

# **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**



DIVISION DE DE POSTGRADO  
FACULTAD DE MEDICINA  
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
DELEGACION SUR DEL DISTRITO FEDERAL  
UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES  
CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI

TITULO  
**MODIFICACIONES EN LOS GASES SANGUINEOS CON Y SIN MANIOBRAS  
DE RECLUTAMIENTO ALVEOLAR EN PACIENTES MANEJADOS CON  
ANESTESIA GENERAL Y VENTILACIÓN MECÁNICA**

TESIS QUE PRESENTA  
**DRA. TANIA CARDOSO ORTIZ**

PARA OBTENER EL DIPLOMA  
DE LA ESPECIALIDAD EN  
**ANESTESIOLOGIA**

ASESORES:  
DR. ANTONIO CASTELLANOS OLIVARES  
DRA. ISIDORA VÁSQUEZ MÁRQUEZ



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



**Dirección de Prestaciones Médicas**  
Unidad de Educación, Investigación y Políticas de Salud  
Coordinación de Investigación en Salud



"2014, Año de Octavio Paz".

**Dictamen de Autorizado**

Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud 3601  
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES DR. BERNARDO SEPULVEDA GUTIERREZ, CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI,  
D.F. SUR.

FECHA 15/07/2014

**DR. ANTONIO CASTELLANOS OLIVARES**

**P R E S E N T E**

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título:

**MODIFICACIONES EN LOS GASES SANGUINEOS CON Y SIN MANIOBRAS DE RECLUTAMIENTO ALVEOLAR EN PACIENTES MANEJADAS CON ANESTESIA GENERAL Y VENTILACIÓN MECÁNICA**

que sometió a consideración de este Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de Ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A U T O R I Z A D O**, con el número de registro institucional:

Núm. de Registro
R-2014-3601-183

ATENTAMENTE

**DR.(A). CARLOS EREDY CUEVAS GARCÍA**  
Presidente del Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud No. 3601



DOCTORA

**DIANA G. MENEZ DIAZ**

JEFE DE LA DIVISION DE EDUCACION EN SALUD  
DEL H. ESPECIALIDADES

"DR. BERNARDO SEPÚLVEDA", CMN SIGLO XXI, IMSS.



DOCTOR

**ANTONIO CASTELLANOS OLIVARES**

PROFESOR TITULAR DEL CURSO EN ANESTESIOLOGIA  
DEL H. ESPECIALIDADES

"DR. BERNARDO SEPÚLVEDA", CMN SIGLO XXI, IMSS.



ASESOR CLINICO

**DR. ANTONIO CASTELLANOS OLIVARES**

MCM JEFE DEL SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA  
DEL H. ESPECIALIDADES

"DR. BERNARDO SEPÚLVEDA", CMN SIGLO XXI, IMSS.

# Dedicatorias

---

A mis padres, que creyeron en mí en todo momento, apoyándome y dándome ejemplos de superación, entrega y compromiso; porque gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mí meta.

# Agradecimientos

---

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por haberme acogido todos estos años, hacerme sentir en casa y sentirme orgullosamente egresada una vez más de la máxima casa de estudios.

A la UMAE H. Bernardo Sepúlveda CMNSXXI, por hacer de este recorrido una experiencia inolvidable que indudablemente marco mi formación como anesthesióloga.

Al Dr. Castellanos y a la Dra. Vázquez, que más que mis profesores fueron la guía para hacer el camino más fácil y que gracias a ellos se ve realizada hoy este proyecto que con tanta ilusión iniciamos juntos.

# Tabla de contenidos

---

<b>Dedicatorias .....</b>	<b>4</b>
<b>Agradecimientos .....</b>	<b>5</b>
<b>Tabla de contenidos.....</b>	<b>6</b>
<b>Índice de ilustraciones .....</b>	<b>8</b>
<b>Índice de tablas .....</b>	<b>9</b>
<b>Lista de abreviaturas.....</b>	<b>10</b>
<b>Resumen .....</b>	<b>11</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>12</b>
<b>Hoja de datos .....</b>	<b>13</b>
<b>Antecedentes Científicos .....</b>	<b>14</b>
<b>Justificación.....</b>	<b>18</b>
<b>Objetivos.....</b>	<b>18</b>
<b>Material y métodos .....</b>	<b>19</b>
<b>Universo de trabajo .....</b>	<b>19</b>
<b>Diseño del estudio .....</b>	<b>19</b>
<b>Definición de variables.....</b>	<b>19</b>
<b>Metodológicas .....</b>	<b>19</b>
<b>Conceptual .....</b>	<b>20</b>

Operativa .....	22
Criterios de inclusión .....	22
Criterios de exclusión.....	22
Procedimiento .....	23
Análisis estadístico .....	25
Consideraciones éticas.....	25
Resultados .....	26
Discusión.....	33
Conclusiones .....	36
Referencias .....	37
Anexos .....	39

