

**EFFECTO DEL RECLUTAMIENTO PULMONAR ESTATICO VS ESCALONADO
INTRAOPERATORIO SOBRE LA OXIGENACIÓN EN PACIENTES
PULMONARMENTE SANOS EN LA UNIDAD DE SERVICIOS DE SALUD
SIMON BOLIVAR, BOGOTÁ D.C., AÑO 2019.**

Jorge Ernesto Cardona Cuervo.

Javier Andrés Gutiérrez Pinto.

Trabajo de investigación para optar por el título de Anestesiólogo

Universidad El Bosque

Facultad de Medicina

Posgrado en Anestesiología HSB

Bogotá D.C., Julio 2019

PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

**EFFECTO DEL RECLUTAMIENTO PULMONAR ESTATICO VS ESCALONADO
INTRAOPERATORIO SOBRE LA OXIGENACIÓN EN PACIENTES**

PULMONARMENTE SANOS EN LA UNIDAD DE SERVICIOS DE SALUD SIMÓN BOLÍVAR, BOGOTÁ D.C., AÑO 2019.

Estos investigadores se encuentran registrados en COLCIENCIAS con su respectivos CvLAC.

Declaración de pertinencia institucional

Este protocolo de investigación se ubica dentro de la directiva estratégica del Hospital Simón Bolívar con el objetivo de liderar investigación científica que contribuya al mejoramiento de la salud en el país y en la región, favoreciendo la seguridad y calidad en la atención del paciente, centrado en la búsqueda continua de innovaciones en técnicas y conocimientos que permitan la correcta toma de decisiones para el beneficio de sus pacientes.

Declaración de pertinencia social

El Hospital Simón Bolívar ofrece a la sociedad colombiana una investigación para la generación de conocimiento, con el objetivo de ser una institución líder para el desarrollo de la salud con alta calidad ética, humana, científica y tecnológica. Además, promueve el desarrollo de la investigación médica como puente para la generación de una práctica médica basada en la evidencia.

Declaración sobre el aporte a la educación

Las bases de datos de literatura médica revisadas en internet como Pubmed, Medline y Embase, cuentan con información disponible acerca de las maniobras de reclutamiento pulmonar estática y escalonada en paciente críticamente enfermo, paciente obeso y cirugía laparoscópica, no es claro los resultados en pacientes sin patologías pulmonares y cirugía ambulatoria.

Con la realización de esta investigación, aportaremos nueva evidencia clínica para el manejo de los parámetros de ventilación protectora que ha demostrado reducción en mortalidad en el paciente críticamente enfermo con mejoría en la oxigenación y mecánica respiratoria.

Antecedentes con otros incentivos institucionales

No aplica

Declaración sobre conflicto de intereses

No hay conflictos de interés por parte de los investigadores.

UNIVERSIDAD EL BOSQUE

FACULTAD DE MEDICINA

**EFFECTO DEL RECLUTAMIENTO PULMONAR ESTÁTICO VS ESCALONADO
INTRAOPERATORIO SOBRE LA OXIGENACIÓN EN PACIENTES
PULMONARMENTE SANOS EN LA UNIDAD DE SERVICIOS DE SALUD
SIMÓN BOLÍVAR, BOGOTÁ D.C., AÑO 2019.**

MEDICINA PERI OPERATORIA

INVESTIGACIÓN DE POSGRADO EN ANESTESIOLOGÍA

Jorge Ernesto Cardona Cuervo.

Javier Andrés Gutiérrez Pinto.

Dr. Mario Eduardo Mendoza
ASESOR METODOLÓGICO

Dr. Gómez
ASESOR ESTADÍSTICO

Dr. Javier Sandoval
TUTOR INSTITUCIONAL

Bogotá D.C., Julio 2019

Nota de aprobación:

Firma del Director de investigaciones

Firma del Director de la Dirección de Postgrados

Firma director del programa

Bogotá D.C., Julio 2019

Nota de salvedad de Responsabilidad institucional

“La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velará por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia”.

Página de agradecimientos

Agradecemos a Dios, por entregarnos sabiduría, bendiciones y protegernos en todo momento; A nuestra familia, por su apoyo incondicional; A nuestros docentes, que nos han dado las bases científicas y morales para el ejercicio de especialistas integrales; A la USS Simón Bolívar, por ser nuestro segundo hogar, por las enseñanzas diarias, y por último y no menos importante, a nuestros pacientes, quienes son la razón de nuestra profesión.

Tabla de contenido

1. Resumen del proyecto	11
2. Introducción	13
3. Marco teórico y estado del arte	14
4. Planteamiento del problema	21
4.1. <i>Pregunta de investigación</i>	23
5. Justificación	24
6. Objetivos	25
6.1. <i>Objetivo General</i>	25
6.2. <i>Objetivos Específicos</i>	25
7. Propósito	26
8. Aspectos metodológicos	27
8.1. <i>Tipo y diseño general del estudio</i>	27
8.2. <i>Tipo de Estudio</i>	27
8.3. <i>Población</i>	27
8.4. <i>Tamaño y diseño muestral</i>	28
8.5. <i>Criterios de admisión</i>	30
8.6. <i>Recolección de la muestra</i>	31
8.6.1. <i>Fuentes de información</i>	31
8.6.2. <i>Instrumento de recolección de información</i>	31
8.7. <i>Sesgos</i>	32
9. Plan de análisis de los resultados	34
9.1. <i>Descripción de variables</i>	34
9.2. <i>Análisis estadístico</i>	44
10. Aspectos éticos	45
11. Cronograma	46
12. Presupuesto	47
13. Resultados	48
14. Discusión	52
15. Conclusiones	54
16. Referencias	56
17. Anexos	59

Lista de tablas

<i>Tabla 1. Cálculo de tamaño muestral.</i>	29
<i>Tabla 2. Tabla de variables.</i>	36
<i>Tabla 3. Presupuesto del proyecto.</i>	47
<i>Tabla 4 Tiempo requerimiento de O₂ en recuperación con y sin maniobras.</i>	50
<i>Tabla 5 Tiempo requerimiento de o₂ en recuperación con y sin maniobras de reclutamiento alveolar.</i>	50
<i>Tabla 6. Prueba de T para dos muestras, con reclutamiento y sin reclutamiento comparación en cirugía abdominal.</i>	51

Lista de Gráficas

Gráfica 1. Porcentaje de género masculino y femenino en la muestra.....48

1. Resumen del proyecto

Objetivo:

Describir el impacto de las maniobras de reclutamiento pulmonar estático y escalonado intraoperatorias sobre la oxigenación de los pacientes pulmonarmente sanos llevados a cirugía bajo anestesia general comparado con los pacientes a los que no se les realiza dichas maniobras.

Diseño, Materiales y métodos:

Estudio observacional de tipo cohorte transversal. En donde se analizaron los registros anestésicos de 140 pacientes mayores de 18 años de edad, sin antecedentes pulmonares, llevados a cirugía mayor de una hora, bajo anestesia general, 70 con maniobras de reclutamiento alveolar y 70 sin maniobras de reclutamiento.

Resultados y conclusiones:

No se encontraron cambios significativos en presiones intraoperatorias de la vía aérea ni en las saturaciones en la unidad de recuperación post anestésica, sin embargo sí se encontró de forma significativa 33 minutos menos de requerimiento de oxígeno en unidad de recuperación.

El presente estudio observacional es un advenimiento en maniobras realizadas en pacientes sin patología pulmonar, su resultado sugiere que los tiempos de oxígeno suplementario, así como tiempo de estancia en recuperación puedan ser más cortos.

Palabras clave: Reclutamiento Alveolar, Ventilación mecánica, Anestesia general, mecánica respiratoria, índice de oxigenación

Abstract

Objective:

Describe the impact of intraoperative static and stepped alveolar recruitment maneuvers on the oxygenation of patients.

Design, materials and methods:

Observational cross-sectional cohort study. Where we analyze the anesthetic records of 140 patients over 18 years of age, without a pulmonary history, who underwent surgery over one hour, under general anesthesia, 70 with alveolar recruitment maneuvers and 70 without recruitment maneuvers.

Results and conclusions:

No significant changes in intraoperative airway pressures or saturations were found in the postanesthetic care unit (PACU), however, a 33-minute decrease in oxygen requirement in the recovery unit was found.

The present observational study is an advent in maneuvers carried out in patients without pulmonary pathology, its result suggests that the supplemental oxygen times, as well as the recovery time may be shorter.

Key words: Alveolar recruitment, mechanical ventilation, general anesthesia, respiratory mechanics, oxygenation index.

2. Introducción

Las maniobras de reclutamiento pulmonar estáticas y escalonadas son estrategias de protección pulmonar, realizadas con el fin de aumentar las unidades alveolares disponibles funcionales, mejorando la oxigenación y reduciendo la lesión pulmonar provocada por los métodos convencionales de ventilación mecánica (1). En los últimos años estas maniobras han adquirido gran interés en el campo de la medicina perioperatoria con el fin de reducir las complicaciones pulmonares postoperatorias. Durante la anestesia general, se evidencian alteraciones en la vía aérea, en la mecánica de la pared torácica y del parénquima pulmonar. Esas alteraciones predisponen a la reducción de volúmenes pulmonares y colapso alveolar o atelectasias, incluso en pacientes pulmonarmente sanos (2).

Alrededor de la década de los 80, con la llegada de técnicas imagenológicas especializadas como la tomografía axial computarizada (TAC), se pudo observar y cuantificar la aparición de atelectasias; descritas inicialmente por Brismar et.al. (3) (4), como zonas hiperdensas en pulmones de pacientes bajo anestesia general, las cuales se desarrollaban a los 5 minutos de la inducción anestésica. En 1989, Hedenstierna logró tomar biopsias de estas imágenes observadas y se confirmó mediante estudios anatomopatológicos que se trataba de atelectasias (áreas de colapso alveolar). (1) (5)

Las atelectasias son consideradas la causa principal de hipoxemia intraoperatoria en pacientes bajo anestesia general. A partir de las observaciones anteriores, se desarrollaron estrategias para prevenir esta condición, la cual, se presenta en cerca del 90% de los pacientes bajo anestesia general (6).

