



**REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA LA SALUD
SERVICIO DE ANESTESIOLOGIA Y REANIMACION SAHCM
UNIVERSIDAD DE CARABOBO
SEDE ARAGUA**



Ventajas de las maniobras de reclutamiento alveolar clásicas versus guiadas por ultrasonido pulmonar en pacientes sometidos a anestesia general para cirugía abdominal

Trabajo de investigación presentado como requisito para optar al título de médico especialista en Anestesiología y Reanimación.

ASESOR METODOLOGICO:
Dra. Navarrete Grau

ASESOR CIENTÍFICO:
Dr. Silva Miguel
Dr. Moreno Javier

AUTOR:
Chacón María.
CI. 21341412

Maracay, Marzo 2021



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
DIRECCIÓN DE ASUNTOS ESTUDIANTILES
SEDE ARAGUA



ACTA DE DISCUSIÓN
TRABAJO DE ESPECIALIZACIÓN

En atención a lo dispuesto en los Artículos 127, 128, 137, 138 y 139 del Reglamento de Estudios de Postgrado de la Universidad de Carabobo, quienes suscribimos como Jurado designado por el Consejo de Postgrado de la Facultad de Ciencias de la Salud, de acuerdo a lo previsto en el Artículo 29 literal "O" del citado Reglamento, para examinar el Trabajo de Especialización titulado:

"VENTAJAS DE LAS MANIOBRAS DE RECLUTAMIENTO ALVEOLAR CLASICAS VERSUS GUIADAS POR ULTRASONIDO PULMONAR EN PACIENTES SOMETIDOS A ANESTESIA GENERAL PARA CIRUGIA ABDOMINAL"

Presentado para optar al grado de ESPECIALISTA EN ANESTESIOLOGÍA Y REANIMACIÓN por la aspirante:

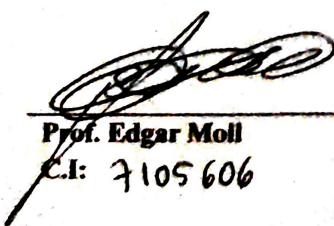
CHACON RIAÑO MARIA DE LOS ANGELES
C.I. N°: V- 21.341.412

Tutor del Trabajo de Grado: **MIGUEL ANGEL SILVA BOLIVAR, C.I.: 8726080**
JAVIER MORENO, C.I.: 18475759

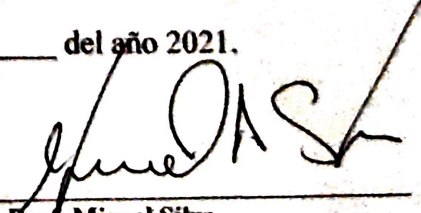
Habiendo examinado el Trabajo de Especialización presentado, decidimos que el mismo está

APROBADO

En Maracay, a los 27 días del mes de Abril del año 2021.


Prof. Edgar Moll
C.I.: 7105606


Prof. Benito Aguilera
C.I.: 9458346


Prof. Miguel Silva
C.I.: 8726080

"Democracia y Autonomía, garantía de presente y futuro Universitario"
Final Av. Leonardo Ruiz Pineda - La Morita - Edo. Aragua
Telf. 0241-6004000 - 6005000 ext. 404140



Maniobras de reclutamiento alveolar clásicas versus guiadas por ultrasonido pulmonar en pacientes sometidos a anestesia general para cirugía abdominal.

Autor: Chacón Riaño, M. A.

Asesor Metodológico: Navarrete Grau, L. M.

Tutor Científico: Silva Bolívar, M.

Moreno Sánchez, J. E.

RESUMEN

INTRODUCCION: La anestesia general (AG) produce alteraciones de la fisiología pulmonar que pueden traducirse en complicaciones perioperatorias en un 2 a 20% de los pacientes. En estudios realizados con imágenes se ha confirmado que entre 5 y 10 min después de la inducción anestésica, hasta un 90% de los pacientes presentan atelectasias en las zonas pulmonares más dependientes. En este contexto aparece la ecografía pulmonar (LUS) como una herramienta de diagnóstico precisa, portátil, dinámica, no invasiva y libre de irradiación; con una sensibilidad y especificidad para detectar atelectasia de un 93% y 100%, respectivamente; así como para guiar y monitorear las maniobras de reclutamiento alveolar (MRA). **OBJETIVO:** Evaluar las ventajas de las maniobras de reclutamiento alveolar clásicas versus guiadas por ultrasonido pulmonar en pacientes sometidos a anestesia general para cirugía abdominal. **MATERIALES Y METODOS:** Investigación clínica, analítica, de diseño experimental, de corte longitudinal, prospectivo, unicéntrico y doble ciego; realizado en el Servicio Autónomo de Anestesiología del Hospital Central de Maracay (SAHCM). Se procedió a seleccionar a los pacientes, para luego ser llevados a quirófano en donde se realizó la intervención quirúrgica. Luego de realizar el diagnóstico de atelectasia por ultrasonido (US), se procedió a dividir la muestra en 2 grandes grupos: grupo C (Control) conformado por 20 pacientes a quienes se le realizó las MRA de forma clásica y el grupo US (Ultrasonido) con 18 pacientes aquellos a quienes las MRA fueron guiadas por US. **RESULTADO:** Hubo diferencias significativas según la prueba *t* de Student o la prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney, para el compliance final ($p=0,004$), la presión inspiratoria de apertura ($p<0,001$), la presión meseta ($p=0,049$), la PEEP máxima ($p<0,001$) siendo mayor en el grupo Control, mientras que para las variables presión inspiratoria de cierre, saturación de oxígeno post reclutamiento y saturación de oxígeno final, la media aritmética fue mayor en el grupo Eco. **CONCLUSION:** En vista de los beneficios y ventajas de la Ultrasonografía Pulmonar se recomienda la realización de las Maniobras de Reclutamiento Alveolar (MRA) guiadas por ecografía.

PALABRAS CLAVE: anestesia general, atelectasia, ultrasonido, reclutamiento alveolar, PEEP, compliance, hiperinsuflación.

Classic versus pulmonary ultrasound-guided alveolar recruitment maneuvers in patients undergoing general anesthesia for abdominal surgery.

Author: Chacón Riaño, M. A.

Methodological Advisor: Navarrete Grau, L. M.

Scientific Tutor: Silva Bolívar, M.

Moreno Sánchez, J. E.

ABSTRACT

INTRODUCTION: General anesthesia (GA) produces alterations in lung physiology that can lead to perioperative complications in 2 to 20% of patients. Imaging studies have confirmed that between 5 and 10 min after anesthetic induction, up to 90% of patients have atelectasis in the most dependent lung areas. In this context, pulmonary ultrasound (LUS) appears as a precise, portable, dynamic, non-invasive and irradiation-free diagnostic tool; with a sensitivity and specificity to detect atelectasis of 93% and 100%, respectively; as well as to guide and monitor alveolar recruitment maneuvers (ARM).

OBJECTIVE: To evaluate the advantages of classical versus pulmonary ultrasound-guided alveolar recruitment maneuvers in patients undergoing general anesthesia for abdominal surgery.

MATERIALS AND METHODS: Clinical, analytical, experimental design, longitudinal, prospective, single-center and double-blind research; carried out in the Autonomous Service of Anesthesiology of the Central Hospital of Maracay (SAHCM). The patients were selected, and then they were taken to the operating room where the surgical intervention was performed. After making the diagnosis of atelectasis by ultrasound (US), the sample was divided into 2 large groups: group C (Control) made up of 20 patients who underwent MRA in the classic way and the US group (Ultrasound) with 18 patients those for whom the MRA were guided by US. **RESULT:** There were significant differences according to the Student's t test or the Wilcoxon-Mann-Whitney test, for final compliance ($p = 0.004$), inspiratory opening pressure ($p < 0.001$), plateau pressure ($p = 0.049$), Maximum PEEP ($p < 0.001$) being higher in the Control group, while for the variables inspiratory closing pressure, post-recruitment oxygen saturation and final oxygen saturation, the arithmetic mean was higher in the Eco group. **CONCLUSION:** In view of the benefits and advantages of Pulmonary Ultrasonography, it is recommended to perform the Alveolar Recruitment Maneuvers (MRA) guided by ultrasound.