# Índice de ilustraciones

---

<b>Ilustración 1. Promedio de edad por grupo.....</b>	<b>26</b>
<b>Ilustración 2. Grupos asociado a sexo .....</b>	<b>27</b>
<b>Ilustración 3. Estado Físico de acuerdo al grupo.....</b>	<b>27</b>
<b>Ilustración 4a. Tipos de cirugías en el grupo control .....</b>	<b>28</b>
<b>Ilustración 4b. Tipos de cirugías en el grupo expuesto .....</b>	<b>28</b>
<b>Ilustración 5. Promedio de TAS basal, posterior a la maniobra de reclutamiento alveolar y final .....</b>	<b>29</b>
<b>Ilustración 6. Promedio de TAD basal, posterior a la maniobra de reclutamiento alveolar y final.....</b>	<b>29</b>
<b>Ilustración 7. Promedio de FC basal, posterior a la maniobra de reclutamiento alveolar y final .....</b>	<b>30</b>
<b>Ilustración 8. Promedio de SPO2 basal, posterior a la maniobra de reclutamiento alveolar y final .....</b>	<b>30</b>
<b>Ilustración 9. Promedio de PaO2 y cociente PaO2/ FiO2 basal, posterior a la maniobra de reclutamiento alveolar y final .....</b>	<b>31</b>
<b>Ilustración 10. Promedio de PaCO2 basal, posterior a la maniobra de reclutamiento alveolar y final .....</b>	<b>32</b>

# Índice de tablas

---

<b>Tabla 1. Características generales.....</b>	<b>26</b>
--	-----------

# Lista de abreviaturas

---

**AGB:** Anestesia General Balanceada

**ASA:** Estado físico

**CAM:** Concentración alveolar máxima

**CO<sub>2</sub>:** Dióxido de Carbono

**DA-aO<sub>2</sub>:** Diferencia o gradiente alveolo- arterial de oxígeno

**DE:** Desviación estándar

**ETCO<sub>2</sub>:** Dióxido de carbono al final de la espiración

**FC:** Frecuencia cardiaca

**FiO<sub>2</sub>:** Fracción inspirada de oxígeno

**IK:** Índice de Kirby

**IMC:** Índice de masa corporal

**O<sub>2</sub>:** Oxígeno

**PaCO<sub>2</sub>:** Presión arterial de dióxido de carbono

**PANI:** Presión arterial no invasiva

**PaO<sub>2</sub>/ FiO<sub>2</sub>:** Cociente presión arterial de oxígeno/ fracción inspirada de oxígeno o Índice de Kirby

**PaO<sub>2</sub>:** Presión arterial de oxígeno

**Paw:** Presión meseta

**PEEP:** Presión positiva al final de la espiración

**Post RA:** Posterior a reclutamiento alveolar

**SaO<sub>2</sub>:** Saturación arterial de oxígeno

**SPO<sub>2</sub>:** Saturación periférica de oxígeno

**TAD:** Tensión arterial diastólica

**TAS:** Tensión arterial sistólica

**V/Q:** Relación Ventilación Perfusión

# Resumen

---

**INTRODUCCION.-** Durante el acto anestésico la incidencia de complicaciones después de una cirugía no cardíaca es comparable con las complicaciones cardíacas. Estas pueden estar asociadas con un incremento en la morbilidad y mortalidad. Se ha reportado mediante la medición de gases arteriales y venosos que la anestesia general afecta el intercambio gaseoso y disminuye la oxigenación sanguínea. Y el uso de la ventilación mecánica induce hipoxemia, hipercapnia y atelectasias, que pueden contribuir a un daño pulmonar mayor. La anestesia general, incluso en el paciente con pulmones sanos, causa un incremento en los shunts intrapulmonares, que podría afectar la oxigenación. Las maniobras de reclutamiento alveolar son definidas como estrategias ventilatorias usadas para el tratamiento de los efectos negativos del colapso alveolar. La meta de éstas maniobras es abrir las áreas pulmonares colapsadas y mantenerlas abiertas. Esta condición representa la mejor relación ventilación/perfusión (V/Q).

**OBJETIVO.-** Conocer en pacientes quirúrgicos manejados con Anestesia General Balanceada y Ventilación Mecánica Controlada por volumen, con y sin maniobras de reclutamiento alveolar que cambios benéficos para este tipo de pacientes ocurrirán sobre los gases sanguíneos.

**MATERIAL Y MÉTODOS.-** Se incluyó en el estudio a 39 pacientes de la población quirúrgica sometida a anestesia general balanceada, durante el periodo comprendido entre el 1 de marzo al 31 de mayo del 2014. Divididos en un grupo control con 20 pacientes y un grupo al que se le realizó una maniobra de reclutamiento alveolar de 19 pacientes.

**RESULTADOS.-** Sobre el total de 39 pacientes de ambos grupos estudiados, se detectaron en el grupo expuesto a maniobras de reclutamiento alveolar un incremento en la PaO<sub>2</sub>, el cociente PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> (p= 0.0001) y en la SPO<sub>2</sub> (p = 0.01) estadísticamente significativo, en comparación con el grupo control.

**CONCLUSIONES.-** Hay un beneficio estadísticamente significativo en la protección pulmonar, en el caso específico del reclutamiento alveolar en cuanto al aumento de la oxemia, que se ve reflejado en el monitoreo de la saturación periférica de O<sub>2</sub>, más no así clínicamente en el paciente sin enfermedad pulmonar. Cada vez hay una mayor cantidad de pacientes que se someten a una anestesia general, por lo que debemos estar informados de los riesgos y complicaciones de la ventilación mecánica, a nivel respiratorio y como las diferentes estrategias de prevención que tomemos durante el periodo transanestésico tienen impacto en la dinámica de los gases arteriales.