3. Marco teórico y estado del arte.

Fisiología respiratoria

El sistema respiratorio, comprende la nariz, boca, faringe, tráquea, pulmones y músculos respiratorios como el diafragma; esta vía aérea, permite el transporte de los gases atmosféricos, hacia la unidad funcional (alveolo), donde se realiza el intercambio de gases con el torrente sanguíneo, lo cual, es indispensable para mantener las funciones vitales. El conocimiento de la fisiología del mismo, es relevante para el manejo de la vía aérea en el contexto de soporte vital avanzado, (16) (17)

La mecánica ventilatoria normal, permite el ingreso adecuado de aire, con la contracción de los músculos de la respiración, principalmente del diafragma, generando así mismo distensión pulmonar; durante la espiración existe relajación de este músculo, con el retroceso asociado de los pulmones, El intercambio de gases es la principal función del sistema respiratorio, la vía aérea transporta oxígeno hacia el sistema circulatorio, para ser distribuido por los tejidos corporales, por medio de la membrana alveolo capilar presente en los alveolos; de la misma forma, se genera una difusión del dióxido de carbono presente en la sangre, y es exhalado. (18)

Los pulmones son órganos en los cuales se distribuye gran parte del gasto cardíaco, esto permite cumplir con su función, para el metabolismo normal del resto de órgano, El sistema respiratorio, maneja diferentes presiones con el fin de regular los flujos sanguíneos y difieren según los metros sobre el nivel del mar en el que se encuentre la persona. (19)

La cavidad pleural maneja presiones subatmosféricas o negativas, con el fin de evitar retroceso elástico pulmonar y el consecuente colapso, Durante la inspiración estas presiones son más negativas, ya que se sobrepasa las fuerzas elásticas pulmonares (compliance) siendo así un proceso activo, solamente en la espiración se puede alcanzar e incluso sobrepasar las presiones atmosféricas, conociéndose como un fenómeno pasivo, ya que depende de las funciones propias pulmonares. (18) (19)

La Ventilación Mecánica

La ventilación mecánica es una técnica invasiva empleada mundialmente, con diversas indicaciones, entre estas, el soporte vital a corto o mediano plazo durante la anestesia general (20). El soporte invasivo de la función respiratoria, se dará hasta el retorno a la ventilación espontánea, con el fin de mejorar el intercambio de gases, disminuir la lesión pulmonar y controlar el esfuerzo respiratorio (21). Sin embargo, el uso del ventilador, tiene efectos no deseados sobre el sistema respiratorio, como lo es el barotrauma, volutrauma, atelectrauma, lo cual, ocasiona alteraciones en la mecánica ventilatoria y el intercambio gaseoso, así mismo, podría inducir respuesta inflamatoria adicional, amplificando la cascada inflamatoria favoreciendo la lesión pulmonar secundaria (21) (22) (3) (15).

Entre los cambios evidenciados con la ventilación artificial, se encuentran alteraciones torácicas, que ocasionan una reducción en los volúmenes pulmonares, asociado a los cambios fisiológicos respiratorios ocasionados por la anestesia general, como lo es, la existencia de regiones alveolares reclutadas y desreclutadas, generando así un aumento del

riesgo de atelectasias y síndromes restrictivos, ya que son superadas las propiedades elásticas pulmonares (23) (3) (4). Por tal motivo el conocimiento fisiopatológico de estos cambios nos permitirá implementar estrategias protectoras perioperatorias, que se traduce en reducción y prevención de daños potenciales en los pacientes bajo anestesia general (6)

Atelectasias e Hipoxemia

En los pacientes bajo anestesia general con soporte ventilatorio se describe una alta incidencia de atelectasias (cerca del 90%), que conlleva a complicaciones pulmonares postoperatorias principalmente hipoxemia (2) (4) (24). Las atelectasias son colapsos alveolares que ocurren en la región dependiente del pulmón, definida como el área pulmonar más declive. Se trata de una región consolidada de alta densidad (tejido lleno de líquido) que, por gravedad, presenta un índice bajo de ventilación perfusión (6). En general, cuando se presenta una atelectasia hay disminución de la distensibilidad y de la oxigenación e incremento de la resistencia vascular pulmonar lo que lleva al riesgo de daño pulmonar (6) (24) (25)

Durante el acto anestésico existen varios fenómenos que precipitan la aparición de atelectasias; como lo es la pérdida o reducción de la función del surfactante, la compresión pulmonar, la absorción/reabsorción del aire alveolar, siendo estos últimos, los mecanismos más implicados durante el período perioperatorio (25).

Maniobras de Reclutamiento

Se documentan maniobras en el ámbito del paciente crítico, las cuales disminuyen la aparición de complicaciones postoperatorias pulmonares y extrapulmonares, incluyendo las atelectasias. Estas maniobras, se han descrito paralelamente en actos anestésicos con una validez epidemiológicamente significativa en pronóstico, mejoría de la mecánica respiratoria, intercambio gaseoso, disminución de la necesidad de utilizar FiO₂ alta, en paciente sano, incluyendo aquellos que se someten a cirugías mayores (7) (8) (15) (20) (26). En el paciente críticamente enfermo las maniobras de reclutamiento son complementarias de las estrategias de ventilación protectora, tienen impacto en índices de oxigenación, tiempo con ventilación mecánica invasiva, estancia en UCI, mas no, en mortalidad (8).

En los pacientes llevados a cirugía cardíaca, torácica, bariátrica y laparoscópica, las maniobras de reclutamiento evitan la aparición de atelectasias, mejoran la relación ventilación/perfusión (V/Q) e incrementan la presión transpulmonar, esto se traduce en mejoría de oxigenación. Es necesario aclarar que no existe una evidencia fuerte que soporte los beneficios de las maniobras de reclutamiento en los pacientes pulmonarmente sanos (25).

Actualmente las maniobras de reclutamiento pulmonar aplicadas con mayor frecuencia son: reclutamiento escalonado ascendente y descendente con el uso de PEEP del ventilador, el reclutamiento sostenido (estático) mediante ajustes de la PEEP, ventilación con liberación de presión de la vía aérea, insuflación sostenida, incremento del volumen

corriente o maniobra de capacidad vital, suspiros, posición prona del paciente, vasodilatadores inhalados, ventilación oscilatoria de alta frecuencia y minimización de la absorción de gas alveolar (7) (8) (24).

No hay una clara ventaja clínica de una maniobra sobre la otra, en cuanto a oxigenación, presión transpulmonar y relación V/Q, aunque si en cuanto a inestabilidad hemodinámica, siendo menor en el reclutamiento escalonado, ya que genera un impacto bajo en el descenso inicial transitorio del gasto cardíaco, secundario a la disminución de la precarga y aumento de la poscarga del ventrículo derecho, lo cual compromete el llenado del ventrículo izquierdo, aunque estos reportes se han presentado en pacientes críticamente enfermos, sin documentarse aún en pacientes pulmonarmente sanos. (9) (24) (26) (27)

Las maniobras de reclutamiento alveolar tienen como contraindicaciones los pacientes con SDRA asociado a neumotórax, pacientes con hipertensión endocraneana, hipovolemia, trauma craneoencefálico severo, enfisema o bullas pulmonares e inestabilidad hemodinámica (8) (25) (26), y su monitoria se realiza con saturación venosa de oxígeno, presión arterial de oxígeno, monitoreo de dióxido de carbono (CO₂), tomografía dinámica y gammagrafía pulmonar (7) (28).

Las maniobras de reclutamiento alveolar se desarrollan con el fin de distender un alveolo previamente colapsado al generar una presión positiva ascendente. Con el acino alveolar abierto se puede evitar el colapso alveolar manteniendo un nivel de presión positiva al final de la espiración (PEEP), el cual, en pacientes pulmonarmente sanos, es suficiente con un

PEEP de 5 cm de H₂O, pero en pacientes con patología pulmonar o alteraciones de la distensibilidad o compliance pulmonar o torácico, este, puede ser necesariamente mayor.

Las estrategias de reclutamiento alveolar estáticas o con presión positiva sostenida, se han descrito con la administración de una presión positiva de 35-50cm de H₂O por un periodo de 20-40 segundos, por 3 ciclos, con un PEEP establecido de 2cm de H₂O por encima del punto de inflexión inferior (17).

Las maniobras de reclutamiento escalonado o secuencial inicialmente fueron descritas en modos ventilatorios dependientes de volumen, aumentando los volúmenes corrientes hasta 9 ml/kg, con tiempos inspiratorios del 25%, pausas inspiratorias del 10% y un tiempo espiratorio del 65%. Posteriormente, se describieron las maniobras con titulación de PEEP con inicio desde 0 cm de H₂O e incrementos progresivos de 5 cm de H₂O, hasta alcanzar valores de 15 cm de H₂O, manteniéndolo por 10 ciclos respiratorios, para posteriormente descender progresivamente hasta un valor de PEEP necesario (En pacientes sanos de 5 cm de H₂O) (8) (27).