KEY WORDS: general anesthesia, atelectasis, ultrasound, alveolar recruitment, PEEP, compliance, hyperinflation.

INTRODUCCION

Las alteraciones en el intercambio gaseoso son una complicación frecuente durante la anestesia general (AG) y la ventilación mecánica (VM). La AG produce alteraciones de la fisiología pulmonar que pueden traducirse en complicaciones perioperatorias en un 2 a 20% de los pacientes, dependiendo de sus condiciones basales y del tipo de cirugía realizada. La atelectasia es la pérdida de volumen de gas dentro del pulmón, con una reducción de la capacidad residual funcional (CRF); siendo esta la complicación pulmonar más frecuente y la principal causa de hipoxemia intraoperatoria.¹⁻³

Martínez G. et al. publicaron un trabajo en el año 2008 en la Revista Española de Anestesiología, donde realizan una revisión bibliográfica dando especial relevancia a los ensayos clínicos aleatorizados, revisiones sistemáticas, estudios observacionales, y guías de consenso clínicas publicadas sobre atelectasias, quienes concluyeron que casi todos los pacientes sometidos a una AG van a desarrollar atelectasias, siendo esta la causa más frecuente de hipoxemia intra y postoperatoria en pacientes sin patología pulmonar previa. La hipoxemia postoperatoria es un evento muy frecuente que afecta entre el 30 y el 50% de los pacientes aun después de una cirugía sin complicaciones. Hasta el 40% de las hipoxemias postoperatorias pueden llegar a complicarse dependiendo del tipo de cirugía, la edad del paciente y su peso.²

En estudios realizados con imágenes se ha confirmado que entre 5 y 10 min después de la inducción anestésica, hasta un 90% de los pacientes presentan atelectasias en las zonas pulmonares más dependientes. Generalmente la masa pulmonar colapsada, es poco relevante, ya que desaparecen en su gran mayoría tras las primeras 24 h de postoperatorio, pero en determinadas circunstancias, estas atelectasias permanecen durante días después de la cirugía.⁴

García J. et al. en un artículo publicado en la revista de la Sociedad Española de Anestesiología, Reanimación y Terapéutica del Dolor en el 2017 demuestra que en ocasiones puede que esta masa colapsada sea baja, menor del 3-4%, pero en poblaciones especialmente

sensibles al colapso, como son los neonatos, niños menores de 3 años, pacientes obesos, mujeres embarazadas en el último trimestre, pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA), estos porcentajes pueden llegar a ser superiores al 25% de la masa pulmonar total cuando pierden su ventilación espontánea y se les conecta a la ventilación mecánica pudiendo conducir a complicaciones pulmonares perioperatorias y postoperatorias graves como insuficiencia respiratoria y neumonía.⁵

El origen de las atelectasias es multifactorial. Podemos distinguir tres mecanismos como los principales contribuyentes en la formación de las mismas: por compresión, por absorción y por disminución del surfactante. Otros factores clínicos como el tipo de anestesia, la duración, la posición quirúrgica, la obesidad, la edad, el hábito corporal o las enfermedades pulmonares previas pueden de alguna forma influir en la aparición y/o la perpetuación del colapso pulmonar.^{2,6} Se considera que la absorción del gas atrapado y la compresión son los dos mecanismos fundamentales de producción de atelectasias durante el período perioperatorio.²

En un trabajo publicado por Hedenstierna G. en el año 2003 demuestra que el rápido colapso de los alvéolos durante la inducción explica la mayor parte del deterioro de la oxigenación que tiene lugar durante la anestesia. Las atelectasias también pueden contribuir a la infección pulmonar en el postoperatorio. Los mecanismos causales parecen ser la pérdida del tono de los músculos respiratorios y la reabsorción de gas. Al evitar fracciones inspiratorias de oxígeno elevadas, tanto la inducción como durante el mantenimiento de la anestesia se previene o reduce la formación de atelectasias, en tanto que las maniobras intermitentes de reclutamiento mejoran la oxigenación alveolar.⁶

La atelectasia inducida por la anestesia ha sido bien descrita por diferentes estudios de imagen. Tradicionalmente el abordaje diagnóstico del tórax en el paciente se ha basado en la radiografía simple anteroposterior que es esencial en la evaluación pero que presenta grandes limitaciones en la precisión diagnóstica de la enfermedad pleuropulmonar. La Tomografía Axial Computarizada (TAC) puede proporcionar la información más precisa de todo el pulmón y se considera el "estándar de oro". Pero en la mayoría de los entornos, no

puede estar disponible al lado de la cama y es necesario transferir a los pacientes críticos a la sala de TAC, y eso puede ser potencialmente peligroso, además de la necesidad de las dosis de radiación. En este contexto aparece la ecografía pulmonar (LUS) que se ha ido desarrollando progresivamente tanto en sus aspectos conceptuales como de aplicación práctica a la cabecera de los pacientes. Es una herramienta de diagnóstico precisa, portátil, dinámica, no invasiva y libre de irradiación. La sensibilidad y especificidad de LUS para detectar atelectasia es del 93% y 100%, respectivamente.⁷⁻¹⁰

Hasta hace pocos años se afirmaba que la exploración ecográfica del pulmón no era posible, basándose en argumentos sólidos tales como el hecho de que el pulmón es un órgano cuyo contenido principal es aire, que además está rodeado por un armazón de huesos representado por la caja torácica, y ambos son barreras acústicas. Sin embargo, en la actualidad se puede afirmar que la ecografía pulmonar, o ultrasonido pulmonar como aparece en la literatura anglosajona, es una técnica que no sólo ha modificado la forma de interpretar el ultrasonido, sino que ha revolucionado la forma de hacer medicina, impactando en diversas especialidades médicas y quirúrgicas en las que ha transformando el abordaje diagnóstico y terapéutico de los pacientes.¹¹

Teniendo en cuenta que el ultrasonido tiene características favorables para evaluar las atelectasias debido a su alta especificidad y sensibilidad para detectar el colapso pulmonar junto con su no invasividad, disponibilidad y uso simple al lado de la cama; fueron descritas de manera sistemática el orden de cómo debe explorarse ecográficamente el pulmón y cuáles deben ser las imágenes a evaluarse.¹²

En una revisión bibliográfica realizada por Hirschhaut E. et al, titulado "Ecografía Pulmonar: ciencia o ficción" describieron las aplicaciones del Ultrasonido Pulmonar, conceptos básicos en torno a la relación aire-líquido del pulmón, así como los aspectos técnicos y la imagen ecográfica, a través de 18 signos y los 5 patrones de la ecografía pulmonar a saber: Patrón de Pulmón Aireado o Seco, Patrón Intersticial, Patrón de Derrame Pleural, Consolidación y Neumotórax.¹³

Con el objetivo de evaluar a través de ecografía la presencia de atelectasias en el pulmón de pacientes sanos sometidos a Anestesia General y VM se toman en consideración lo descrito Según I.-K. Song et al, en su trabajo Effects of an alveolar recruitment manoeuvre guided by lung ultrasound on anaesthesia induced atelectasis in infants: a randomized, controlled trial escanean cada área utilizando una vista bidimensional con la sonda colocada paralela a las costillas, evaluando y realizando un score con los siguientes signos: consolidación yuxtapleural; el signo de "deslizamiento" del pulmón; Líneas A; Líneas B; y broncogramas aéreos. El grado de consolidación yuxtapleural se dividió en cuatro grados y se puntuó entre 0 y 3: (0) sin consolidación; (1) consolidación yuxtapleural mínima; (2) consolidación de pequeño tamaño; y (3) consolidación de gran tamaño. El grado de líneas B se dividió en cuatro grados y se calificó entre 0 y 3: (0) menos de tres líneas B aisladas; (1) múltiples líneas B bien definidas; (2) múltiples líneas B coalescentes; y (3) pulmón blanco.¹⁴

Definiendo atelectasia inducida por anestesia como significativa si alguna región tenía un puntaje de líneas B o consolidación de ≥ 2 .¹⁴

A fin de evitar atelectasia, aplicando presión positiva al final de la espiración (PEEP) o una Maniobra de Reclutamiento Alveolar (MRA) ha demostrado efectos beneficiosos. Las MRA son estrategias de ventilación que elevan las presiones de las vías respiratorias durante unas pocas respiraciones para reairear el alveolo colapsado. Tales maniobras son seguras y fáciles de realizar con VM. Sin embargo, los posibles efectos secundarios hemodinámicos de las altas presiones intratorácicas requieren una estrecha monitorización hemodinámica y que tales maniobras se realicen solo en pacientes normovolémicos.¹⁵