# Abstract

---

**INTRODUCTION** -. During anesthesia the incidence of complications after noncardiac surgery is comparable with cardiac complications. These may be associated with increased morbidity and mortality. It has been reported by measuring arterial and venous gases that general anesthesia affects gas exchange and lowers blood oxygenation. And the use of mechanical ventilation induces hypoxemia, hypercapnia and atelectasis, which may contribute to further lung damage. General anesthesia, even in patients with healthy lungs, causes an increase in intrapulmonary shunts, which may affect oxygenation. Alveolar recruitment maneuvers are defined as ventilatory strategies used for the treatment of the negative effects of alveolar collapse. The goal of these maneuvers is to open collapsed lung areas and keep them open. This condition represents the best ventilation / perfusion (V / Q) ratio.

**OBJECTIVE** -. Knowing in surgical patients managed with General Anesthesia Balanced and Controlled Mechanical Ventilation Volume, with and without recruitment maneuvers that beneficial changes for these patients occur on blood gases.

**MATERIAL AND METHODS** -. Were included in the study 39 patients of the surgical population underwent balanced general anesthesia during the period from March 1 to May 31, 2014. Divided in a control group of 20 patients and a group who underwent an alveolar recruitment maneuver of 19 patients.

**RESULTS** -. Out of the total of 39 patients in both groups studied were detected in the group exposed to alveolar recruitment maneuvers increased PaO<sub>2</sub>, PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ratio (p = 0.0001) and SPO<sub>2</sub> (p = 0.01) statistically significant in comparison with the control group.

**CONCLUSIONS** -. We found a statistically significant benefit in lung protection, in the specific case of alveolar recruitment in increasing the oxemia, which is reflected in the monitoring of peripheral O<sub>2</sub> saturation, but not so in patients without clinically pulmonary disease. Every time there is a greater number of patients who undergo general anesthesia, so we must be informed of the risks and complications of mechanical ventilation, a respiratory level and how different prevention strategies that take during period transanesthetic impacting in the dynamics of arterial blood gases.

# Hoja de Datos

---

## 1. Datos del Alumno

**Apellido paterno:** Cardoso  
**Apellido materno:** Ortiz  
**Nombre:** Tania  
**Teléfono:** 5555019012  
**Universidad:** Universidad Nacional Autónoma de México  
**Facultad:** Facultad de Medicina  
**Carrera:** Anestesiología  
**No. de Cuenta:** 302819784

## 2. Datos de los Asesores

**Apellido paterno:** Castellanos  
**Apellido materno:** Olivares  
**Nombre:** Antonio

**Apellido paterno:** Vásquez  
**Apellido materno:** Márquez  
**Nombre:** Petra Isidora

## 3. Datos de la Tesis

**Título:** MODIFICACIONES EN LOS GASES SANGUINEOS CON Y SIN MANIOBRAS DE RECLUTAMIENTO ALVEOLAR EN PACIENTES MANEJADAS CON ANESTESIA GENERAL Y VENTILACIÓN MECÁNICA

**No. de Paginas:** 39 pag.  
**Año:** 2015  
**No. de Registro:** R-2014-3601-183

# Antecedentes Científicos

---

Durante el acto anestésico la incidencia de complicaciones después de una cirugía no cardíaca es comparable con las complicaciones cardíacas (2.7% Vs 2.5%, respectivamente). (1) Estas pueden estar asociadas con un incremento en la morbilidad y mortalidad. El riesgo de complicaciones pulmonares postoperatorias depende de factores anestésicos, quirúrgicos y propios del paciente.(2)

Se ha reportado mediante la medición de gases arteriales y venosos que la anestesia general afecta el intercambio gaseoso y disminuye la oxigenación sanguínea. (3) Y el uso de la ventilación mecánica induce hipoxemia, hipercapnia y atelectasias, que pueden contribuir a un daño pulmonar mayor. (4)

La anestesia general, incluso en el paciente con pulmones sanos, causa un incremento en los shunts intrapulmonares, que podría afectar la oxigenación. La magnitud del shunt se correlaciona con la formación de atelectasias pulmonares. (2) Éstas ocurren en aproximadamente el 90% de adultos sanos (2), generalmente son de pequeña relevancia, y la mayoría desaparece dentro de las primeras 24 horas después de la intervención, pero en ciertas circunstancias, éstas atelectasias persisten por días después de la cirugía (5), cambiando los mecanismos de ventilación y predisponiendo a una lesión pulmonar inducida por el ventilador (VILI), neumonía o hipoxemia, secundarias a las atelectasias descritas

anteriormente, haciendo necesaria la administración prolongada de oxígeno y terapia antibiótica o incluso ventilación mecánica posterior. (1)

Regularmente, el colapso alveolar ocurre durante la inducción de la anestesia general y persiste en el postoperatorio contribuyendo a una morbilidad significativa y costos de salud adicionales. (6) También Incrementa la morbilidad de pacientes quirúrgicos, especialmente aquellos que son obesos o fueron sometidos a cirugía cardiotorácica y abdominal. (5)