La evidencia científica hasta el momento, ha mostrado que el uso de las estrategias de reclutamiento alveolar asociado con la ventilación protectora, ha disminuido el número de atelectasias en el postoperatorio, con mejoría en los índices de oxigenación dado por parámetros clínicos de monitoreo, imagenológicos, oximétricos y gasimétricos y desenlaces sin embargo, no se ha logrado establecer cuál de las diferentes estrategias de reclutamiento alveolar es más adecuada y efectiva en paciente previamente sano. (29)

En cuanto a las complicaciones asociadas a las maniobras de reclutamiento pulmonar, se encuentran principalmente las alteraciones hemodinámicas como los cambios en la tensión arterial y la frecuencia cardíaca, con aumento o requerimiento de vasoactivos y en muy bajos casos se observó neumotórax durante este procedimiento. (29)

4. Planteamiento del problema

Las complicaciones pulmonares peri operatorias ocurren hasta en un 5% de los pacientes llevados a procedimientos bajo anestesia general, favoreciendo desenlaces respiratorios adversos en el postquirúrgico, ocasionando consecuencias negativas para el paciente y los servicios de atención (1).

En los pacientes sometidos a procedimientos quirúrgicos bajo anestesia general, se evidencian atelectasias hasta en un 90% y reducción de la capacidad residual funcional de alrededor del 20% (2) (4), lo que genera trastornos en la oxigenación, intercambio gaseoso y mecánica respiratoria (2). Las atelectasias son consideradas la principal causa de hipoxemia peri operatoria, y pueden persistir por horas e inclusive días después del procedimiento quirúrgico asociándose con aumento de la morbilidad (5).

La hipoxemia postoperatoria es una complicación conocida y bien documentada en la práctica de la medicina perioperatoria, en su mayoría, observada en pacientes con patología pulmonar y torácica previa, sin embargo, se encuentra asociada también a muchos procedimientos realizados bajo anestesia general en pacientes sanos. Se ha llegado a estimar la incidencia de complicación hasta en un 55% (6) (7).

Se han propuesto distintas estrategias terapéuticas con el fin de disminuir y tratar el desarrollo de atelectasias (7) (8). En la actualidad las maniobras de reclutamiento pulmonar se consideran como una herramienta útil para disminuir la incidencia de atelectasias y sus complicaciones, con un beneficio que ha sido demostrado en los pacientes con patología pulmonar restrictiva en las unidades de cuidado intensivo (UCI), San Román, et al, realizó un estudio en pacientes con Síndrome de Distress Respiratorio del Adulto (SDRA), en donde evidenció un aumento del volumen corriente, posterior al uso del reclutamiento

alveolar, lo cual se correlacionó directamente con la mejoría en la oxigenación (9) (10) (11).

El reclutamiento alveolar es un conjunto de técnicas que tienen como base el aumento de la presión transpulmonar de forma sostenida, llevando a la expansión de alveolos colapsados, aumentando a su vez la liberación de surfactante activo restaurando la estabilidad alveolar, utilizado en cerca del 100% de pacientes llevados a cirugía bajo anestesia general (12) (13). Sin embargo, al día de hoy, no hay estudios que demuestren la reducción de complicaciones postoperatorias, ni un beneficio del pronóstico del paciente sin patología pulmonar aguda o crónica que es llevado a cirugía bajo anestesia general, así como tampoco estudios que comparen cual es la mejor estrategia de reclutamiento alveolar (14). La realización de maniobras de reclutamiento pulmonar de manera estática o escalonada podría llevar a una disminución en las complicaciones clínicas postoperatorias, con una mejoría en la oxigenación y menor estancia hospitalaria (15). Se realizó una búsqueda sistemática en bases de datos como PUBMED, donde pudimos evidenciar la carencia de artículos nacionales o internacionales publicados acerca del tema a estudio, por lo cual el trabajo a presentar representa una base científica para futuros estudios en diferentes procedimientos quirúrgicos, razón por la cual fueron incluidos todos los procedimientos a excepción de neurocirugía y cirugía de tórax.

El propósito de la investigación es conocer si las maniobras de reclutamiento pulmonar estático o escalonado durante procedimientos bajo anestesia general, mejoran la oxigenación, la mecánica pulmonar de los pacientes y cuál de estas podría considerarse como una estrategia más efectiva.

4.1. Pregunta de investigación.

1. ¿Cuál es el efecto en la oxigenación y recuperación post anestésica, de las maniobras de reclutamiento pulmonar, en pacientes pulmonarmente sanos, llevados a procedimientos quirúrgicos bajo anestesia general, durante 3 meses en el año 2019?

5. Justificación

El desarrollo de este trabajo permitirá establecer el beneficio que podrían tener el uso de maniobras de reclutamiento pulmonar en pacientes sin antecedentes de enfermedad pulmonar que serán llevados a cirugía. Esta mejoría sería principalmente en los parámetros de oxigenación y uso de soporte suplementario de oxígeno en el postoperatorio. Lo cual, de demostrarse, disminuiría tiempos de estancia en unidad de cuidado postanestésico y hospitalización.

Además, este trabajo se realizará sin uso de monitoria de alta complejidad ni intervenciones avanzadas, por lo tanto, podría realizarse mediciones similares en casi cualquier sitio de nuestro país, donde se cuente con una máquina de anestesia y laboratorio básico.

6. Objetivos.

6.1. *Objetivo General.*

Describir los efectos de las maniobras de reclutamiento pulmonar (estático vs dinámico) intraoperatorio sobre la oxigenación y mecánica respiratoria en el postoperatorio de pacientes sanos llevados a cirugía mayor, bajo anestesia general, durante 3 meses en el año 2019.

6.2. *Objetivos Específicos*

- Caracterizar la población adulta pulmonarmente sana, llevada a cirugía mayor bajo anestesia general, según antropometría, demografía, valoración anestésica y quirúrgicas.
- Establecer las características de las estrategias para reclutamiento pulmonar intraoperatorio, en pacientes pulmonarmente sanos, llevados a cirugía mayor, bajo anestesia general.
- Comparar la oxigenación en el intra y postoperatorio entre pacientes a los cuales se les realiza reclutamiento alveolar (estático, escalonado) y pacientes sin maniobras de reclutamiento
- Comparar el tiempo de recuperación postanestésica entre los grupos de pacientes.
- Comparar los cambios en las presiones pulmonares medidas por el ventilador mecánico, entre los tres grupos de pacientes.

7. Propósito

El propósito del estudio es determinar cuál estrategia respiratoria y de reclutamiento puede ser el mejor complemento de la ventilación protectora, mejorando los desenlaces en pacientes sometidos a procedimientos quirúrgicos bajo anestesia general.

8. Aspectos metodológicos

8.1. *Tipo y diseño general del estudio*

- Estudio observacional de cohorte transversal, con enfoque cuantitativo

8.2. *Tipo de Estudio*

Estudio observacional de tipo cohorte transversal. Se analizaron los registros de historia clínica (record de anestesia y registros de Unidad de Recuperación Postanestésica) de pacientes pulmonarmente sanos llevados a cirugía bajo anestesia general y se compararon parámetros de mecánica ventilatoria registrados en el intraoperatorio, mediciones de la oxigenación durante el pre, intra y post-operatorio, así como de la duración del tiempo de permanencia en unidad de cuidado post anestésico y hospitalización entre los pacientes a los que se les realizaron maniobras de reclutamiento pulmonar estático, escalonado y los pacientes a los que no se les realizaron dichas maniobras.

8.3. *Población*

- Universo: Pacientes adultos pulmonarmente sanos llevados a cirugía, durante 3 meses del año 2019.
- Población blanco: Pacientes adultos sin enfermedad pulmonar llevados a cirugía con una duración mayor de una hora, con intubación orotraqueal - nasotraqueal, bajo anestesia general, durante 3 meses del año 2019.
- Población elegible: Pacientes adultos pulmonarmente sanos, sometidos a cirugía, con intubación orotraqueal - nasotraqueal, bajo anestesia general, cuya duración sea mayor a una hora, en La Unidad de Servicios de Salud Simón Bolívar, durante 3 meses del año 2019.

- Población de estudio: Pacientes adultos pulmonarmente sanos, que sean sometidos a cirugía diferente a cirugía de tórax y neurocirugía, intubados, bajo anestesia general, cuya duración sea mayor a una hora, en La Unidad De Servicios De Salud Simón Bolívar que participen en el estudio, durante 3 meses del año 2019.

8.4. *Tamaño y diseño muestral.*

Teniendo en cuenta que el estudio es una corte transversal no requiere cálculo de la muestra, sin embargo, se calculó para tener un grupo representativo y será por conveniencia. Para el cálculo del tamaño muestral se usó el software gratuito para estadísticas sobre epidemiología OpenEpi, versión 3.01.

Partiendo con la definición de hipoxemia según valores de saturación de oxígeno (saO₂) en recuperación postanestésica con un promedio de 90% en el grupo control (sin reclutamiento alveolar) VS el grupo de intervención (maniobras de reclutamiento) con una saturación de oxígeno (saO₂) de 88% (31), con una diferencia de 8% entre ambos grupos, durante el cálculo del tamaño muestral se usó un intervalo de confianza del 96%, con un poder del 80%, y una razón entre grupos de 1:1, que nos arrojó un tamaño muestra del 140 pacientes, al cual se le adiciona un 10% más por posibles pérdidas dando un total de 154 pacientes.

Para calcular el tamaño de la muestra se utilizó el *software* gratuito y de código abierto para estadísticas sobre epidemiología OpenEpi, versión 3.01.

Tabla 1. Cálculo de tamaño muestral.

	GRUPO 1	GRUPO 2	DIFERENCIA
MEDIA	88	96	-8
DESVIACION ESTÁNDAR	15.34	18.23	
VARIANZA	235.316	332.333	

Intervalo de confianza (2 lados) 95%.

Potencia: 80%.

Razón del tamaño de la muestra (grupo 2/grupo 1) 1

TAMAÑO MUESTRA DEL GRUPO 1: 70.

TAMAÑO MUESTRA DEL GRUPO 2: 70.

TAMAÑO TOTAL DE LA MUESTRA: 140.