El éxito de una estrategia de ventilación de este tipo depende fundamentalmente de la selección correcta de las presiones de apertura y cierre. De lo contrario, los pacientes pueden someterse a presiones altas o inadecuadas en las vías respiratorias bajas. Por lo tanto, idealmente, la selección de MRA y PEEP debe ser individualizada y esto solo se puede hacer guiada por herramientas de monitoreo específicas, ya que las presiones de apertura y cierre del pulmón varían entre los pacientes con diferentes afecciones pulmonares. La ecografía permite personalizar la implementación de una estrategia de reclutamiento alveolar segura, ya que evita presiones inspiratorias más altas de lo necesario para abrir el pulmón y se puede

identificar el nivel más bajo de PEEP necesario para mantener los pulmones libres de colapso.¹⁵

Tusman G. et al. en la revista *Critical Ultrasound Journal* publican el artículo “Ultrasonography for the assessment of lung recruitment maneuvers”; en el cual resaltan que el Ultrasonido Pulmonar también es útil para evaluar los efectos de las estrategias de ventilación en atelectasia como PEEP o maniobras de reclutamiento. Dicha evaluación se basa en el grado de aireación pulmonar observado en las imágenes de ultrasonido.⁸

La administración de anestesia general, el uso de relajantes musculares, la obesidad, el embarazo, el control inadecuado del dolor y los procedimientos torácicos o cardiopulmonares aumentan el riesgo de desarrollar atelectasia en el período perioperatorio. La incidencia de atelectasia en pacientes sometidos a anestesia general es del 90%. Los estudios han demostrado que hasta el 15 al 20% del pulmón en su base se colapsa durante la anestesia sin complicaciones antes de cualquier intervención quirúrgica. La atelectasia se observa con anestesia general, independientemente de si se usa o no parálisis muscular. Como resultado del desarrollo de la atelectasia, existe la posibilidad de que se experimente algunas complicaciones tales como: neumonía, bronquiectasias, insuficiencia respiratoria aguda postoperatoria, derrame pleural, empiema, septicemia y edema pulmonar. Por lo antes expuesto la presente investigación desea dar a conocer que es imprescindible la detección y manejo precoz de las atelectasias y de este modo reducir la morbimortalidad postoperatoria por esta causa.¹⁶

La idoneidad de la función pulmonar intraoperatoria se evalúa mediante el control de parámetros vitales, parámetros ventilatorios, la espirometría y, a veces, la radiografía con resultados variables. La espirometría y la radiografía han sido reconocidas con baja precisión y limitaciones. En la última década, la ecografía se ha convertido en una nueva y prometedora ayuda de monitoreo para mejorar las habilidades diagnósticas y de intervención de los anesthesiólogos, y avanzar un paso en el manejo dinámico de pacientes críticos y de alto riesgo. El objetivo de este trabajo es dar a conocer el papel que la LUS tiene para el anesthesiólogo y las grandes ventajas que este puede ofrecer al manejo perioperatorio.

El aumento de la presión transpulmonar como producto de la MRA se acompaña en ocasiones de efectos adversos, los más frecuentemente descritos son hipotensión e hiperinsuflación alveolar. En los estudios que han incluido monitorización hemodinámica invasiva más completa, se describe disminución del gasto cardíaco, del volumen sistólico y de la precarga, junto con aumento de la frecuencia cardíaca. Otras complicaciones son el barotrauma, arritmias, hipoventilación y acidosis, e incluso se ha considerado que pueda producirse translocación bacteriana desde el interior del alvéolo. Por tal motivo este trabajo centra sus estudios en demostrar que la realización de las MRA guiado por LUS disminuye considerablemente las complicaciones inherentes a este procedimiento en vista que se puede evidenciar en tiempo real y con exactitud las presiones pulmonares de apertura y cierre alveolar necesarias.¹⁷

En vista de lo anterior expuesto y según lo expresado en el 2012 en el documento “Recomendaciones de la Ecografía Pulmonar en el Punto de Atención” el siguiente estudio plantea la posibilidad del usar la ecografía pulmonar para la detección de atelectasias y posterior evaluación de las maniobras de reclutamiento alveolar en vista de que esta técnica se impone como complemento superior a la radiografía de tórax y resulta equiparable a la tomografía en la mayor parte de patología pleuropulmonares.¹⁸

Los objetivos de siguiente trabajo son evaluar las ventajas de las maniobras de reclutamiento alveolar clásicas versus guiadas por ultrasonido pulmonar en pacientes sometidos a anestesia general para cirugía abdominal. Obtener las características demográficas de los pacientes sometidos a cirugía abdominal. Identificar signos ecográficos pulmonares de atelectasia para iniciar maniobras de reclutamiento alveolar. Realizar maniobras de reclutamiento alveolar guiado por ecografía y clásicas para obtener el PEEP ideal. Describir el estado hemodinámico durante las maniobras de reclutamiento alveolar guiadas por ultrasonido pulmonar. Detectar las complicaciones de las maniobras de reclutamiento alveolar guiadas por ultrasonido pulmonar.

METODOLOGÍA

Se realizó una investigación clínica, analítica, de diseño experimental, de corte longitudinal, prospectivo, unicéntrico y doble ciego en el que se evaluaron las ventajas de las maniobras de reclutamiento alveolar clásicas versus guiadas por ultrasonido pulmonar en pacientes sometidos a anestesia general para cirugía abdominal.

El estudio fue realizado en el Servicio Autónomo de anestesiología del Hospital Central de Maracay (SAHCM), estado Aragua, Venezuela; en pacientes que ameritaron anestesia general con intubación orotraqueal para cirugía abdominal durante el periodo comprendido Marzo-febrero 2021. El protocolo de estudio fue aprobado por el Comité de bioética del Servicio Autónomo Hospital Central de Maracay (SAHCM). Se obtuvieron los consentimientos por escrito para el estudio de todos los pacientes.

El universo fue conformado por todos los pacientes que acudieron al Servicio Autónomo Hospital Central de Maracay (SAHCM). La población estuvo representada por todos aquellos pacientes que fueron ingresados para resolución quirúrgica de cirugía abdominal, bajo anestesia general y posterior intubación orotraqueal en el Servicio Autónomo Hospital Central de Maracay (SAHCM). La selección de la muestra se realizó de forma aleatoria no probabilística, luego se seleccionaron al aplicar los criterios de inclusión y exclusión los cuales fueron:

Los criterios de inclusión: Aceptación del paciente, pacientes adultos de ambos sexos, edades comprendidas entre 30 y 65 años, buen estado de salud o enfermedades leves completamente controladas por el uso regular de medicamentos (ASA I o II, según el esquema de clasificación de la American Society of Anesthesiologists), pacientes sometidos a Anestesia General y posterior intubación orotraqueal, pacientes sometidos a cirugía abdominal.

Los criterios de exclusión : Negativa del paciente a formar parte de la investigación, historia de hipertermia maligna pacientes con edades menores de 30 años y mayores de 65 años, paciente con patología agudo o crónica pleural y pulmonar, pacientes en shock o hemodinamicamente inestable, pacientes sometidos a cirugías no abdominales, pacientes con

patologías o limitaciones a la exploración ecográfica de tórax tales como: paciente con enfisema subcutáneo, pacientes con edema masivo con extensión en tórax, paciente en posición prono y presencia de apósitos de tórax extensos, pacientes con contraindicaciones formales para la realización de maniobras de reclutamiento alveolar tales como: Paciente con hipotensión grave no controlada, Traumatismo craneoencefálico, Hipertensión intracraneal, Cirugía de ojo abierto, Neumotórax no drenado, Broncoespasmo, Enfisema pulmonar y Bullas pulmonares, pacientes con vía aérea difícil.

Los criterios de eliminación son los siguientes: Pacientes que luego de la inducción anestésica y conexión a ventilación mecánica no tengan signos ecográficos de atelectasia (líneas B o consolidaciones) en su 1ra evaluación ecográfica, por lo que no tendrían indicación de realizar MRA.