Espacios normales, pobremente ventilados y no ventilados coexisten en la vía aérea, y la ventilación mecánica puede inducir una fuerza de corte en los límites de estos espacios, una apertura cíclica inadecuada y el cierre de los alvéolos. (3)

El colapso alveolar causa un decremento en la oxigenación arterial, en la capacidad funcional residual y en la compliance respiratoria. (7)

Se ha demostrado que las atelectasias ocurren 5 minutos después de la instauración de la anestesia general. (8)

Por lo tanto, los pulmones normales necesitan protección contra múltiples factores potencialmente dañinos. El manejo anestésico, particularmente la ventilación mecánica, puede influir en el curso y la extensión de la lesión pulmonar perioperatoria. (9)

Se ha postulado que la ventilación espontánea y sin respiraciones profundas periódicas puede conducir a la atelectasia progresiva, con el aumento en los corto- circuitos y disminución de la distensibilidad pulmonar, y que estos cambios son reversibles por hiperinflación de los pulmones.

Así se ha demostró que la anestesia general sin oxígeno suplementario reduce la PaO<sub>2</sub> en un 22% y la compliance en un 15% y que tres hiperinflaciones sucesivas de los pulmones restaura tanto la tensión de oxígeno arterial y la compliance de pulmón, lo que sugiere que respiraciones profundas periódica previenen la progresión de atelectasias y los corto- circuitos o shunts. (6)

La relación PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> en los pacientes puede ser manipulable al modificar la PEEP y la FiO<sub>2</sub>, que son potencialmente incluidas en ensayos clínicos con injuria pulmonar y con resultados diferentes al aplicarse. (10)

Las atelectasias y la hipoxemia especialmente en pulmones sanos, se pueden tratar con maniobras de presión positiva, una adecuada ventilación, ajustes de FiO<sub>2</sub>, posición corporal y fisioterapia. (1)

Las maniobras de reclutamiento alveolar son definidas como estrategias ventilatorias usadas para el tratamiento de los efectos negativos del colapso alveolar. La meta de éstas maniobras es abrir las áreas pulmonares colapsadas y mantenerlas abiertas. Esta condición representa la mejor relación

ventilación/perfusión (V/Q) en un pulmón en particular. (7) El concepto de “pulmón abierto” fue desarrollado para pelear contra los efectos colaterales de la ventilación mecánica y mejorar la oxigenación. Las presiones de apertura pueden reclutar espacios pobremente aireados y no aireados, y una vez que éste proceso inició, una presión positiva al final de la espiración (PEEP) puede ser aplicada para estabilizar el ciclo de apertura y cierre de los alveolos, para disminuir el daño provocado por la ventilación y mantener una mejora en la oxigenación. (3)

Varios estudios en pacientes con pulmones sanos demostraron que las maniobras de reclutamiento mejoran la mecánica pulmonar y el intercambio gaseoso, y disminuyen la fracción de espacio muerto. Si una presión positiva al final de la espiración (PEEP) se aplica después del reclutamiento, podría prevenir el recolapso alveolar. (11)

En adultos con pulmones sanos la inflación por arriba de 40 cm H<sub>2</sub>O por 7-8 segundos puede expandir todo el tejido colapsado. (8)

# Justificación

---

En nuestra práctica cotidiana como anestesiólogos, el manejo de la anestesia general es frecuente, por lo que es de suma importancia conocer las complicaciones y las implicaciones de la ventilación mecánica de los pacientes sometidos a ésta técnica anestésica, así como las diferentes estrategias que están a nuestro alcance para prevenir la presentación de las mismas. Por lo que determinar éstos puntos tendrá un beneficio durante el ejercicio de la práctica anestésica, para evitar complicaciones pulmonares perioperatorias y el aumento de la morbimortalidad del paciente y por lo tanto de su estancia hospitalaria.

# Objetivo

---

Conocer en pacientes quirúrgicos manejados con Anestesia General Balanceada y Ventilación Mecánica Controlada por volumen, con y sin maniobras de reclutamiento alveolar que cambios benéficos para este tipo de pacientes ocurrirán sobre los gases sanguíneos

# Material y métodos

---

## *Universo de trabajo*

De la población quirúrgica sometida a anestesia general balanceada del Hospital de Especialidades Centro Médico Nacional Siglo XXI, se tomó una muestra de 39 pacientes, divididos en un grupo control con 20 pacientes y 19 pacientes en el grupo al que se le realiza la maniobra, durante el periodo comprendido entre el 1 de marzo al 31 de mayo del 2014

## *Diseño del estudio*

Cohortes comparativas

## *Definición de variables*

### ***Metodológica***

Variable independiente: Anestesia General Balanceada, Ventilación Mecánica, Maniobras de Reclutamiento Alveolar

Variable dependiente: PaO<sub>2</sub>, relación PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub>, DA- aO<sub>2</sub>, SaO<sub>2</sub>

### ***Conceptual***

Presión parcial arterial de Oxígeno: nos permite conocer el grado de oxigenación con el que la sangre llega a los tejidos, si bien esta sólo mide el 3% del total de oxígeno que lleva la sangre. Corresponde a la fracción de oxígeno que viaja de forma disuelta, que es la que genera una presión medible; en tanto que el 97% restante pertenece al oxígeno que es transportado por la hemoglobina.