Adicionalmente se realizó un análisis estratificado del grupo de reclutamiento alveolar (dividiendo las variables independientes de reclutamiento alveolar estático vs escalonado) y las diferencias encontradas entre estos subgrupos en cuanto a saturación de oxígeno y estancia en recuperación postanestésica.

La muestra se recaudó a partir de la programación diaria de salas de cirugía de La Unidad de Servicios de Salud Simón Bolívar, la cual es aproximadamente de 18 cirugías diarias en promedio, de las cuales 10 cumplirán con los criterios de selección por lo cual teniendo en cuenta la programación de cirugía actual tomaría 12 semanas aproximadamente la toma

de la muestra. En el programa estadístico Excel 2016, se realizará la asignación de grupos de pacientes de forma aleatoria.

8.5. *Criterios de admisión*

- Criterios de Inclusión:

- Pacientes con edad ≥ 18 años
- Pacientes con clasificación ASA I a III.
- Cirugía programada ≥ 1 hora
- Anestesia general e intubación orotraqueal o nasotraqueal.

- Criterios de Exclusión

- Pacientes oxígeno-requiere o con patología pulmonar conocida
- Pacientes llevados a procedimientos bajo anestesia general y manejo de vía aérea con dispositivos supra glóticos.
- Pacientes con índice de masa corporal (IMC) ≥ 35 kg/m²
- Pacientes con hipertensión endocraneana.
- Pacientes con inestabilidad hemodinámica (presión arterial sistólica menor de 90 mmHg o presión arterial media menor de 55 mmHg).
- Pacientes en estado de embarazo
- Condición que impida la medición de la saturación de oxígeno en los dedos (paciente quemado).
- Cirugía de tórax o neurocirugía.
- Cirugía abdominal laparoscópica

- Cirugía que termine antes de 1 hora.
- Cirugía en la que no se utilicen estrategias de protección pulmonar:
 - 1. Volumen corriente entre 6 y 8 mL/Kg de peso ideal
 - 2. Presión pico menor de 35 cmH₂O
 - 3. PEEP de 5 cmH₂O
 - 4. Fracción inspirada de oxígeno entre 50 y 70%
 - 5. Frecuencia respiratoria para mantener EtCO₂ entre 30 y 35 mmHg

8.6. Recolección de la muestra

8.6.1. Fuentes de información

Los datos antropométricos y demográficos se obtuvieron de la historia clínica del paciente, los datos de ventilación y monitoria de signos vitales del record de anestesia, en donde se registra si fue o no realizada una maniobra de reclutamiento alveolar por el anesthesiólogo en el procedimiento quirúrgico, también se tomaron datos del formato de control de signos vitales de recuperación post anestésica, los cuales son documentos de fuente de información primaria en donde no se tiene contacto o manipulación alguna con los pacientes.

8.6.2. Instrumento de recolección de información

Se anotaron los datos de cada paciente en un formulario individual con la información necesaria, y de manera simultánea se ingresaron los datos en la base de datos creada en Excel.

Recolección de Datos

Inicialmente se revisaron las historias clínicas de los pacientes que cumplan con los criterios de selección previamente descritos, luego, se tomaron datos demográficos y sociales de la historia clínica del paciente. Posteriormente, se recolectaron parámetros ventilatorios (PEEP; frecuencia respiratoria, Volumen corriente, presión meseta, distensibilidad pulmonar, presión pico) y signos vitales previo a la inducción anestésica, durante el transoperatorio y en la sala de recuperación. Igualmente, en el formato de recolección de datos, se incluyó la técnica anestésica, el uso de maniobras de reclutamiento alveolar, el tiempo de ventilación mecánica, la estancia en Unidad de Cuidado Postanestésico y el tipo de cirugía realizada.

8.7. Sesgos

Sesgo de selección: Se pudo presentar este sesgo en la selección de los pacientes pues se trata de una muestra por conveniencia todos los pacientes que cumplan los criterios de inclusión ingresaran al estudio por lo que el sesgo pudo estar presente.

Sesgo de información: pudo presentarse este sesgo dado que los datos se tomaron de la historia clínica y son resultado de la anotación de monitores de ventilación mecánica y registros de enfermería en recuperación post anestésica de monitores de signos vitales los cuales pueden tener errores en calibración y generar datos erróneos. Por lo cual se verificó con el equipo biomédico de La Unidad de Servicios de Salud Simón Bolívar las certificaciones y protocolo de calibrado de los monitores y máquinas de anestesia, hay dos tipos de máquinas Spacelab y Draguer, las primeras con revisión trimestral recomendado

por el manual y las segundas con revisión cada 4 meses con la empresa, los monitores tienen calibración cada 3 meses.

Sesgo de confusión: pudo presentarse por las variaciones sociodemográficas como la procedencia y estatus social de los pacientes, que pueden relacionarse con los resultados o factores asociados a los desenlaces. Así mismo, la FiO₂ al 100% utilizada por el anestesiólogo durante la maniobra de reclutamiento, es un sesgo de confusión, ya que las fracciones inspiradas de oxígeno altas, son un factor de riesgo para el desarrollo de atelectasias. Igualmente, es importante tener en cuenta la intubación bronquial o selectiva, que puede generar cambios negativos en la recuperación postanestésica por la ventilación unipulmonar (31)

9. Plan de análisis de los resultados

9.1. Descripción de variables

Maniobra de reclutamiento pulmonar: variable independiente principal que va determinar la asignación principal de grupo.

Maniobra de reclutamiento pulmonar escalonado: Variable independiente secundaria, define la asignación de grupo.

Reclutamiento pulmonar estático: variable independiente secundaria, define la asignación de grupo.

Características demográficas, antropométricas: Variables independientes. Condiciones propias de los pacientes del estudio. Pueden ejercer cierto efecto sobre el desenlace como variable de interacción (p. ej. edad e IMC) o como variable de confusión (p. ej. procedencia).

Tipo de procedimiento quirúrgico e intervenciones anestésicas: Variables independientes dadas por intervenciones quirúrgicas y anestésicas que se realizan cuando los pacientes son llevados a cirugía. Algunas pueden ejercer interacción, por ejemplo, en las cirugías abdominales laparoscópicas, por la presencia de CO₂ en cavidad abdominal, la cual genera un aumento de presión en la misma, ocasionando disminución de la compliance y la

capacidad pulmonar esto evidenciándose con un aumento del shunt intrapulmonar y el espacio muerto por redistribución de flujo. (32)

Mecánica ventilatoria: Variables dependientes producido por los cambios de la distensibilidad pulmonar estática y dinámica del pulmón durante la ventilación mecánica del paciente y que pueden ser afectadas por las características propias del paciente, de la cirugía y maniobra de reclutamiento.

Oxigenación: Variables dependientes que serán medidas en diferentes momentos en el preoperatorio, intraoperatorio- y postoperatorio. La principal variable será la saturación de oxígeno tomada mediante pulso oximetría.

Tiempos en recuperación y hospitalización: Variables de desenlace que corresponderán a la duración del paciente en unidad de cuidado postanestésico antes de ser dado de alta o trasladado a hospitalización, y al tiempo de hospitalización.

Tabla 2. Tabla de variables.

Nombre	Definición conceptual	Definición operacional	Escala de medición
Identificación	Número único usado para la identificación y reconocimiento de los ciudadanos.	Numero de documento de identificación de los pacientes	Cualitativa, nominal
Maniobra de Reclutamiento	Estrategia ventilatoria para evitar el colapso alveolar	Realización o no de maniobras de reclutamiento pulmonar	Cualitativa, nominal, dicotómica No Si
Maniobra de Reclutamiento estático	Estrategia ventilatoria para evitar el colapso alveolar, mediante ajuste de PEEP, insuflación sostenida de la vía aérea	Realización maniobras de reclutamiento pulmonar estático	Cualitativa, nominal, dicotómica No. Si.
Maniobra de Reclutamiento escalonado	Estrategia ventilatoria para evitar el colapso alveolar, de forma ascendente y descendente ajustando PEEP del ventilador,	Realización maniobras de reclutamiento pulmonar escalonado	Cualitativa, nominal, dicotómica 0.No. 1.Si.
Edad	Edad en años cumplidos del paciente	Años cumplidos.	Cuantitativa, Continua, por años
Talla	Altura de una persona en metros	Talla en metros	Cuantitativa, de intervalo, continúa. Por metros
Peso Ideal	Peso optimo que debería tener una persona según edad, talla y sexo	Cálculo del peso ideal de los pacientes según formula de Broca	Cuantitativo, de intervalo, discreta Por kilogramos
Peso Actual	Acción de la gravedad de la tierra sobre los cuerpos. Medido en kilogramos.	Peso del paciente en kilogramos medidos por una báscula.	Cuantitativa, de intervalo, discreta. Por kilogramos

