicada durante 40 segundos, finalmente ajustando la PEEP en 5 cm H₂O. Aplicaron la maniobra de reclutamiento prolongado incrementando (PRM) la presión inspiratoria cada 2 minutos en 5cm H₂O desde 15 cm H₂O a 25 cm H₂O, por encima de una PEEP fija de 15 cm H₂O, la PEEP al final se ajustó a 5 cm H₂O o a 10 cm H₂O. Obteniendo como resultado un 100% de reclutamiento utilizando MRS, y un 80% de reclutamiento con SI o PRM ya que la MRS logra mantener el reclutamiento alveolar durante un periodo de tiempo significativo.

Wilches y cols. En su trabajo aplicaron 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.

En la revisión sistemática que desarrollo Parra y cols. Donde 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. 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 el estudio de Tusman y cols. 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 cm H₂O. 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 cm H₂O 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 cm H₂O y se mantuvo en este nivel mientras los pacientes reanudaron la ventilación espontánea durante el resto del período de estudio. 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 atelectáticos fueron significativamente más bajos que en el grupo CPAP.

4.3 Discusión y conclusiones

Los artículos que cumplieron con criterios de inclusión y exclusión plantearon diversas intervenciones y protocolos para la aplicación de una maniobra de reclutamiento alveolar, destacándose posterior al análisis la maniobra de PEEP incremental que según villanueva en el 2018 dice que los incrementos de la PEEP utilizan aumentos graduales en la P_{plat} 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. Los incrementos de la PEEP en comparación con la insuflación mantenida suponen menos postcarga del ventrículo derecho, menor afectación hemodinámica y son mejor toleradas afirmando los resultados concluidos por Donoso y cols. Mostrando una mejoría en la tolerancia hemodinámica y mejoría en el nivel de oxigenación, contradictorio con lo encontrado en el estudio de Medina y cols. 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 descrita por Duff y cols. Donde 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, concluyendo en que dicha maniobra tengan repercusión clínica positiva real, diferente a lo planteado por Sargent y cols. Los cuales encontraron una disminución significativa en la cantidad de atelectasias presentes en niños anestesiados, esta MR es la que se utiliza en el ensayo de Meade aunque no ha demostrado mejoría de la oxigenación a largo plazo.

A pesar de los posibles efectos beneficiosos a corto plazo sobre la oxigenación, la RM en niños ventilados y críticamente enfermos puede producir un aumento de las citoquinas circulantes, lo que sugiere que la RM repetida puede dar lugar a un aumento prolongado de citoquinas sistémicas, que se ha asociado con el síndrome de disfunción multiorgánica. Los ensayos controlados aleatorios para examinar los efectos de la RM 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

- Adewale L.(2009) Anatomy and assessment of the pediatric airway. *Pediatr Anesth*, 19 (suppl. 1):1-8.
- Albert,S; DiRocco, J; Allen, G; Bates, J; Lafollette, R; Kubiak, B; et al.(2009) The role of time and pressure on alveolar recruitment.*J Appl Physiol*.106:757-65.
- Algabaa; A, N.et al,(2013) Maniobras de reclutamiento alveolar en el síndrome de distrés respiratorio agudo, *Medicina intensiva*, vol.37, no.5, paginas 355-362.
- Amato MB, Barbas CS, Medeiros DM, Magaldi RB, Schettino GP, Lorenzi-Filho G, et al. Effect of a protective-ventilation strategy on mortality in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 1998;338:347-54
- Anup Das , Oana Cole , Marc Chikhani , Wenfei Wang , Tayyba Ali , Mainul Haque , Declan G Bates and Jonathan G Hardman (2015) Evaluation of lung recruitment maneuvers in acute respiratory distress syndrome using computer simulation, *Critical Care*, vol.19, no.1 , pagina 8.
- Bendixen, H.H.; Hedley-Whyte, J.; Chir, B. et al.(1963) Impaired oxygenation in surgical patients during general anesthesia with controlled ventilation. *The New England Journal of Medicine*, v.269, n.7, p.991-996.
- Boriosi JP 1 , Sapru A , Hanson JH , Asselin J , Gildengorin G , Newman V , Sabato K , Flori HR (2011) Efficacy and safety of lung recruitment in pediatric patients with acute lung injury, *Medicina padiatrica de cuidados críticos*, vol.12, no.4, paginas 431-6.
- Brismar, B.; Hedenstierna, G.; Lundquist, H. et al.(1985) Pulmonary densities during anesthesia with muscular relaxation – a proposal of atelectasis. *Anesthesiology*, v.62, n.4, p.422-428.
- Castillo, A (2017) Ventilación mecánica invasiva en el paciente pediátrico, *Neumologia pediátrica*, vol.12, no.1, paginas 15 – 22
- Constantin JM, Futier E, Cherprenet AL, Chanques G, Guerin R, Cayot-Constantin S, et al. A recruitment maneuver increases oxygenation after intubation of hypoxemic