Índice de Kirby (PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>): Este cociente analiza la difusión pulmonar de oxígeno. Se considera que el valor es normal cuando el resultado de este cociente es mayor de 500 y patológico cuando es menor de 300.

Presión parcial arterial de CO<sub>2</sub>: es un parámetro que nos informa acerca de la ventilación alveolar del paciente. La ventilación alveolar es la cantidad de aire fresco inspirado disponible para el intercambio gaseoso<sup>1</sup>. Esto se debe a que la ventilación alveolar tiene una relación inversa con la presión alveolar de CO<sub>2</sub>, puesto que en cada espiración se elimina una cantidad constante de este gas.

Saturación arterial de O<sub>2</sub>: Representa la cantidad de oxihemoglobina a nivel arterial

Gradiente alveolo arterial de O<sub>2</sub>: Es la diferencia entre la presión parcial de oxígeno *ideal* en el aire alveolar y la existente en la sangre arterial. Indica una adecuada transferencia de oxígeno, su valor normal va de 0.74 a 0.82

Anestesia General Balanceada: Técnica anestésica que consiste en la utilización de una combinación de agentes intravenosos e inhalatorios para la inducción y el mantenimiento de la anestesia general. Es una de las técnicas anestésicas más frecuentemente utilizadas en la práctica clínica habitual. El término se introdujo para definir la combinación óxido nitroso-narcótico, extendiéndose luego a las técnicas de anestesia inhalatoria que utilizan suplementos intravenosos de analgésicos o hipnóticos. Se denomina anestesia balanceada porque cada compuesto intravenoso se utiliza para un fin concreto, como la analgesia, la inconsciencia-amnesia, la relajación muscular o el bloqueo de reflejos autonómicos.

Ventilación mecánica: es un tratamiento de soporte vital, en el que utilizando una máquina que suministra un soporte ventilatorio y oxigenatorio.

Maniobras de reclutamiento alveolar: es la reexpansión de áreas pulmonares previamente colapsadas mediante un incremento breve y controlado de la presión transpulmonar. Está dirigido a crear y mantener una condición libre de colapso

hasta lo razonablemente posible ("pulmón abierto"), con el fin último de poder instaurar una estrategia de protección pulmonar general.

#### ***Definición Operativa***

Se hará una medición de las variables dependientes, mediante la toma de muestras seriadas de gasometría arterial en los siguientes tiempos: al inicio de la anestesia general, inmediatamente después a la realización de la maniobra de reclutamiento alveolar y la última al término de la cirugía.

#### ***Criterios de Inclusión:***

- Edad de 20- 50 años
- IMC menor a 30 kg/m<sup>2</sup>
- Estado físico ASA I- II
- Habitantes de la Ciudad de México
- Sometidos a Anestesia General Balanceada
- Manejados con Ventilación Mecánica Controlada

#### ***Criterios de Exclusión:***

- Antecedente de neumopatía crónica
- Signos clínicos de enfermedad pulmonar
- Pacientes con inestabilidad hemodinámica: hipotensión sostenida a pesar de la reanimación con fluidos y TAS = 100 mmHg., hasta que se estabilice.

- Pacientes con evidencia clínica y/o radiológica de volutrauma, barotrauma o alto riesgo de sufrir el mismo.
- Embarazo.
- Evidencia de hipertensión endocraneana.
- Presencia de insuficiencia cardiaca.
- Pacientes con arritmias importantes.
- Punción arterial fallida

#### *Procedimiento*

Se estudiaron 39 pacientes, sometidos a anestesia general y ventilación mecánica, divididos en 2 grupos, el primero de 20 pacientes, identificado como grupo control y el segundo de 19 pacientes al que se le aplicó una maniobra de reclutamiento alveolar. A ambos grupos, se colocó el monitoreo, compuesto por PANI, cardioscopio, y pulsioximetría; se administró oxígeno complementario al ingresar a la sala de quirófano, a 3 lpm a través de mascarilla facial, después de 5 minutos, se indujeron con fentanil a 5 mcg/kg, propofol a 1.5 mg/kg y vecuronio a 1 mg/kg. El mantenimiento de la anestesia se realizó con Sevoflurano a 2 Vol %, para alcanzar una CAM de 1.0. Se inició la ventilación mecánica controlada, en modo volumen control, ajustando el volumen tidal a 6 ml/kg peso teórico. El peso teórico se calculó según la siguiente fórmula: hombres:  $50 + 0.91 \times (\text{centímetros de altura} - 152.4)$  y mujeres:  $45.5 + 0.91 \times (\text{centímetros de altura} - 152.4)$ .