IMC	Cantidad de masa que tiene un individuo según su altura.	Peso en kilogramos sobre altura en metros al cuadrado.	Cuantitativa, discreta. Medido en kg/m^2
Sexo	Variable biológica que clasifica a la población en hombres y mujeres	Sexo según documento de identificación	Cualitativa, nominal, dicotómica Masculino Femenino
Procedencia	Lugar geográfico de origen de una persona.	Lugar geográfico de procedencia del paciente según altitud	Cualitativa, nominal, según msnm < 1000 msnm 1000 a 2000 msnm > 2000 msnm
Frecuencia Respiratoria	Número de respiraciones que realiza un ser vivo en un minuto	Respiraciones proporcionadas por el ventilador por minuto	Cuantitativa, de razón, medidas en respiraciones por minuto (rpm). Por ej: 12rpm
Volumen corriente	Volumen de aire que se moviliza entre una inspiración y espiración normal sin esfuerzo.	Volumen por respiración proporcionado por ventilador	Cuantitativa, de razón, por ml/kg . Por ej: 6ml/kg
Presión Pico 0	Es la máxima presión registrada durante la ventilación a volumen corriente.	Presión máxima al suministrar el volumen corriente previo a maniobras de reclutamiento post intubación.	Cuantitativa, de razón, medida en centímetros de Agua ($\text{cm H}_2\text{O}$)
Presión de meseta de vía área 0	Es la presión medida al final de la fase inspiratoria, tras la realización de un tiempo de pausa.	Presión en pausa inspiratoria al 50% previo a maniobras de reclutamiento post intubación	Cuantitativa, de razón, medida en centímetros de agua ($\text{cm H}_2\text{O}$)
PEEP	Presión positiva al final de la espiración, que evita el colapso alveolar	PEEP medida por el ventilador	Cuantitativa, de razón, medida en centímetros de agua ($\text{cm H}_2\text{O}$).
FIO2	Porcentaje de oxígeno en la mezcla de gases inspirados (entre 60 – 80%)	Fracción inspirada de oxígeno aportada al paciente para mantener	Cuantitativa, de razón, en porcentaje. Por ej: 70%

			adecuada saturación de oxígeno.
CO2	Medida del dióxido de carbono (CO2) en la vía aérea de un paciente durante la respiración	Capnografía registrada	Cuantitativa, de razón, en milímetros de Mercurio (mmHg). Por ej: 35mmHg.
Distensibilidad Pulmonar Dinámica 0	Capacidad del pulmón de dejarse distender por cambios de volumen, según diferentes presiones, durante la ventilación pulmonar	Cambio volumen por cambio de presión (VT / Presión pico - PEEP) previo a maniobras de reclutamiento post intubación	Cuantitativa, de razón. En mililitros por centímetros de agua (ml/ cm H ₂ O)
Distensibilidad Pulmonar Estática 0	Capacidad del pulmón de dejarse distender por cambios de volumen, según diferentes presiones, durante las pausas respiratorias.	Cambio volumen por cambio de presión (Volumen corriente / Presión de meseta de vía área - PEEP) previo a maniobras de reclutamiento post intubación	Cuantitativa, de razón. En mililitros por centímetros de agua (ml/ cm H ₂ O)
Presión Pico 1	Es la máxima presión registrada durante la ventilación a volumen corriente.	Presión máxima al suministrar el volumen corriente posterior a maniobras de reclutamiento post intubación	Cuantitativa, de razón, medida en centímetros de Agua (cm H ₂ O)
Presión de meseta de vía área 1	Es la presión medida al final de la fase inspiratoria, tras la realización de un tiempo de pausa.	Presión en pausa inspiratoria al 50% posterior a maniobras de reclutamiento post intubación	Cuantitativa, de razón, medida e centímetros de agua (cm H ₂ O)
Distensibilidad Pulmonar Dinámica 1	Capacidad del pulmón de dejarse distender por cambios de volumen, según diferentes presiones, durante la ventilación pulmonar	Cambio volumen por cambio de presión (VT / Presión pico - PEEP) posterior a maniobras de reclutamiento post intubación	Cuantitativa, de razón. En mililitros por centímetros de agua (ml/ cm H ₂ O)

Distensibilidad Pulmonar Estática 1	Capacidad del pulmón de dejarse distender por cambios de volumen, según diferentes presiones, durante las pausas respiratorias.	Cambio volumen por cambio de presión (Volumen corriente / Presión de meseta de vía área - PEEP) posterior a maniobras de reclutamiento post intubación	Cuantitativa, de razón. En mililitros por centímetros de agua (ml/ cm H ₂ O)
FC 0	Cantidad de veces que el corazón late por minuto.	Frecuencia cardíaca antes de maniobras de reclutamiento post intubación.	Cuantitativa, de razón. Medida en latidos por minuto (lpm). Por ej: 75lpm
PAM 0	Es la presión arterial promedio en un ciclo cardíaco completo. La media aritmética entre la presión arterial sistólica y diastólica.	Presión arterial media antes de maniobras de reclutamiento	Cuantitativa, de razón, medida en milímetros de mercurio (mmHg). Por ej: 65mmHg
FC 1	Cantidad de veces que el corazón late por minuto.	Frecuencia cardíaca posterior a maniobras de reclutamiento post intubación	Cuantitativa, de razón. Medida en latidos por minuto (lpm). Por ej: 75lpm
PAM 1	Es la presión arterial promedio en un ciclo cardíaco completo. La media aritmética entre la presión arterial sistólica y diastólica.	Presión arterial media posterior a maniobras de reclutamiento post intubación	Cuantitativa, de razón, medida en milímetros de mercurio (mmHg). Por ej: 65mmHg
Presión Pico 2	Es la máxima presión registrada durante la ventilación a volumen corriente.	Presión máxima al suministrar el volumen corriente previo a maniobras de reclutamiento preextubación.	Cuantitativa, de razón, medida en centímetros de Agua (cm H ₂ O)
Presión de meseta de vía área 2	Es la presión medida al final de la fase inspiratoria, tras la realización de un tiempo de pausa.	Presión en pausa inspiratoria al 50% previo a maniobras de reclutamiento preextubación.	Cuantitativa, de razón, medida en centímetros de Agua (cm H ₂ O)

Distensibilidad Pulmonar Dinámica 2	Capacidad del pulmón de dejarse distender por cambios de volumen, según diferentes presiones, durante la ventilación pulmonar	Cambio volumen por cambio de presión (VT / Presión pico - PEEP) previo a maniobras de reclutamiento preextubación	Cuantitativa, de razón. En mililitros por centímetros de agua (ml/ cm H ₂ O)
Distensibilidad Pulmonar Estática 2	Capacidad del pulmón de dejarse distender por cambios de volumen, según diferentes presiones, durante las pausas respiratorias.	Cambio volumen por cambio de presión (Volumen corriente / Presión de meseta de vía área - PEEP) previo a maniobras de reclutamiento preextubación	Cuantitativa, de razón. En mililitros por centímetros de agua (ml/ cm H ₂ O)
Presión Pico 3	Es la máxima presión registrada durante la ventilación a volumen corriente.	Presión máxima al suministrar el volumen corriente posterior a maniobras de reclutamiento preextubación	Cuantitativa, de razón, medida en centímetros de Agua (cm H ₂ O)
Presión de meseta de vía área 3	Es la presión medida al final de la fase inspiratoria, tras la realización de un tiempo de pausa.	Presión en pausa inspiratoria al 50% posterior a maniobras de reclutamiento preextubación	Cuantitativa, de razón, medida en centímetros de Agua (cm H ₂ O)
Distensibilidad Pulmonar Dinámica 3	Capacidad del pulmón de dejarse distender por cambios de volumen, según diferentes presiones, durante la ventilación pulmonar	Cambio volumen por cambio de presión (VT / Presión pico - PEEP) posterior a maniobras de reclutamiento preextubación	Cuantitativa, de razón, medida en centímetros de Agua (cm H ₂ O)
Distensibilidad Pulmonar Estática 3	Capacidad del pulmón de dejarse distender por cambios de volumen, según diferentes presiones, durante las pausas respiratorias.	Cambio volumen por cambio de presión (Volumen corriente / Presión de meseta de vía área - PEEP) posterior a maniobras de reclutamiento preextubación.	Cuantitativa, de razón. En mililitros por centímetros de agua (ml/ cm H ₂ O)

FC 2	Cantidad de veces que el corazón late por minuto.	Frecuencia cardiaca antes de maniobras de reclutamiento preextubación.	Cuantitativa, de razón. Medida en latidos por minuto (lpm). Por ej: 75lpm
PAM 2	Es la presión arterial promedio en un ciclo cardiaco completo. La media aritmética entre la presión arterial sistólica y diastólica.	Presión arterial media antes de maniobras de reclutamiento preextubación	Cuantitativa, de razón, medida en milímetros de mercurio (mmHg). Por ej: 65mmHg
FC 3	Cantidad de veces que el corazón late por minuto.	Frecuencia cardiaca posterior a maniobras de reclutamiento preextubación.	Cuantitativa, de razón. Medida en latidos por minuto (lpm). Por ej: 75lpm
PAM 3	Es la presión arterial promedio en un ciclo cardiaco completo. La media aritmética entre la presión arterial sistólica y diastólica.	Presión arterial media posterior a maniobras de reclutamiento preextubación	Cuantitativa, de razón, medida en milímetros de mercurio (mmHg). Por ej: 65mmHg
SaO2 0	Cantidad, en porcentaje, de unión de oxígeno a la hemoglobina.	Saturación arterial de oxígeno al ingreso, sin preoxigenar, medido por pulsooximetria.	Cuantitativa, de razón, medida en porcentaje. Por ej: 90%
SaO2 1	Cantidad, en porcentaje, de unión de oxígeno a la hemoglobina.	Saturación arterial de oxígeno previo a la maniobra de reclutamiento post intubación, medido por pulsooximetria.	Cuantitativa, de razón, medida en porcentaje. Por ej: 90%
SaO2 2	Cantidad, en porcentaje, de unión de oxígeno a la hemoglobina	Saturación arterial de oxígeno posterior a la maniobra de reclutamiento post intubación, medido por pulsooximetria.	Cuantitativa, de razón, medida en porcentaje. Por ej: 90%
SaO2 3	Cantidad, en porcentaje, de unión de oxígeno a la hemoglobina	Saturación arterial de oxígeno previo a la maniobra de reclutamiento	Cuantitativa, de razón, medida en porcentaje. Por ej: 90%