Para el procedimiento clínico los autores se dirigieron al área quirúrgica del Servicio Autónomo Hospital Central de Maracay (SAHCM) en donde se seleccionaron a los pacientes que estaban ubicados en la estación pre anestésica y que fueron sometidos a anestesia general balanceada en el periodo marzo-febrero 2021. Se procedió a selección de estos pacientes, solo aquellos que cumplieron con los criterios de inclusión y que no tuvieron criterios de exclusión, se explicó al paciente en qué consistía el estudio y se procedió a realizar la firma del consentimiento informado previa autorización del Comité de Bioética de S.A.H.C.M, se procedió a realizar un rastreo ecográfico pulmonar a todos los pacientes en la Unidad Pre-Anestésica con un transductor lineal (7-13mhz) en posición transversal a las costillas y de esta manera identificar el signo del avestruz, deslizamiento pleural presencia de líneas A y ausencia o presencia de menos de 3 líneas B , se evaluaron las 6 regiones antes mencionadas de cada pulmón con la finalidad de obtener una imagen ecográfica inicial de cada paciente donde se pudo confirmar la ausencia de patologías respiratorias representadas por un patrón normal, aireado o seco.

Culminada la ecografía pulmonar inicial y seleccionado el paciente se procedió a pasar a quirófano en donde se realizó la intervención quirúrgica, se monitorizo al paciente usando alguno de los 02 modelos de monitores multiparámetros con capnografía disponible, MEHECO® y COMBIOMED®. La monitorización incluyo electrocardiografía, presión arterial no invasiva, capnografía y la oximetría de pulso. Se procedió a realizar la inducción anestésica: se preoxigeno al mismo con oxígeno 80% a razón de 6 l-min, la inducción se

realizó de manera endovenosa con Fentanilo 3 mcg/kg/dosis + Lidocaina 1 mg/kg/dosis + Propofol 2,5 mg/kg/dosis y Rocuronio 0.6 mg/kg/dosis o Vecuronio 0.08 mg/kg/dosis; se procedió a la intubación orotraqueal y se conectó a sistema cerrado de recirculación parcial con canister, se sometió a ventilación mecánica; bajo parámetros Modo Volumen Control, Volumen Corriente 6 ml/kg, Frecuencia Respiratoria 12 por minuto, Presión Inspiratoria max 30 mmhg, Relación I:E 1:2 y Presión Espiratoria a final de la espiración (PEEP) 5 mmhg y se ajustó para mantener una concentración de dióxido de carbono al final de la espiración entre 35-45 mmhg, el mantenimiento anestésico se realizó por vía inhalatoria con Isofluranea razón de 1.15 Vol% con un flujo de 2 litros de una mezcla de oxígeno/aire al 45%; y endovenosa con Fentanilo 1mcg/kg/dosis y Rocuronio 10 mg o Vecuronio 2 mg cada 35 min.

Una vez el paciente se encontró bajo ventilación mecánica se le realizó la 1ra evaluación ecográfica siguiendo el SCORE de puntuación por regiones descrito por Song, I. et al ¹⁴ para el diagnóstico y evaluar el grado de atelectasia inducida por anestesia tomando en cuenta que la presencia de líneas B y La consolidación yuxtapleurales de varios tamaños son los dos signos de ultrasonido pulmonar más comúnmente evaluados para el diagnóstico de atelectasia inducida por anestesia.

Las líneas b se dividen en 4 grados entre los cuales el grado 0 se representa por menos de 3 líneas b bien definidas, grado 1 múltiples líneas b bien definidas, grado 2 líneas b coalescentes, grado 3 pulmón blanco. Las consolidaciones yuxtapleurales se dividen en 4 grados, el grado 0 no presenta consolidación, grado 1 cuando la consolidación yuxtapleural es mínima, grado 2 consolidación yuxtapleural de pequeño tamaño y grado 3 consolidación yuxtapleural de gran tamaño. Definiendo atelectasia inducida por anestesia como significativa si alguna región tuvo un puntaje de consolidación o líneas b de ≥ 2 .

El paciente que no presento signos ecográficos de atelectasia se eliminó de la investigación. Luego de realizar el diagnóstico de atelectasia, se procedió a dividir la muestra en 2 grandes grupos: grupo C (control) y grupo US (Ultrasonido). Esta división se realizó de manera aleatoria estandarizada, mediante técnica de sobre cerrado: en un grupo C conformado por los pacientes a quienes se le realizo las MRA de forma clásica y el grupo US aquellos a quienes las MRA fueron guiadas por US.

La MRA se iniciaron 1 min después de la conexión a la ventilación mecánica, se administró antibióticos, fluidoterapia, manejo del dolor y otros fármacos según los requerimientos del paciente y tipo de cirugía

El grupo control estuvo conformado por 20 pacientes y el grupo ultrasonido por 18 pacientes. En el grupo C (control) posterior a la verificación del estado hemodinámico, se inició las MRA según el procedimiento descrito por García, J. et ¹³, con monitoreo ecográfico para observar los signos ecográficos en todo el procedimiento sin que intervinieran los mismos en el resultado del reclutamiento, se realizó una 2da evaluación ecográfica descrita por Song, I. et al culminar la maniobra de reclutamiento para confirmar la persistencia o ausencia de signos de atelectasia.

En el grupo US (ultrasonido) las MRA se realizaron siguiendo el protocolo descrito por Tusman, G. et al,⁸ de la siguiente forma: se ubicó el transductor lineal en la zona más dependiente del pulmón más colapsado de forma transversal a las costillas y se iniciaron las MRA a través del aumento progresivo y escalonado del PEEP de 3 cm H₂O por cada 3 respiraciones buscando el nivel de presión en el que desapareció el patrón de consolidación y se observó una reaireación pulmonar progresiva. La reaireación generalmente siguió un patrón secuencial: condensación — líneas B2 — líneas B1 a imágenes pulmonares normales, pero en algunos pacientes, el patrón de condensación se transformó directamente en un patrón normal. Luego, la sonda se colocó en la misma posición en el pulmón contralateral y si se confirmó una aireación normal, este nivel de presión de las vías respiratorias se conoció como la presión de apertura de los pulmones. Una vez evidenciada la presión de apertura pulmonar se inició un descenso también escalonado y progresivo del PEEP de 3 cm H₂O por cada 3

respiraciones hasta obtener una presión de cierre alveolar el cual se evidencio por la aparición nuevamente de los signos ecográficos de atelectasia.

Es aquí donde se conocieron las presiones de apertura y la presión de cierre y pudimos seleccionar el PEEP ideal del paciente el cual se estableció en 2 cm H₂O por encima de las presiones de cierre pulmonar. Al igual que en el grupo control se realizó una 2da evaluación ecográfica descrita por Song, I. et al¹⁴ en el grupo de US al culminar la maniobra de reclutamiento para confirmar la persistencia o ausencia de signos de atelectasia. Al final del acto quirúrgico se realizó la 3ra y última evaluación ecográfica descrita por Song, I. et al¹⁴ con la finalidad de confirmar que el paciente aún se encontraba reclutado. Todos los pacientes recibieron de manera intravenosa Neostigmine 0.04 mg/kg + Atropina 0.02 mg/kg diluidos en solución 0.9% y se procedio a realizar la extubacion y posterior traslado a la Unidad de Cuidados Post Anestésicos (UCPA).

Todos los datos de las variables operacionalizadas fueron vaciados en una base de datos Excel, para ser exportadas para el análisis en un paquete estadístico en el cual se calcularon los estadísticos descriptivos media aritmética (\bar{x}), desviación estándar (DS), error estándar de la media (EE) y valores mínimo y máximo para las variables cuantitativas consideradas en el estudio, clasificadas por grupos de pacientes (Eco y Control). Para verificar si hay diferencias estadísticamente significativas entre las variables cuantitativas se aplicó la prueba *t* de Student para las variables que presentaron distribución normal según la prueba de Wilk-Shapiro, y se aplicó la prueba no paramétrica de Wilcoxon-Mann-Whitney para las variables que no hayan presentado distribución normal. Para las variables presión inspiratoria de apertura y PEEP ideal se realizaron mediciones adicionales en el grupo Control a fin de comparar *in situ* los resultados del ecosonograma y el ventilador mecánico, sobre estos resultados se aplicó la prueba *t* de Student pareada para verificar si hay diferencias entre el ecosonograma y el ventilador mecánico.