Se utiliza FiO<sub>2</sub> al 100%. La PEEP se incrementó cada 3 minutos, de 2 cm de H<sub>2</sub>O hasta alcanzar un valor de 20 cm H<sub>2</sub>O siempre y cuando no se supere una Paw meseta de 40 cm H<sub>2</sub>O o el paciente presente hipotensión arterial, signos de barotrauma o aumento de la presión intracraneana. Una vez finalizada la maniobra, la PEEP se disminuyó de forma progresiva de modo inverso al utilizado durante la misma. Se aplicó la maniobra por el médico anestesiólogo responsable y asignado al paciente en cuestión. En cada paso se tituló: PAM, FC, ETCO<sub>2</sub>, SPO<sub>2</sub> y se lleva control con gasometría arterial al iniciar la ventilación mecánica, posterior a la maniobra de reclutamiento y al finalizar la cirugía. La muestra de sangre arterial se obtuvo de punciones aisladas o de una línea arterial directa, con previa prueba de Allen, según el criterio de cada anestesiólogo. Al término de la cirugía, se emergió al paciente y se entregó en la Unidad de Cuidados Postanestésicos.

# Análisis estadístico

---

El análisis estadístico fue realizado mediante el software SPSS. Para la comparación de medidas repetidas en el tiempo aplicamos el análisis de varianza (ANOVA). En los casos en que los datos obtenidos mostraron una distribución normal y el análisis de las varianzas no obtuvo diferencias usamos el test de Student para la comparación. Un valor de p menor de 0,05 se consideró estadísticamente significativo. Los datos están expresados en medias más/menos desviación estándar ( $M \pm DE$ ).

# Consideraciones éticas

---

El presente estudio cuenta con la aprobación del comité local de Investigación del Hospital y se ajustará a las Normas Internacionales y nacionales de Investigación de Helsinki, Secretaría de Salud y del Instituto Mexicano del Seguro Social, Además los datos obtenidos serán exclusivamente de uso académico y estrictamente confidencial. No requiere carta de consentimiento informado del paciente puesto que los investigadores solo seguirán de forma observacional la rutina de manejo de los anesthesiólogos responsables del paciente

# Resultados

Se incluyeron en el análisis 39 pacientes, divididos en dos grupos: un grupo control de 20 pacientes y otro al que se le aplicó una maniobra de reclutamiento alveolar antes descrita de 19 pacientes.

En la tabla No.1 se puede apreciar las medias y las desviaciones estándar de las características generales de ambos grupos, observándose una significancia estadística del tiempo anestésico y quirúrgico con p de 0.01 y 0.04 respectivamente.

	Grupo control	Grupo expuesto	p
Nb. SUJETOS	20	19	
EDAD (AÑOS)	42.21 ± 12.36	38.07 ± 9.57	0.33
TALLA (M)	1.63 ± 0.67	1.64 ± 0.87	0.84
IMC	26.01 ± 3.38	27.07 ± 2.89	0.37
TIEMPO ANESTÉSICO	3:19:42 ± 1:36:01	4:48:34 ± 1:30:55	0.01
TIEMPO Qx	2:30:21 ± 1:19:36	3:38:47 ± 1:29:59	0.04

Tabla1. Características generales

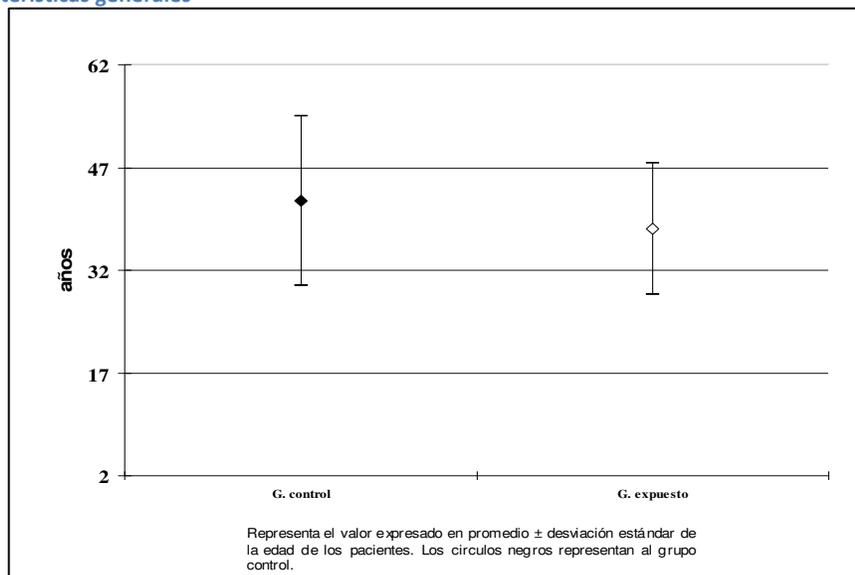


Ilustración 1. Promedio de edad por grupo

En ambos grupos fueron 19 pacientes del sexo masculino y 20 del sexo femenino.