		preextubación, medido por pulsooximetría.	
SaO ₂ 4	Cantidad, en porcentaje, de unión de oxígeno a la hemoglobina	Saturación arterial de oxígeno posterior a la maniobra de reclutamiento preextubación, medido por pulsooximetría.	Cuantitativa, de razón, medida en porcentaje. Por ej: 90%
SaO ₂ 5	Cantidad, en porcentaje, de unión de oxígeno a la hemoglobina	Saturación arterial de oxígeno a la llegada a recuperación, medido por pulsooximetría.	Cuantitativa, de razón, medida en porcentaje. Por ej: 90%
SaO ₂ 6	Cantidad, en porcentaje, de unión de oxígeno a la hemoglobina	Saturación arterial de oxígeno a los 15 minutos en recuperación, medido por pulsooximetría.	Cuantitativa, de razón, medida en porcentaje. Por ej: 90%
SaO ₂ 7	Cantidad, en porcentaje, de unión de oxígeno a la hemoglobina	Saturación arterial de oxígeno a los 30 minutos en recuperación, medido por pulsooximetría.	Cuantitativa, de razón, medida en porcentaje. Por ej: 90%
SaO ₂ 8	Cantidad, en porcentaje, de unión de oxígeno a la hemoglobina	Saturación arterial de oxígeno a los 45 minutos en recuperación, medido por pulsooximetría.	Cuantitativa, de razón, medida en porcentaje. Por ej: 90%
SaO ₂ 9	Cantidad, en porcentaje, de unión de oxígeno a la hemoglobina	Saturación arterial de oxígeno a los 60 minutos en recuperación, medido por pulsooximetría.	Cuantitativa, de razón, medida en porcentaje. Por ej: 90%
SaO ₂ 10	Cantidad, en porcentaje, de unión de oxígeno a la hemoglobina	Saturación arterial de oxígeno a los 90 minutos en recuperación, medido por pulsooximetría.	Cuantitativa, de razón, medida en porcentaje. Por ej: 90%

Reclutamiento adicional	Estrategia ventilatoria para evitar el colapso alveolar	Requerimiento de maniobras reclutamiento adicionales	Cualitativa, de nominal, dicotómica No Si
Técnica Anestésica	Forma en la cual se administra el anestésico al paciente para un procedimiento quirúrgico.	Técnica anestésica usada para el procedimiento	Cualitativa, nominal Balanceada Endovenosa Inhalada
Tiempo en ventilación mecánica	Tiempo en minutos desde la intubación hasta la extubación.	Minutos que el paciente estuvo con soporte ventilatorio invasivo.	Cuantitativa, de razón, en minutos.
Tiempo Recuperación	Tiempo en minutos sala de recuperación post anestésica (PACU)	Minutos que el paciente duró en sala de recuperación post anestésica.	Cuantitativa, de razón, en minutos.
Tiempo Hospitalización	Tiempo de hospitalización del paciente.	Horas que el paciente estuvo en hospitalización	Cuantitativa, de razón, en horas
Frecuencia respiratoria postoperatoria	Número de respiraciones que realiza un ser vivo en un minuto	Frecuencia respiratoria al ingreso a recuperación	Cuantitativa, de razón, medidas en respiraciones por minuto (rpm). Por ej: 12rpm
Oxígeno suplementario en cuidado post anestésico	Medida terapéutica en la cual se administra oxígeno en concentraciones mayores a las del ambiente.	Tiempo necesario de oxígeno suplementario en cuidado postanestésico para mantener una SaO ₂ >89%	Cuantitativa, de razón, en minutos
Tipo de cirugía	Abordaje quirúrgico realizado a un paciente con el fin de realizar una medida diagnóstica o terapéutica.	Tipo de cirugía a la cual es sometido el paciente	Cualitativa Abdominal Abierta Columna Ortopédica–No columna Urología ORL Plástica Otras

9.2. *Análisis estadístico*

Inicialmente se seleccionará el programa estadístico IBM- SPSS versión 25, donde se introducirán los datos de las variables previamente recolectadas. Para las variables cuantitativas, se obtendrán medidas de centralización y dispersión. Para las variables cualitativas se obtendrán frecuencias y gráficas.

Se realizarán pruebas de significancia estadística, Chi-cuadrado para determinar el grado de dependencia entre las variables seleccionadas.

Se realizará una comparación entre las variables (dinámicas y estáticas), con el fin de concluir cuáles tienen mejores resultados.

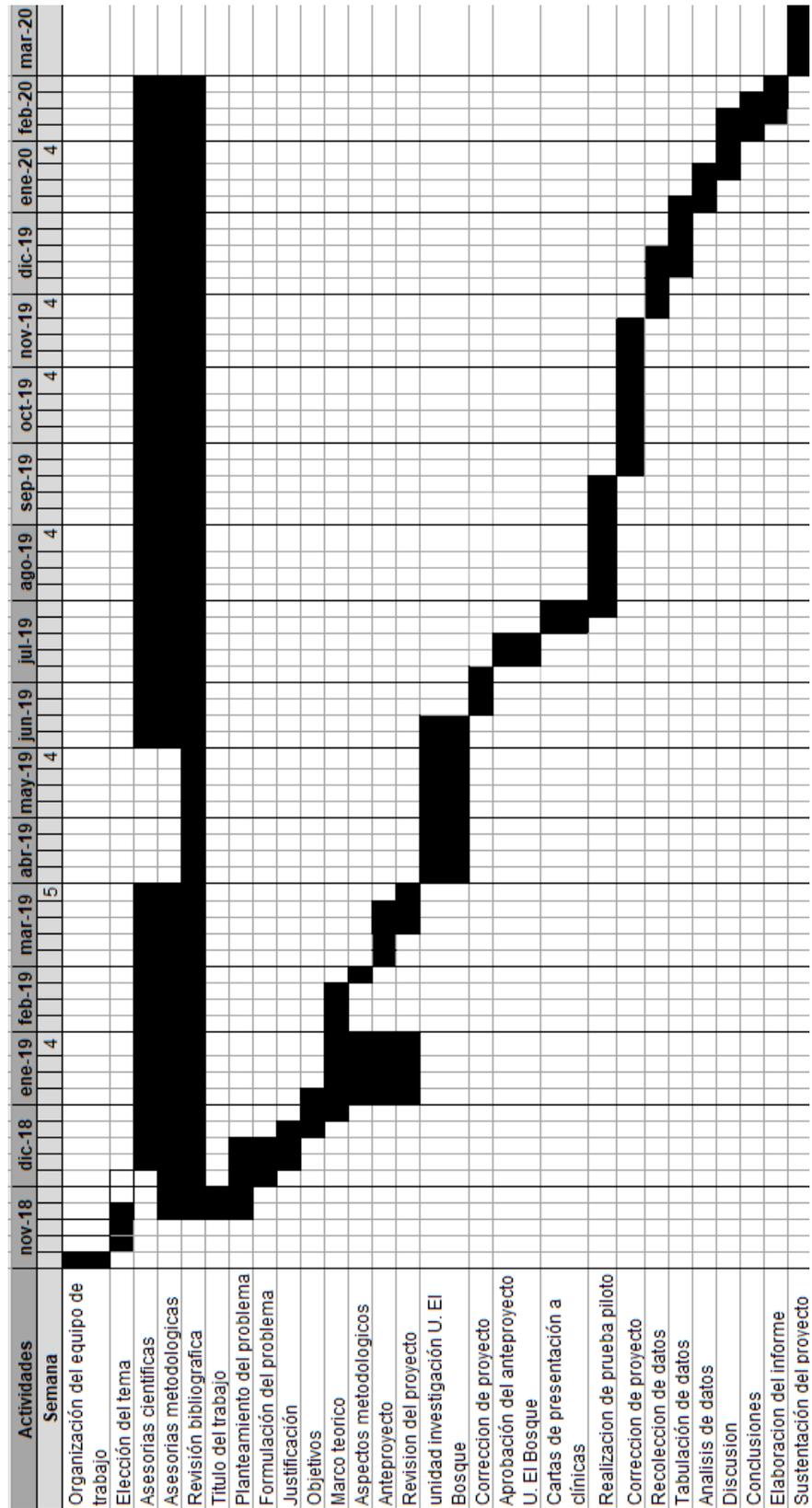
10. Aspectos éticos

Según el informe de Belmont y haciendo referencia a los principios básicos que allí se plantean, la información obtenida en el trabajo de investigación será obtenida con total anonimato y reservada únicamente con fines educativos e investigativos, respetando la privacidad de cada uno de los participantes.

Teniendo en cuenta la resolución 8430 de 1993 en donde se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud (33) se asegura que los participantes de la investigación, que este estudio no causara ningún tipo de daño físico psicológico o social debido a que no hay exposición a estos durante la investigación, por lo tanto, es una investigación sin ningún tipo de riesgo.