Para verificar si hay asociación entre los grupos de pacientes y la presencia de complicaciones se cruzaron las frecuencias absolutas de estos pares de variables para construir las tablas de contingencia correspondientes, sobre éstas se aplicó la prueba de

independencia de chi-cuadrado (χ^2) y, por ser de dimensión 2×2 , se calcularon las *odds-ratios* (OR) y sus correspondientes intervalos al 95% de confianza. Se construyeron además los gráficos de barras para las distribuciones de frecuencias absolutas y relativas de las variables que hayan presentado asociación estadísticamente significativa. El nivel de significación se fijó en 5%, por lo cual un resultado se consideró estadísticamente significativo si $p \leq 0,05$. Los datos se procesaron utilizando los programas estadísticos Minitab 18.0 (estadísticos descriptivos y prueba de *t* pareada), SPSS (prueba *t* de Student, prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney, prueba de independencia de χ^2 y OR) y Statistix 9.0 (prueba de normalidad de Wilk-Shapiro).

RESULTADOS

La muestra estuvo constituida por 42 pacientes de los cuales 4 fueron eliminados debido a que posterior a la inducción anestésica y conexión a ventilación mecánica no se evidenciaron signos ecográficos de atelectasia (líneas B o consolidaciones) en su 1ra evaluación ecográfica, por lo que no tuvieron indicación de realizar MRA. Quedando conformada por 38 pacientes de uno u otro sexo, 15 pacientes de sexo femenino (39,5%) y 23 de sexo masculino (60,5%), de edades comprendidas entre 30 y 60 años, $\bar{x}=44,61 \pm 9,29$ años, los mismos fueron clasificados en dos grupos a saber, grupo Eco, con 6 pacientes femeninas (33,3%) y 12 masculinos (66,7%) y cuyas maniobras de reclutamiento alveolar fueron guiadas a través de ecografía pulmonar, y grupo Control, con 9 pacientes femeninas (45%) y 11 masculinos (55%), cuyas maniobras de reclutamiento alveolar no fueron guiadas a través de ecografía pulmonar, siendo guiadas por los parámetros del ventilador mecánico (Figura 1). Con respecto a la presencia de líneas ecográficas para el grupo Eco, no se observaron las líneas B₀, B₃, ni signos de consolidación C₀ y C₃ (0/18; 0%), de las líneas ecográficas observadas, la más frecuente fue B₂ (17/18; 94,44%), seguida de B₁ (15/18; 83,33%), las menos frecuentes fueron C₂ (5/18; 27,78%) y C₁ (4/18; 22,22%).

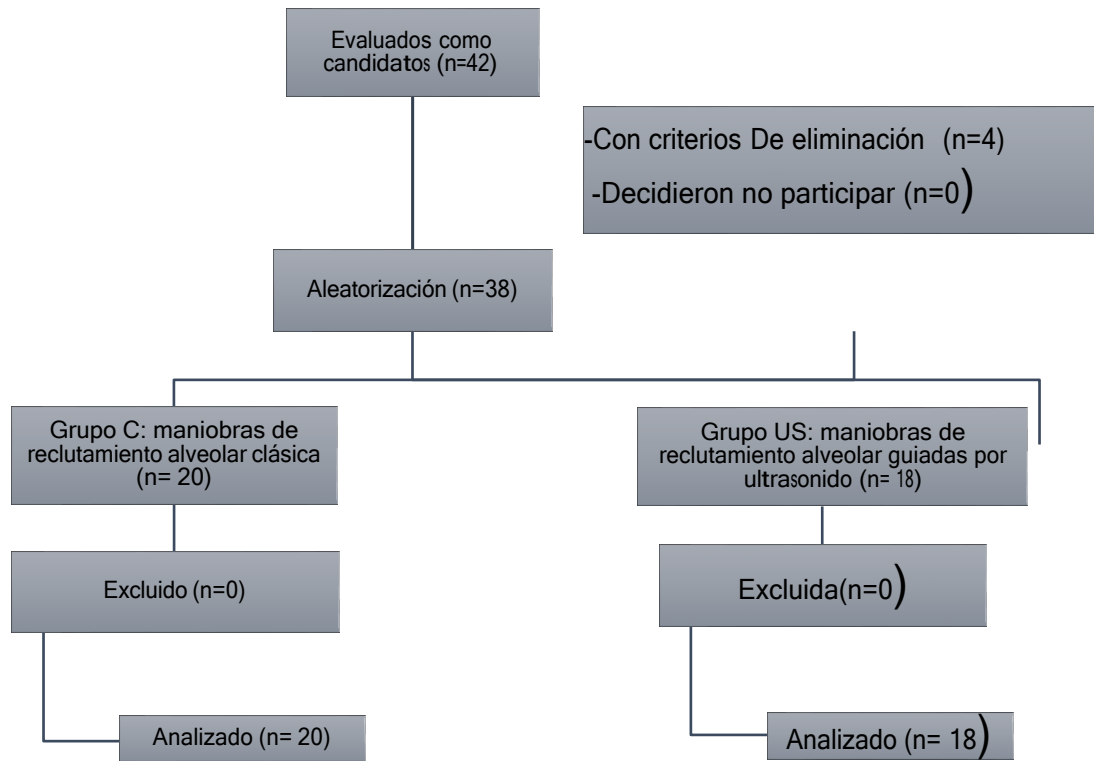


Figura 1. Diagrama de CONSORT

La tabla 1 muestra que no se observaron diferencias significativas para las variables edad y peso ($p > 0,05$).

Tabla 1. Estadísticos descriptivos para las variables cuantitativas clasificadas por grupo.

Variable	Grupo	n	Media	DS	EE	Mínimo	Máximo	p
Edad (años)	Control	20	45,45	9,69	2,17	30	60	0,562 ^{NS}
	Eco	18	43,67	9,01	2,12	30	60	
Peso (kg)	Control	20	71,35	7,96	1,78	50	82	0,704 ^{NS}
	Eco	18	70,39	7,46	1,76	60	85	

Nota: (*) indica que hay diferencia estadísticamente significativa al 5%. (^{NS}) indica que no hay diferencia estadísticamente significativa al 5%. (^{WMW}) indica que se aplicó la prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney en vez de la prueba *t* de Student por no presentar distribución normal.

La tabla 2 muestra los estadísticos descriptivos para las variables cuantitativas clasificadas por grupo, en la misma se observa que hubo diferencias significativas según la prueba *t* de Student o la prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney, para el *compliance* final ($p = 0,004$), la presión inspiratoria de apertura ($p < 0,001$), la presión inspiratoria de cierre ($p < 0,001$), la presión meseta ($p = 0,049$), la PEEP máxima ($p < 0,001$), la saturación de oxígeno

post reclutamiento ($p=0,002$) y la saturación de oxígeno final ($p<0,001$). Asimismo, para las variables *compliance* final, presión inspiratoria de apertura, presión meseta y PEEP máxima, la media aritmética fue mayor en el grupo Control, mientras que para las variables presión inspiratoria de cierre, saturación de oxígeno post reclutamiento y saturación de oxígeno final, la media aritmética fue mayor en el grupo Eco.

Tabla 2. Estadísticos descriptivos para las variables cuantitativas clasificadas por grupo.