- intensive care unit patients: a randomized controlled study. *Crit Care* 2010;14(2):R76
- 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*. Vol.48, no.11, paginas1135-43.
- 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.
- Donoso, A; Arriagada, D; Díaz, F y 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
- Douglas ME, Downs JB. (1977) Pulmonary function following severe acute respiratory failure and high levels of positive end-expiratory pressure. *Chest* 1977;71:18-23
- Downs JB, Klein EF, Modell JH.(1973) The effect of incremental PEEP on PaO₂ in patients with respiratory failure. *Anesth Analg* 1973;52:210-5.
- Duff JP, Rosychuk RJ, Joffe AR.(2007) The safety and efficacy of sustained inflations as a lung recruitment maneuver in pediatric intensive care unit patients, *medicina de cuidados intensivos*, vol.33, no.10, paginas 1778-86.
- Feico; J, et al.(2010) A single recruitment maneuver in ventilated critically ill children can translocate pulmonary cytokines into the circulation. *journal of intensive care*, vol.25, no.1, paginas 10-5.
- Gonçalves, Luciana Oliveira, y Cicarelli, Domingos Dias. (2005). Maniobra de reclutamiento alveolar en la práctica anestésica: cómo, cuándo y por qué puede ser útil. *Revista Brasileira de Anestesiologia* , 55 (6), 631-638.
- Hess D, Bigatello L (2002)Lung recruitment: the role of recruitment maneuvers. *Respir Care*.;47:308-317.
- Hess, D. (2015). Recruitment Maneuvers and PEEP Titration. *Respiratory Care*, 60(11), 1688-1704. <https://doi.org/10.4187/respcare.04409>
- 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*, vol.106, no.3, paginas 775-85

- Klingele, T; Staub, N; (1970) Alveolar shape changes with volumen in isolated, air-filled lobes of cat lung. *J Appl Physiol*, 28:411-4.
- Lachmann, B (1992) Open up the lung and keep the lung open, revista medicina de cuidado intensivo, vol.18, paginas 319-321
- Magnusson, L.; Spahn, D.R. (2003) New concepts of atelectasis during general anaesthesia. *British Journal of Anaesthesia*, v.91, n.1, p.61-72.
- Medina; A, Guerra; P, Galán; C, (2013) maniobras de reclutamiento, sociedad y fundacion española de cuidados intensivos pediátricos.
- Medina; A, Modesto; V, Reyes; S, Lopez; Y (2018) Estrategias de reclutamiento en el síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA).
- Parra; J , Iglesias; A, Rivero; Y (2015) Maniobras de reclutamiento alveolar. Revisión sistemática, *Revista Cubana de Medicina Intensiva y Emergencia*, vol.14, no.2, paginas 78-87.
- Perasso, O.; Capurro, J.; Sanz, R. et al. (2006) Maniobras de reclutamiento alveolar. *Revista argentina de anestesiología*, v.64, n.5, p.201-215.
- Ranieri VM, Rubenfeld GD, Thompson BT, Ferguson ND, Caldwell E, Fan E, et al. Acute respiratory distress syndrome: the Berlin Definition. *JAMA* 2012;307(23):2526-2533
- Richard, J; Maggiore, S; Mercat, A; (2004) Clinical review: bedside assessment of alveolar recruitment. *CritCare*; 8:1639.
- Rivera; D, Diaz; E, (2018) ¿Cómo ventilar al niño anestesiado con las máquinas de anestesia modernas?, *Revista colombiana de anestesiología*, vol. 46, paginas 63-70
- Roque; E (2013). Cuidados intensivos pediátricos: pasado, presente y futuro. *Revista chilena de pediatría*, 84(3), 249-253.
- Sargent MA, Jamieson DH, McEachern AM, et al (2002) Aumento de la presión inspiratoria para reducir la atelectasia en niños anestesiados para tomografía computarizada, *Radiología pediátrica*, vol.32, no.5, paginas 344-347.
- Tusman G 1 , Böhm SH , Tempra A , Melkun F , García E , Turchetto E , Mulder PG , Lachmann B (2003) Effects of recruitment maneuver on atelectasis in anesthetized children. *Anesthesiology*. The journal of the american society of

anesthesiologists.vol.98, no.1, paginas 14-22

Wang; Y, Lu; Z, Lu G.(2010) Clinical analysis of recruitment maneuver with low tidal volume in the treatment of 15 children with acute lung injury, revista china de pediatría, vol.48, no.7 paginas 514-519.

Wilches-Luna, Esther Cecilia, Durán-Palomino, Diana, & Muñoz-Arcos, Vilma Eugenia. (2010). Análisis de las maniobras de reclutamiento alveolar aplicadas en siete Unidades de Cuidado Intensivo. *Revista Ciencias de la Salud*, 8(3), 49-59.