También se asegura que la información recolectada de todos los participantes se usa de manera justa y equitativa sin ningún tipo de discriminación y dado que es un estudio sin riesgo los investigadores se abstienen del mismo de acuerdo artículo 16 parágrafo primero de la resolución No. 008430 de 1993 del Ministerio de Salud de la República de Colombia (33)

11. Cronograma



12. Presupuesto

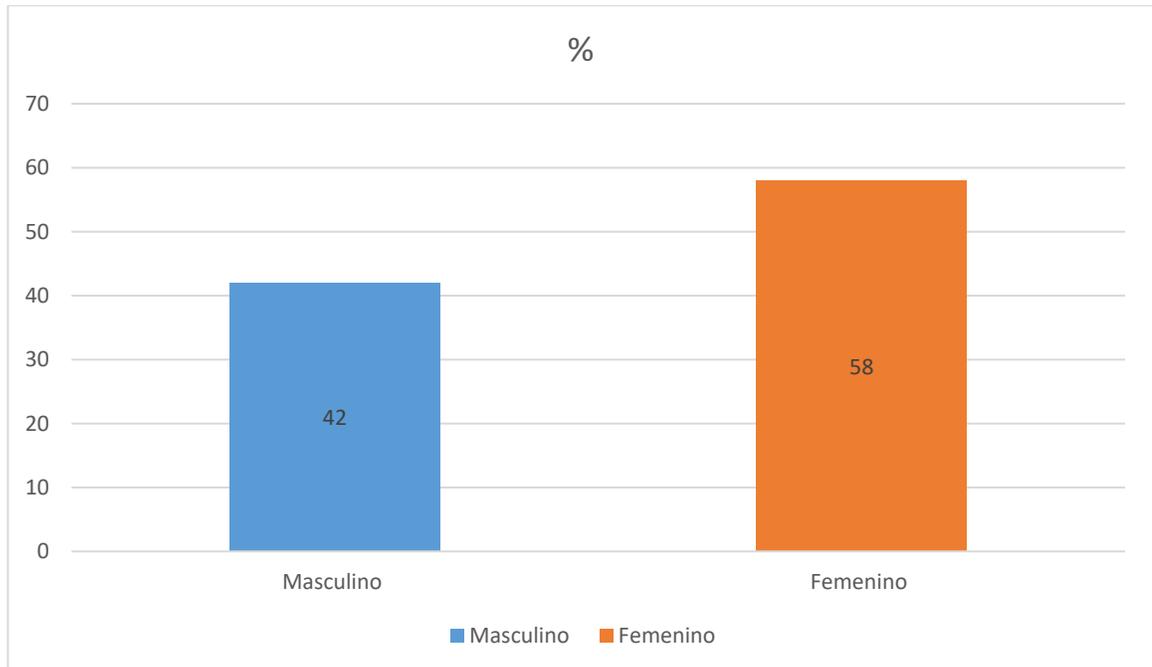
Tabla 3. Presupuesto del proyecto.

	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR INDIVIDUAL	VALOR TOTAL
PERSONAL				
Transportes	100	Para desplazamiento a hospital de los investigadores	2500	250.000
Investigadores	2	Honorarios investigadores	1500000	3000000
TOTAL PERSONAS	2			
MATERIALES				
<i>Papelería</i>				
Resma de papel hoja carta	2	Impresión de informes, protocolos, y consentimientos	9.000	18.000
Esferos	10	Recolección de datos	500	5000
Carpetas	5	Presentación de informes y protocolos	100	500
Cartuchos (tinta)	1	Impresiones	60.000	60.000
<i>Equipo</i>				
Computador	2	Tabulación y manejo de información	1'500.000	3'000.000
Software office	2	Tabulación y manejo de información	100.000	200.000
Impresora	1	Impresiones de encuestas y protocolos	600.000	600.000
TOTAL GENERAL				7'133.500

13. Resultados

Se recolectó una muestra de 140 pacientes, de los cuales el 42% fueron hombres y el 58% mujeres con un total de datos recolectados de 4.704. La muestra se dividió en 2 grupos, el primer grupo consistente en 70 pacientes a los que se les realizó maniobras de reclutamiento y un segundo grupo compuesto por 70 pacientes en donde no se realizó ningún tipo de maniobra de reclutamiento.

Gráfica 1. Porcentaje de género masculino y femenino en la muestra.



Entre las cirugías practicadas durante este estudio se encontró un total de 70 cirugías abdominales, 16 ortopédicas, 3 de plástica, 11 de urología, 1 de cuello y 24 de otras.

El primer grupo de pacientes tiene una media de edad de 45 años (18 y 90 años), con una talla promedio de 1,62 (1,45 a 1,80 m), peso promedio de 63 kg (48-103 kg) con un IMC promedio de 24 (16-34 peso/talla²). En comparación con el segundo grupo donde se encontró una media de edad de 43,3 (18-82 años), una talla promedio de 1.63 metros (1.43-1.84 metros), un peso promedio de 64 Kg (45-105 Kg) y un IMC promedio de 24.1 (17.1-34.1 peso/talla²).

Entre los objetivos planteados para el presente estudio se encontraba la realización de la comparación entre las maniobras de reclutamiento alveolar estáticas con las dinámicas, sin embargo, de los 70 pacientes a los cuales se les realizó la maniobra de reclutamiento, un solo paciente fue reclutado de forma dinámica por lo cual no es posible realizar una comparación verídica.

En cuanto a parámetros de oxigenación intra operatorios la saturación de pacientes no reclutados comparado con pacientes reclutados se obtiene una media de -0,157 con un intervalo de confianza del 95 % -0,6 a 0,3 con una p 0,495.

De acuerdo a lo encontrado en la diferencia entre el tiempo de recuperación de los pacientes reclutados comparados con los reclutados se obtuvo una media de -0.807 con un intervalo de confianza del 95% -1.42 a -0.18 y una P de 0.011

Cuado se compara la media en minutos de requerimiento de oxigeno suplementario en unidad de recuperación post anestésica, con maniobras de reclutamiento alveolar se requiere 33 minutos menos de oxigeno con un IC 15,4 a 50,8 con una p significativa.

Tabla 4 Tiempo requerimiento de O2 en recuperación con y sin maniobras.

	Diferencias relacionadas				
	Media	Desviación típ.	95% Intervalo de confianza para la diferencia		Sig. (bilateral)
			Inferior	Superior	
Relación entre Paciente No reclutado/ paciente si reclutado	33,186	74,290	15,472	50,899	,000

Si hay diferencia (datos son estadísticamente significativos valor $p= 0,00 < 0,05$)

Al confrontar la saturación a los 15 minutos de la extubación en el grupo sin maniobras de reclutamiento versus pacientes con maniobras de reclutamiento se evidencia una media de -0,4 IC -1,5 y 0,5 p 0,387 y a los 30 minutos de 0,4 IC -0,3 a 1,2 p 0,240 y a los 60 minutos diferencia de media de 0,7 IC -0,04 a 1,4 p 0,066.

Tabla 5 Tiempo requerimiento de o2 en recuperación con y sin maniobras de reclutamiento alveolar.

	Diferencias relacionadas				
	Media	Desviación típ.	95% Intervalo de confianza para la diferencia		Sig. (bilateral)
			Inferior	Superior	
Par 1 no15 - si15	-,457	4,396	-1,505	,591	,387
Par 2 no30 - si30	,457	3,224	-,312	1,226	,240
Par 3 no60 - si60	,700	3,132	-,047	1,447	,066

No hay diferencia (datos no estadísticamente significativos valor $p= 0,3, 0,2$ y $0,06$)

En tanto a las presiones de la vía aérea a los 20 minutos previos a la extubación; se refiere en primer lugar a la diferencia en la presión pico de los pacientes en los que se aplicaron maniobras de reclutamiento versus a los que no se les aplicó, encontrando una media de -

0.57 con un intervalo de confianza 95% entre -1.47 y 1.35 y una P de -0.08. En segundo lugar, tenemos la diferencia entre la presión meseta de aquellos pacientes a los que se les realizó maniobras de reclutamiento y aquellos a los que no se les realizó maniobras de reclutamiento encontrando en este grupo una media de -0.7, un intervalo de confianza 95% entre -1.86 y 0.46 y una P de -0.08. En tercer lugar, tenemos como parámetro la diferencia de PEEP entre los pacientes a los que se les realizó maniobras de reclutamiento y aquellos a los que no se les realizó maniobras de reclutamiento una media de 0.129, con un intervalo de confianza 95% entre 0.001 y 0.256 y una P de 2.006.

Tabla 6. Prueba de T para dos muestras, con reclutamiento y sin reclutamiento comparación en cirugía abdominal.

	<i>Si reclutados</i>	<i>No reclutados</i>
Media	94,18181818	95,40540541
Varianza	6,403409091	13,8033033
Observaciones	33	37
Varianza agrupada	10,32100014	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	68	
Estadístico t	-1,59068012	
P(T<=t) dos colas p-value	0,116320296	>0,05
Valor crítico de t (dos colas)	1,995468931	

No hay diferencia (datos no son estadísticamente significativos valor p= >0,05)

Se realizó comparación de la saturación en recuperación entre pacientes con reclutamiento alveolar y sin reclutamiento alveolar llevados a cirugía abdominal; los cuales arrojaron una media de 94,1% y 95,4 % respectivamente con una p no significativa de 0,11.

14. Discusión

El estudio actual muestra principalmente que no hay cambios en saturación en pacientes pulmonarmente sanos con o sin maniobras de reclutamiento alveolar tanto en el intraoperatorio como en la unidad de recuperación post anestésica a los 15, 30 y 60 minutos, tampoco se encontraron cambios en las presiones de la vía aérea con y sin maniobras de reclutamiento, sin embargo, evidencia menor requerimiento de oxígeno, así como menor estancia en unidad de recuperación cuando se realizaron las maniobras de reclutamiento.

Limitaciones

Dentro de las limitaciones se enumeran:

1. Tipo de estudio ya que es observacional, el cual es posible superar al realizar posteriores investigaciones de carácter experimental o intervención.
2. La heterogeneidad de la población tanto en edad como a los procedimientos a los cuales fueron sometidos.

3. Duración de la estancia en la unidad de recuperación post anestésica dado que fue dependiente de la disponibilidad de camas en hospitalización para poder trasladar a los pacientes en el caso de requerir hospitalización o de la agilidad del trámite para el egreso en caso de pacientes ambulatorios.
4. Administración de oxígeno de forma aleatoria por parte del personal de anestesiología y no como criterio que la saturación fuera menor a 90%.

Dado que no se encontró literatura al respecto, el presente estudio es un inicio para estudios de reclutamiento alveolar en pacientes pulmonarmente sanos y sus repercusiones en parámetros de oxigenación y en estancia hospitalaria.

Se plantea la hipótesis acerca de mejoras en la oxigenación en recuperación, así como tiempos más cortos en la unidad post anestésica sin embargo sin cambios en oxigenación intraoperatoria.