<i>Variable</i>	Grupo	n	Media	DS	EE	Mínimo	Máximo	p
<i>Compliance</i> inicial (cmH ₂ O) ^{WMW}	Control	20	43,90	9,15	2,05	34	75	0,491 ^N s
	Eco	18	41,11	5,38	1,27	30	49	
<i>Compliance</i> final (cmH ₂ O)	Control	20	73,75	18,03	4,03	50	129	0,004*
	Eco	18	59,39	10,94	2,58	43	83	
Presión inspiratoria de apertura (cmH ₂ O) ^{WMW}	Control	20	35,00	0,00	0,00	35	35	<0,00 1*
	Eco	18	31,44	3,65	0,86	25	39	
Presión inspiratoria de cierre (cmH ₂ O)	Control	20	12,50	2,04	0,46	8	17	<0,00 1*
	Eco	18	15,00	1,61	0,38	13	19	
PEEP ideal (cmH ₂ O) ^{WMW}	Control	20	9,40	1,60	0,36	6	12	0,370 ^N s
	Eco	18	9,22	1,11	0,26	8	11	
<i>Driving pressure</i> (cmH ₂ O)	Control	20	9,20	2,46	0,55	5	15	0,174 ^N s
	Eco	18	8,28	1,45	0,34	5	11	
Presión meseta (cmH ₂ O)	Control	20	19,05	3,22	0,72	15	27	0,049*
	Eco	18	17,44	1,25	0,29	15	19	
PEEP máxima (cmH ₂ O) ^{WMW}	Control	20	12,55	1,93	0,43	9	18	<0,00 1*
	Eco	18	9,22	1,17	0,28	8	11	
Saturación de O ₂ basal (%) ^{WMW}	Control	20	97,15	1,31	0,29	95	99	0,598 ^N s
	Eco	18	96,94	2,31	0,55	92	99	
Saturación de O ₂ post reclutamiento (%) ^{WMW}	Control	20	98,00	0,65	0,15	97	99	0,002*
	Eco	18	98,67	0,59	0,14	97	99	
Saturación de O ₂ final (%) ^{WMW}	Control	20	98,05	0,51	0,11	97	99	<0,00 1*
	Eco	18	98,83	0,38	0,09	98	99	

Nota: (*) indica que hay diferencia estadísticamente significativa al 5%. (^{NS}) indica que no hay diferencia estadísticamente significativa al 5%. (^{WMW}) indica que se aplicó la prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney en vez de la prueba *t* de Student por no presentar distribución normal.

La tabla 3 muestra que no se observaron diferencias significativas para las variables hemodinámicas ($p > 0,05$).

Tabla 3. Estadísticos descriptivos para las variables cuantitativas clasificadas por grupo

Variable	Grupo	n	Media	DS	EE	Mínimo	Máximo	p
Frecuencia cardíaca basal (pul/min) ^{WMW}	Control	20	77,75	16,62	3,72	60	135	0,11 ^{NS}
	Eco	18	82,78	15,65	3,69	63	130	
Frecuencia cardíaca en reclutamiento (pul/min) ^{WMW}	Control	20	65,10	14,95	3,34	50	120	0,26 ^{NS}
	Eco	18	69,00	15,03	3,54	50	110	
TAM basal (mmHg)	Control	20	94,30	10,57	2,36	74	110	0,82 ^{NS}
	Eco	18	93,56	9,87	2,33	76	110	
TAM reclutamiento (mmHg)	Control	20	74,90	9,26	2,07	54	90	0,75 ^{NS}
	Eco	18	75,94	11,02	2,60	56	103	

Nota: (*) indica que hay diferencia estadísticamente significativa al 5%. (^{NS}) indica que no hay diferencia estadísticamente significativa al 5%. (^{WMW}) indica que se aplicó la prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney en vez de la prueba *t* de Student por no presentar distribución normal

Análisis pareado. Grupo control

Paralelamente, para el grupo Control, se tomaron muestras para las variables presión inspiratoria de apertura y PEEP ideal utilizando el ecosonograma pulmonar y el ventilador mecánico, aunque las conducciones de las maniobras de reclutamiento alveolar no se apoyaron en los resultados ecográficos, solo en los parámetros del ventilador mecánico. La prueba *t* de Student pareada indicó que hubo diferencia estadísticamente significativa para la presión inspiratoria de apertura ($p < 0,001$) siendo esta mayor para las maniobras de reclutamiento pulmonar guiadas por los parámetros del ventilador mecánico. Para la PEEP ideal no hubo diferencia estadísticamente significativa entre el guiado por ecografía pulmonar y guiado por parámetros del ventilador mecánico ($p = 0,467$), ver tabla 2.

Tabla 4. Prueba de *t* pareada para la presión inspiratoria de apertura (cmH₂O) y PEEP ideal (cmH₂O). Grupo control.

Variable	Instrumento de medida	n	Media	Diferencia	IC _{95%} (Diferencia)	p
Presión inspiratoria de apertura (cmH ₂ O)	Ventilador mecánico	20	35,0	4,90	3,52 – 6,28	<0,001*
	Ecosonograma pulmonar		30,1			
PEEP Ideal (cmH ₂ O)	Ventilador mecánico	20	9,4	0,3	-0,55 – 1,15	0,467 ^{NS}
	Ecosonograma pulmonar		9,1			

Nota: (*) indica que hay diferencia estadísticamente significativa al 5%. (^{NS}) indica que no hay diferencia estadísticamente significativa al 5%.

La prueba de independencia de χ^2 indicó que hay asociación estadísticamente significativa para los grupos de pacientes y la presencia de hiperinsuflación ($\chi^2=7,72$; $p=0,009$; $OR=0$), el valor del $OR=0$ indica que es más probable encontrar un paciente con hiperinsuflación en el grupo Control que en el grupo Eco, adicionalmente, no hubo asociación estadísticamente significativa entre los grupos de pacientes y las variables presencia de hipotensión ($\chi^2=0,04$; $p=1,000$; $OR=0,86$) y presencia de bradicardia ($\chi^2=1,73$; $p=0,344$; $OR=0,24$), ver tabla 3.

Tabla 5. Distribución de frecuencias absolutas y relativas para la presencia de complicaciones clasificadas por grupo.

Variable	Categoría	Grupo (%)		χ^2	OR	IC _{95%} (OR)	p
		Eco	Control				
Hipotensión	Sí	4 (44,4)	5 (55,6)	0,04	0,86	0,19 – 3,85	1,000 ^{NS}
	No	14 (48,3)	15 (51,7)				
Bradicardia	Sí	1 (20)	4 (80)	1,73	0,24	0,02 – 2,34	0,344 ^{NS}
	No	17 (51,5)	16 (48,5)				
Hiperinsuflación	Sí	0 (0)	7 (100)	7,72	0	-	0,009*
	No	18 (58,1)	13 (41,9)				

Nota: (*) indica que hay asociación estadísticamente significativa al 5%. (^{NS}) indica que no hay asociación estadísticamente significativa al 5%. Porcentajes calculados a lo largo de las filas. Para el cálculo de las OR se tomaron como categorías de referencia a la presencia de la complicación y al grupo Eco.

Para la presencia de hiperinsuflación, la figura 2 muestra que todos los pacientes que la presentaron pertenecieron al grupo control, mientras que los pacientes que no presentaron hiperinsuflación se distribuyeron de forma bastante homogénea en ambos grupos, eco y control, es decir, para la muestra analizada es más probable encontrar un paciente con hiperinsuflación en el grupo control que en el grupo Eco.

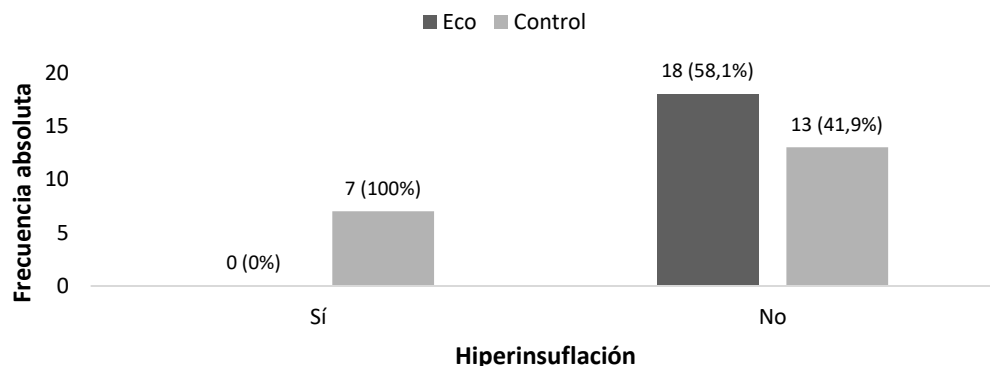


Figura 2. Distribución de frecuencias absolutas y relativas para la presencia de hiperinsuflación clasificada por grupo. Los porcentajes de presencia de hiperinsuflación dentro de cada grupo se presentan entre paréntesis.

DISCUSION

A principios de los noventa, Lachmann describió el concepto de pulmón abierto lo que postula que solo los pulmones sin colapso aseguran el funcionamiento normal de los órganos. Su concepto describe que las unidades pulmonares pueden estar abiertas (es decir, unidades normalmente ventiladas y perfundidas) o cerrado (es decir, unidades con disfunción y desajustes ventilación/perfusión V/Q).²⁵

Basado en la ley de Laplace, Lachmann dedujo que los pulmones colapsados parcialmente necesitaban; 1) presión alta en las vías respiratorias (P_{aw}) para abrir los pulmones porque las unidades colapsadas tienen un radio interno bajo; 2) una vez abiertas, las unidades pulmonares pueden mantener este estado incluso con una (P_{aw}) más baja porque las unidades abiertas tienen un radio interno más grande. Estos dos principios básicos son el fundamento de las maniobras de reclutamiento pulmonar (MRA) y la elección de niveles adecuados de PEEP. Por simples que parezcan estas reglas, deben ser obedecidas todas las veces para lograr las metas postuladas por Lachmann.²⁵

Por tanto, las MRA son definidas como maniobras ventilatorias que tienen como objetivo recuperar unidades pulmonares colapsadas mediante un Incremento de la presión transpulmonar hasta alcanzar la capacidad pulmonar total. Aunque los MRA fueron concebidos originalmente como un tratamiento para pacientes que padecen síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA), su papel se centra en los efectos importantes en el tratamiento de la atelectasia inducida por la anestesia en pulmones sanos y este potencial beneficio se están volviendo evidente.²⁵

En la presente investigación se identificaron consolidaciones yuxtapleurales tipo C₂ (5/18; 27,78%) y líneas B₂ (17/18; 94,44%) como las más frecuentemente observadas dentro de los signos de atelectasia, dato que se correlaciona con un ensayo aleatorizado y controlado en niños descrito por Song IK et al ¹⁴ en la cual describen que la consolidación yuxtapleural de varios tamaños y la presencia de líneas B son los dos signos de ultrasonido pulmonar más comúnmente diagnosticados de atelectasia inducida por anestesia.

En este estudio se logró demostrar que a través de las MRA guiadas por ecografía se obtuvieron presiones inspiratorias de apertura ($p < 0,001$), presiones meseta ($p = 0,049$) y PEEP máxima ($p < 0,001$) significativamente más bajas en comparación al grupo control. Resultados que se relacionan con el trabajo realizado por Gerardo Tusman et al ¹², en donde destacan que la ecografía permite detectar la presión de apertura del pulmón durante el aumento progresivo de presión y la presión de cierre del pulmón durante el ciclo descendente en la prueba de titulación de PEEP. De esta forma, se evitan presiones inspiratorias superiores a las necesarias para abrir el pulmón y se puede identificar el nivel más bajo de PEEP necesario para mantener los pulmones libres de colapso. En otras palabras, la ecografía permite personalizar la implementación de una estrategia de pulmón abierto aumentando su fiabilidad y seguridad. ¹²

La presión de cierre del pulmón es la presión crítica cuando las unidades pulmonares comienzan a colapsar luego de iniciar el ciclo descendente de la MRA. Cuyo valor significativo en este trabajo fue de $< 0,001$ y se obtuvo a través del monitoreo en tiempo real con el ultrasonido pulmonar. A diferencia de lo descrito por Gerardo Tusman et al ²⁶ donde describe que la falta de monitoreo en tiempo real del reclutamiento pulmonar y el colapso junto a la cama, obligó a trabajar con valores predefinidos para presiones de apertura y cierre. Estos valores objetivo se derivaron de estudios fisiológicos realizados en pacientes anestesiados. Por tanto, la presión de apertura de pulmones normales se supuso que era de alrededor de 40 cmH₂O mientras que se esperaba que la presión de cierre estar en algún lugar entre 5 y 15 cmH₂O dependiendo de las circunstancias clínica. ²⁶

En el estudio se obtuvo que el PEEP ideal tanto en el grupo Control como en el grupo Eco estaban alrededor de 9 cmH₂O (valor de P 0,370) lo que demuestra que es necesario valores de PEEP por encima de 5 cmH₂O y no los erróneamente establecidos de forma estándar por los anestesiólogos en su práctica con valores inferiores al antes descrito. Estos resultados se relacionan con los descritos por Sabine N.T. Hemmes et al (2013) donde describe que a pesar de que existe una clara evidencia de alteraciones del intercambio gaseoso, lesión pulmonar inducida por ventilación mecánica (VILI) y complicaciones pulmonares relacionadas con el colapso pulmonar en el período perioperatorio, nuevos

estudios mostraron que hasta la fecha la mayoría de los pacientes anestesiados siguen siendo ventilados con patrones de ventilación perjudiciales. Analizando 11.000 procedimientos anestésicos, Blum et al. mostró que los pacientes fueron ventilados con un VT de 9 ml/kg, PEEP de 0-5 cmH₂O y FiO₂ alta. Estos son claros ejemplos de que los anestesiólogos no parecen ventilar a de forma adecuada a sus pacientes.²⁸

Los investigadores obtuvieron resultados significativamente más bajos de PEEP Máximo en el grupo Eco (<0,001) en comparación de los obtenidos en el grupo Control y con esto, es importante resaltar que según el estudio de Ajith Kumar AK et al (2020) la aplicación de una PEEP óptima es importante en la prevención del atelectrauma como se muestra en el ensayo ARDS Nett. La PEEP debe ajustarse con cuidado ya que una PEEP inapropiadamente alta puede causar lesiones por sobredistensión, y una PEEP más baja podría ser insuficiente para estabilizar y mantener abiertos los alvéolos. Los resultados de estos autores también se relacionan estrechamente con los obtenidos en cuanto a las complicaciones; principalmente la hiperinsuflación donde se demostró que es más probable encontrar a un paciente con hiperinsuflación en el grupo Control que en el grupo Eco, tomando en cuenta que se encontraron pacientes con hiperinsuflación solo en el grupo control (7 de 20 paciente del grupo control 53.84% lo que corresponde al 18.42% del total de la muestra).²⁷

Referente a la inestabilidad hemodinámica la cual es una complicación informada de las MRA, en el presente estudio no se encontraron variaciones significativas en ninguno de los grupos analizados; variaciones que concuerdan con lo descrito por García, J et al ¹³, donde describen que los cambios hemodinámicos van a depender de la situación cardiovascular del enfermo y del estado de precarga o presión, en dependencia de su gasto cardiaco, y de la duración y de las presiones que alcancemos durante la MRA, la repercusión hemodinámica puede ser mayor o menor. En general, si se realizan las únicas MRA que actualmente se recomiendan en modo PCV, presión de ciclado o delta de presión constante e incrementos de PEEP en múltiples escalones, la caída de presión arterial no suele ser mayor del 20% de la presión inicial, y se suele recuperar espontáneamente en pocos minutos después de la MRA.

CONCLUSIONES

Las atelectasias son una realidad desagradable en la anestesiología hacer Maniobras de Reclutamiento Alveolar (MRA) guiadas por ecografía para su resolución es fundamental ya que permite iniciar las MRA solo en pacientes que presentes signos objetivos de atelectasia, permite monitorear todo el procedimiento de reclutamiento alveolar, permite establecer el PEEP ideal, permite valorar en cualquier momento de la cirugía si los alveolos siguen aireados y por ultimo permite evaluar de forma precoz niveles altos de presiones pulmonares que puedan originar complicaciones perioperatorias o postoperatorias.

RECOMENDACIONES

En vista de las ventajas anteriormente descritas se recomienda el adiestramiento en ecografía pulmonar para su aplicabilidad en el diagnóstico de atelectasias y resolución a través de las maniobras de reclutamiento alveolar guiadas por ultrasonido.

Promover futuras líneas de investigación en la innovación de técnicas de ventilación que disminuyan la injuria pulmonar inducida por la ventilación mecánica y el desarrollo de otras complicaciones pulmonares peri y postoperatorias.