15. Conclusiones

El reclutamiento alveolar tanto estático como dinámico ha sido estudiado ampliamente en la literatura en diferentes patologías, sin embargo, no se ha estudiado en pacientes pulmonarmente sanos teniendo en cuenta los cambios durante la extubación, anestesia general y el desarrollo de atelectasias como su repercusión en los tiempos de oxígeno suplementario y estancia en recuperación post anestésica.

El presente estudio observacional es un advenimiento en maniobras realizadas en pacientes sin patología pulmonar, su resultado sugiere que los tiempos de oxígeno suplementario, así como tiempo de estancia en recuperación puedan ser más cortos, sin embargo, dado el tipo de estudio y su población heterogénea en diferentes procedimientos requiere estudios de mayor peso epidemiológico para realizar una recomendación sobre el uso de maniobras de reclutamiento en pacientes sanos.

No se encontraron diferencias significativas en variables como peso, talla o IMC, en la muestra hay un predominio del género femenino; y en su mayoría se realizaron procedimientos abdominales.

Las maniobras de reclutamiento alveolar más realizada fue la estática, no se encontraron cambios significativos en los parámetros ventilatorios o presiones de la vía aérea en pacientes con reclutamiento y sin reclutamiento alveolar.

En ninguna historia clínica se documentaron complicaciones relacionadas a las maniobras de reclutamiento alveolar.

16. Referencias

1. Desborough J. The stress response to trauma and surgery. *Br J Anaesth.* 2000; 85(1): p. 109-117.
2. Hedenstierna G, Tokics L, Strandberg A, Lundquist H, Brismar B. Correlation of gas exchange impairment to development of atelectasis during anaesthesia and muscle paralysis. *Acta Anaesthesiol Scand.* 1986; 30: p. 183e91.
3. Aust H, Eberhart L, Kranke P, Arndt C. Hypoxemia after general anesthesia. *Anaesthesist.* 2012 Abril; 61(4): p. 299-309.
4. Daley M, Norman P, Colmenares M, Sandler A. Hypoxaemia in adults in the post-anaesthesia care unit. *Can J Anaesth.* 1991 Septiembre; 38(6): p. 740-6.
5. Moller J, Wittrup M, Johansen S. Hypoxemia in the postanesthesia care unit: an observer study. *Anesthesiology.* 1990 Noviembre; 73(5): p. 890-5.
6. Tusman G, Belda J. Treatment of anesthesia-induced lung collapse with lung recruitment maneuvers. *Current Anesthesia and Critical Care.* 2010; 21(5): p. 244-49.
7. Claxton B, Morgan P, McKeague H, Mulpur A, Berridge J. Alveolar recruitment strategy improves arterial oxygenation after cardiopulmonary bypass. *Anaesthesia.* 2003 Febrero; 58(2): p. 111-6.
8. Rama Maceiras P. Peri-operative atelectasis and alveolar recruitment manoeuvres. *Arch Bronconeumol.* 2010 Junio; 46(6): p. 317-24.
9. Petsinger D, Fernandez J, Davies J. What is the role of airway pressure release ventilation in the management of acute lung injury? *Respir Care Clin N Am.* 2006 Septiembre; 12(3): p. 483-8.
10. Kilpatrick B, Slinger P. Lung protective strategies in anaesthesia. *Br J Anaesth.* 2010; 105: p. 1108-116.

11. San Román J, Giannasi S, Ávila R, Saldarini F, Perman M, Butera M, et al. Efectos fisiológicos de una maniobra de reclutamiento alveolar escalonada en pacientes con SDRA en etapa precoz. *Medicina intensiva*. 2003; 27(10): p. 662-668.
12. García A, Zanella S, Koch H. Chapter 3 networks: the neuronal control of breathing. *Prog Brain Res*. 2011; 188: p. 31-50.
13. Ghaferi A, Birkmeyer J. Variation in hospital mortality associated with inpatient surgery. *N Engl J med*. 2009; 361(14): p. 1368-75.
14. Arango Granados MC, Ariza F. Ventilación protectora y maniobras de reclutamiento pulmonar en cirugía mayor. *Rev Argent Anesthesiol*. 2016 Mayo; 74(1): p. 1-9.
15. Tusman G, Böhm S, Warner D. Atelectasis and perioperative pulmonary complications in high-risk patients. *Curr Opin anaesthesiol*. 2012; 25(1): p. 1-10.
16. García-Araque H, SE GV. Aspectos básicos del manejo de la vía aérea: anatomía y fisiología. *Revista Mexicana de Anestesiología*. 2015 Junio; 38(2): p. 98-107.
17. Patiño , Celis , Diaz. Fisiología de la respiración. In *Gases sanguíneos, Fisiología de la respiración e Insuficiencia respiratoria aguda.*: Medica Panamericana; 2015. p. 13-35.
18. Hall JE. Ventilación pulmonar. In *Guyton y Hall. Tratado de fisiología médica.*: Elsevier; 2016. p. 465-475.
19. Moreno I, Ferrer L. Fisiología de la ventilación mecánica. In *Ferrer L, Celis E. Soporte respiratorio básico y avanzado (SORBA).*: Grupo Distribuna; 2018. p. 4-23.
20. Pham T, Brochard L, Slutsky AS. Mechanical Ventilation: State of the Art. *Mayo Clin Proc*. 2017 September; 92(9): p. 1382-1400.
21. Gutiérrez Muñoz F. Ventilación mecánica. *Acta méd. peruana*. 2011 Abril; 28(2): p. 87-104.
22. Macintyre NR. Mechanical Ventilation. In *Broaddus , V C, Mason RJ, Ernst JD, King TE, Lazarus SC, et al. Murray and Nadel's Textbook of Respiratory Medicine.*: Saunders; 2016. p. 1761-1777.
23. Severgnini P, Bacuzzi A, Guzzetti L, Selmo G, Peluso L, Chiaranda M. Ventilación protectora en anestesia general. ¿Algo nuevo?. *Rev Esp Anesthesiol Reanim*. 2017 Agosto; 65(4): p. 218-224.
24. Hedenstierna G, Edmark L. Mechanisms of atelectasis in the perioperative period. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*. 2010; 24(2): p. 157-69.
25. Newell T, Damico N. Alveolar recruitment maneuvers under general anesthesia. *Respir Care*. 2015 Abril; 60(4): p. 609-20.
26. García Fernández J. Maniobras de reclutamiento en anestesia: ¿qué más excusas para no usarlas? ? *Rev Esp Anesthesiol Reanim*. 2018; 892: p. 1-9.
27. Tusman G, Böhm S. Prevention and reversal of lung collapse during the intra-operative period. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*. 2010 Junio; 24(2): p. 183-97.

28. Guillén Dolores Y, Molina-Méndez FJ. Estado actual del monitoreo respiratorio durante anestesia y cirugía. *Revista Mexicana de Anestesiología*. 2018; 41(1): p. 16-17.
29. Hartland B, Newell T, Damico N. Alveolar Recruitment Maneuvers Under General Anesthesia: A Systematic Review of the Literature. *Respiratory care*. 2015 Abril; 60(4): p. 609-620.
30. Severgnini P, Selmo G, Lanza C, Chiesa A, Frigerio A, Bacuzzi A, et al. Protective Mechanical Ventilation during General Anesthesia for Open Abdominal Surgery Improves Postoperative Pulmonary Function. *Anesthesiology*. 2013 Junio; 118(6): p. 1307-1321.
31. Ministerio de Salud. Uso e interpretación de la oximetría de pulso. Colombia, Bogotá; 2016.
32. Enciso N. Anestesia en la cirugía laparoscópica abdominal. *Anales de la Facultad de Medicina*. 2013 Enero; 74(1): p. 63-70.
33. Ministerio de Salud. RESOLUCION NUMERO 8430. Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. Colombia. 1993.

17. Anexos

Parámetros Formato recolección de muestra.

Identificación _____ sexo: _____ edad _____
talla _____ peso actual _____ peso ideal _____ imc _____

1. Maniobra de reclutamiento si _____ no _____
Estática _____ dinámica _____
2. Parámetros ventilatorios (previos a maniobra). FR ____ presión pico _____ presión meseta
vía aérea _____ peep _____ fio2 _____ co2 _____ sato2 _____
3. Parámetros ventilatorios (inmediatamente posterior a la maniobra). FR ____ presión pico
_____ presión meseta vía aérea _____ peep _____ fio2 _____ co2 _____ sato2 _____
4. Parámetros ventilatorios (1 hora posterior a la maniobra). FR ____ presión pico _____
presión meseta vía aérea _____ peep _____ fio2 _____ co2 _____ sato2 _____

5. Parámetros ventilatorios (2 hora posterior a la maniobra). FR ____ presión pico ____
presión meseta vía aérea ____ peep ____ fio2 ____ co2 ____ sato2 ____
6. Parámetros ventilatorios (3 hora posterior a la maniobra). FR ____ presión pico ____
presión meseta vía aérea ____ peep ____ fio2 ____ co2 ____ sato2 ____
7. Parámetros ventilatorios (20 min previo a intubación). FR ____ presión pico ____ presión
meseta vía aérea ____ peep ____ fio2 ____ co2 ____ sato2 ____
8. Saturación de oxígeno en recuperación a los 15 min ____ 30 min ____ 60 min ____
9. Tuvo técnicas de reclutamiento adicional si ____ no ____ cual ____
10. Signos vitales en recuperación postanestésica fc ____ fr ____ tensión arterial ____ sato2 ____
11. Tiempo de estancia en área de recuperación postanestésica en horas ____
12. Tiempo necesario de oxígeno suplementario para mantener sato2 >89%.
13. Tipo de cirugía a la que fue sometido el paciente.
 1. abdominal.
 2. columna.
 3. ortopédica.
 4. urología.
 5. plástica.
 6. otras.