BIBLIOGRAFIA

1. Malbouisson, L., Marcelo S., Flávio H., y Rodrigues R. «Atelectasias durante Anestesia: Fisiopatología y Tratamiento». *Revista Brasileira de Anestesiologia*. Volumen 58, n.º1 febrero de 2008: 73-83. [Consultado el 15 octubre 2019]. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/S0034-70942008000100011>.
2. Martínez, G., y P. Cruz. «Atelectasias en anestesia general y estrategias de reclutamiento alveolar». *Revista Española de Anestesiología y Reanimación*. Volumen 55, n.º8 enero de 2008: 493-503. [Consultado el 20 octubre 2019]. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0034-9356\(08\)70633-9](https://doi.org/10.1016/S0034-9356(08)70633-9).
3. Tusman, G. «Función respiratoria durante la anestesia general: estrategia para mejorar el intercambio gaseoso». *Revista Argentina de Anestesiología*. julio-agosto 2001,245-253. [Consultado el 01 noviembre 2019]. Disponible en: https://www.anestesia.org.ar/search/articulos_completos/1/1/225/c.php.
4. Luengo, T. y Claudia, C. «Atelectasias intraoperatorias, mecanismos de formación y estrategias de prevención». *Revista chilena de anestesiología*. Volumen 42. 2013: 167-179. [Consultado el 12 noviembre 2019]. Disponible en: <https://revistachilenadeanestesia.cl/atelectasias-intraoperatorias-mecanismos-de-formacion-y-estrategias-de-prevencion/>.
5. Rama, P. «Atelectasias perioperatorias y maniobras de reclutamiento alveolar». *Revista Archivos de Bronconeumología*. Volumen 46, n.º 6 junio de 2010: 317-324. [Consultado el 22 noviembre 2019]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.arbres.2009.10.010>.
6. Hedenstierna, G. «Atelectasias e intercambio gaseoso durante la anestesia» diciembre de 2003. Pag 3. [Consultado el 27 noviembre 2019]. Disponible en: <http://www.elhospital.com/temas/Atelectasias-e-intercambio-gaseoso-durante-la-anestesia+8029687?pagina=3>
7. AmitKumar, M. y Gupta, N. «Intraoperative Lung Ultrasound: A Clinicodynamic Perspective». *Journal of Anaesthesiology Clinical Pharmacology*. Volumen 32, n.º 3

- 2016: 288. [Consultado el 14 diciembre 2019]. Disponible en: <https://doi.org/10.4103/0970-9185.188824>.
8. Tusman, G., Acosta C. y Nicola M. «Real-time images of tidal recruitment using lung ultrasound». *Critical Ultrasound Journal*. Volumen 7, n.º 1 diciembre de 2015: 19. [Consultado el 11 diciembre 2019]. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s13089-015-0036-2>.
 9. Hirschhaut, E., Delgado, C., Cortéz, M., Nardi, T. y Haertel, M. Ecografía pulmonar: un nuevo abordaje para cardiólogos. *Revista de ecocardiografía práctica y otras técnicas de imagen cardíaca*. Artículo de revisión 01. 2018 (1); 2: 1-7 [Consultado el 14 diciembre 2019].
 10. Lichtenstein, D. y Mezière's, G. «Ultrasound diagnosis of atelectasis». *International Journal of Intensive Care*, junio de 2005. [Consultado el 20 diciembre 2019]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/287527270>.
 11. Jing, L., Liu, Y. and Huawei, Y. «Lung ultrasound for diagnosis of neonatal atelectasis». *Chinese Journal of Pediatrics*. Volumen 51, n.º 9 2013: 644-648. [Consultado el 27 diciembre 2019]. Disponible en: <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0578-1310.2013.09.002>.
 12. Tusman, G., Acosta, C. and Costantini, M. «Ultrasonography for the Assessment of Lung Recruitment Maneuvers». *Critical Ultrasound Journal*. Volumen 8, n.º1 diciembre de 2016: 8. [Consultado el 02 enero 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s13089-016-0045-9>.
 13. García, J., Romero, A. y Blanco, A. «Maniobras de reclutamiento en anestesia: ¿qué más excusas para no usarlas?». *Revista Española de Anestesiología y Reanimación*. Volumen 65, n.o 4 abril de 2018: 209-217. [Consultado el 22 noviembre 2019]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.redar.2017.12.006>.
 14. Song IK, Kim EH, Lee JH, Ro S, Kim HS, Kim JT. Effects of an alveolar recruitment manoeuvre guided by lung ultrasound on anaesthesia-induced atelectasis in infants: a randomised, controlled trial. *Anaesthesia*. 2017 Feb;72(2):214-222. [Consultado el 29 diciembre 2019]. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/anae.13713.Epub>.

15. Hirschhaut, E. y Delgado, C. «ECOGRAFIA PULMONAR: CIENCIA O FICCION» *Salus Militiae* 2016;40 (1):58-72. [Consultado el 29 diciembre 2019].
16. Acosta, C., Maidana, G., Jacovitti, D., Belaunzarán, A. and Cereceda, S. «Accuracy of Transthoracic Lung Ultrasound for Diagnosing Anesthesia-induced Atelectasis in Children». *Anesthesiology*, V 120 • No 6. 2014; 120:1370-9. [Consultado el 29 diciembre 2019]. Disponible en: doi <https://doi.org/10.1097/ALN.000000000000231>
17. Komal, R., Andrew, B. and Elankumaran, P. «Pulmonary atelectasis in anaesthesia and critical care». *Continuing Education in Anaesthesia, Critical Care & Pain* 2013. [Consultado el 02 enero 2020]. Disponible en: <http://ceaccp.oxfordjournals.org>.
18. Young, C., Harris, E., Vacchiano, C., Bodnar, S., Bukowy, B., Elliott, R., Migliarese, J., Ragains, C., Trethewey, B., Woodward, B., Gama de Abreu, M., Girard, M., Futier, E., Mulier, P., Pelosi, P. and Sprung, J. «Lung-protective ventilation for the surgical patient: international expert panel-based consensus recommendations». *British Journal of Anaesthesia*, 123 (6): 898e913.2019. [Consultado el 02 enero 2020]. Disponible en: DOI [10.1016/j.bja.2019.08.017](https://doi.org/10.1016/j.bja.2019.08.017).
19. Colmenero, M., Delgado, M., Navarrete, I. y Milena, G. «Utilidad de la ecografía pulmonar en la unidad de medicina intensiva. *Med Intensiva*.2010;34(9):620–628. [Consultado el 02 enero 2020]. Disponible en: DOI [10.1016/j.medin.2010.04.004](https://doi.org/10.1016/j.medin.2010.04.004).
20. Quintana, G. y Alcorta, N. «Ecografía pulmonar básica. Parte 1. Ecografía pulmonar normal y patología de la pared torácica y la pleura». *Revista Española de Anestesiología y Reanimación*. REDAR-579; No. of Pages 15. [Consultado el 08 enero 2020]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.redar.2015.02.003>.
21. Lichtenstein, D. *Whole body ultrasonography in the critically ill*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag; 2010.
22. Yue, Lee F. «Lung ultrasound a primary survey of the acutely dyspneic patient». *Journal of Intensive Care*. 2016. 4:57. [Consultado el 15 enero 2020]. Disponible en: DOI [10.1186/s40560-016-0180-1](https://doi.org/10.1186/s40560-016-0180-1).

23. Hirschhaut E., Delgado C. y Cortez M. «Ecografía pulmonar en cardiología: Una ventana para el edema pulmonar». *Rev Argent Cardiol* 2019;87:485-490. [Consultado el 20 enero 2020]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v87.i6.16767>.
24. Balik, M., Plasil, P., Waldauf, P. *et al.* «Ultrasound estimation of volume of pleural fluid in mechanically ventilated patients». *Intensive Care Med* 32, 318 (2006). [Consultado el 17 septiembre 2020]. <https://doi.org/10.1007/s00134-005-0024-2>
25. Gerardo Tusman, Stephan H. Böhm, Fernando Suarez-Sipmann. «Alveolar recruitment during mechanical ventilation. Where are we in 2013?». *Trends in Anaesthesia and Critical Care* 3 (2013) 238e245. [Consultado el 12 enero 2020]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tacc.2013.06.003>.
26. Gerardo Tusman, MD, Stephan H. Böhm, MD. «Prevention and reversal of lung collapse during the intra-operative period» *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology* 24(2010)183e197. [Consultado el 23 enero 2020]. Disponible a traves de: doi:10.1016/j.bpa.2010.02.006.
27. Ajith Kumar AK ; Fatima Anjum. «Lesión pulmonar inducida por ventilador (VILI)» Treasure Island (FL): Stat_Pearls Publishing ; 2020 Ene. [Consultado el 29 enero 2020]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK563244/>
28. Sabine N.T. Hemmes, Ary Serpa Neto, and Marcus J. Schultz. «Intraoperative ventilatory strategies to prevent postoperative pulmonary complications: a meta-analysis» Volume 26, Number 2, April 2013. [Consultado el 9 febrero 2020]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23385321/>.