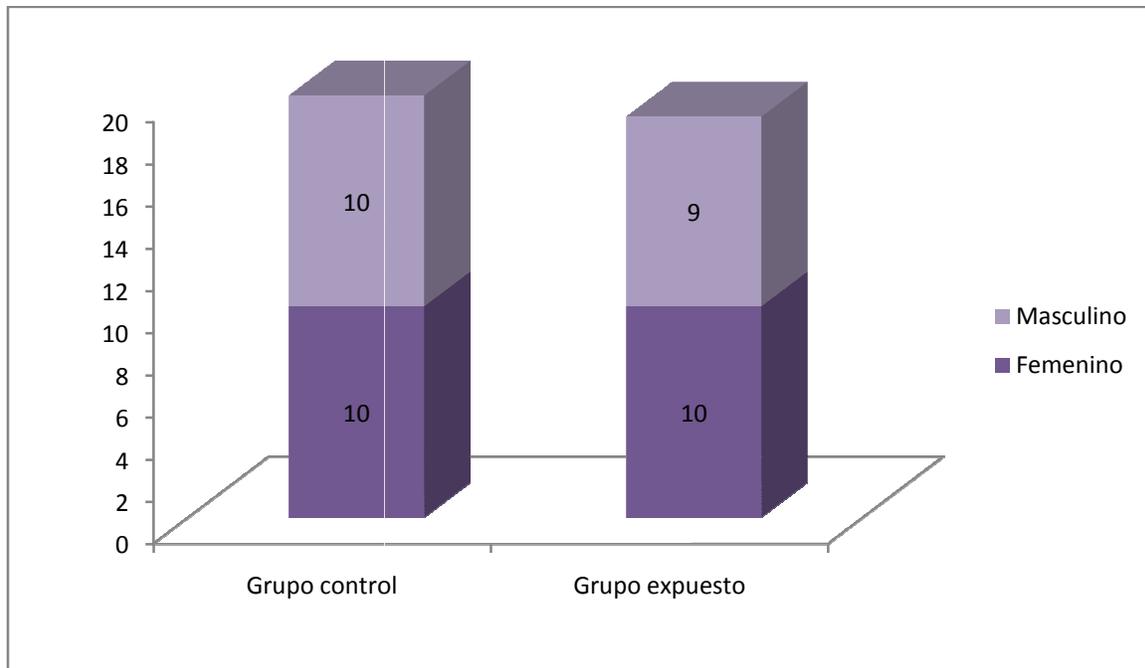


Ilustración 2. Grupos asociado a sexo

Según el ASA en éste estudio se incluyeron 13 pacientes (33%) ASA I y 26 pacientes ASA II (77%).

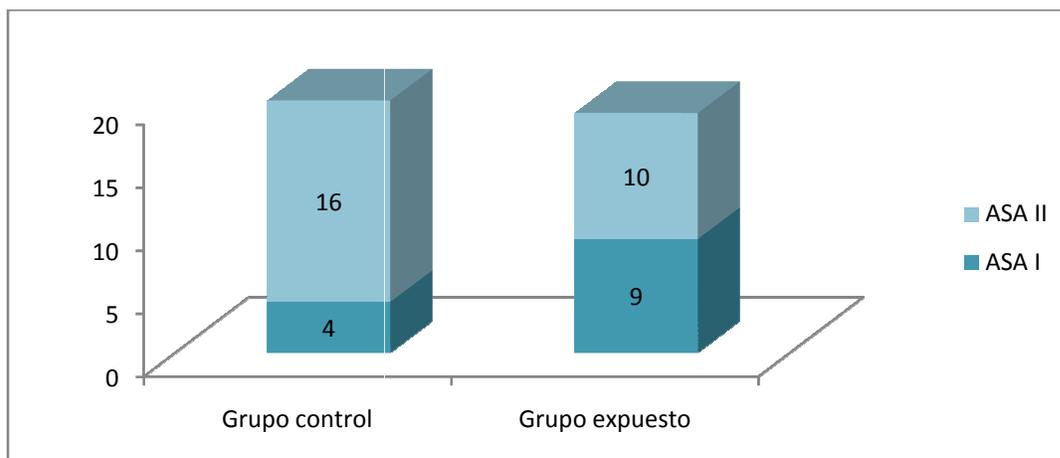


Ilustración 3. Estado Físico de acuerdo al grupo

Se incluyeron cirugías de los siguientes servicios:

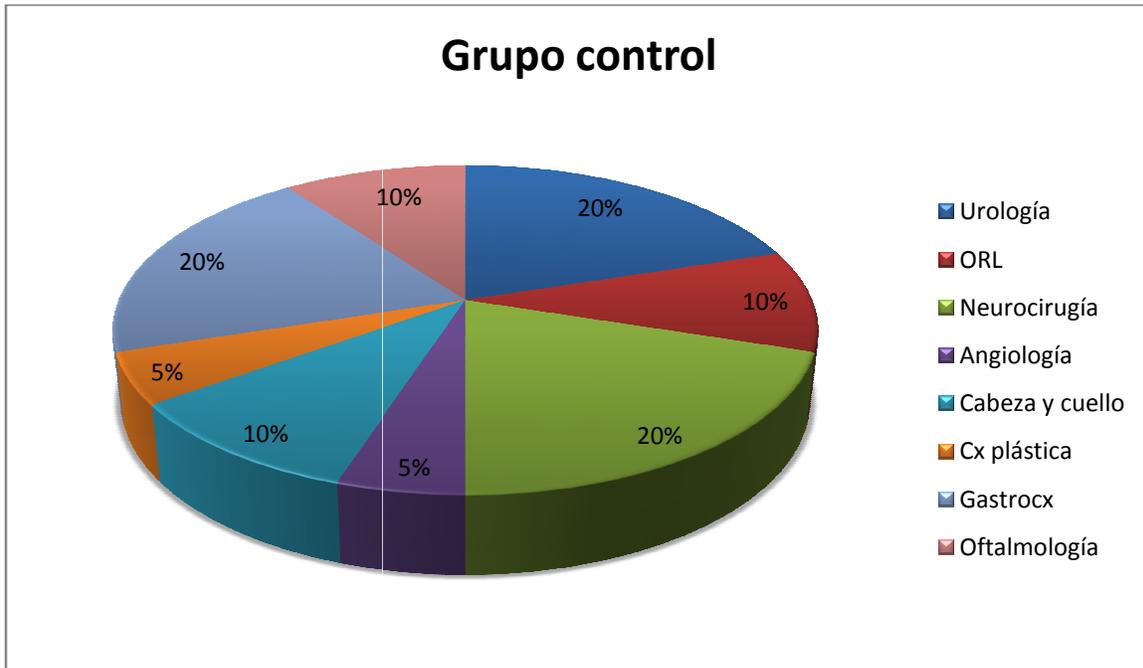


Ilustración 4a. Tipos de cirugías en el grupo control



Ilustración 4b. Tipos de cirugías en el grupo expuesto

No se evidenció repercusión hemodinámica durante la aplicación de la maniobra, ni durante la realización del estudio, como se puede observar en la Ilustración 4, 5 y 6.

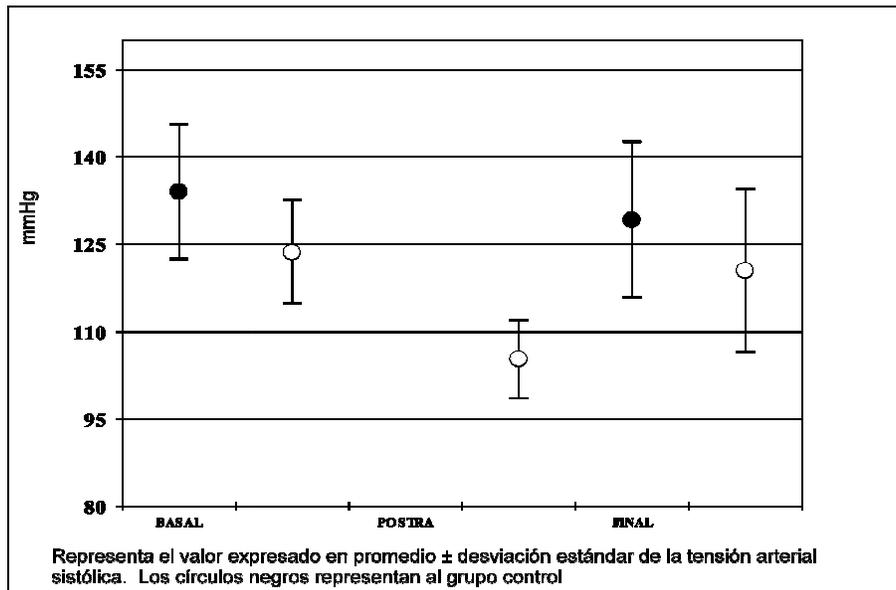


Ilustración 5. Promedio de TAS basal, posterior a la maniobra de reclutamiento alveolar y final

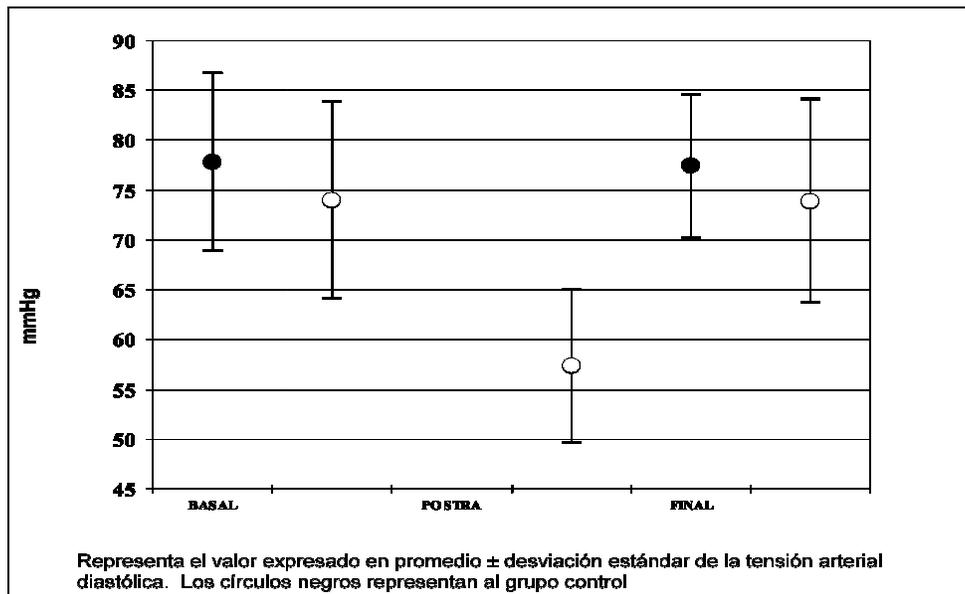


Ilustración 6. Promedio de TAD basal, posterior a la maniobra de reclutamiento alveolar y final

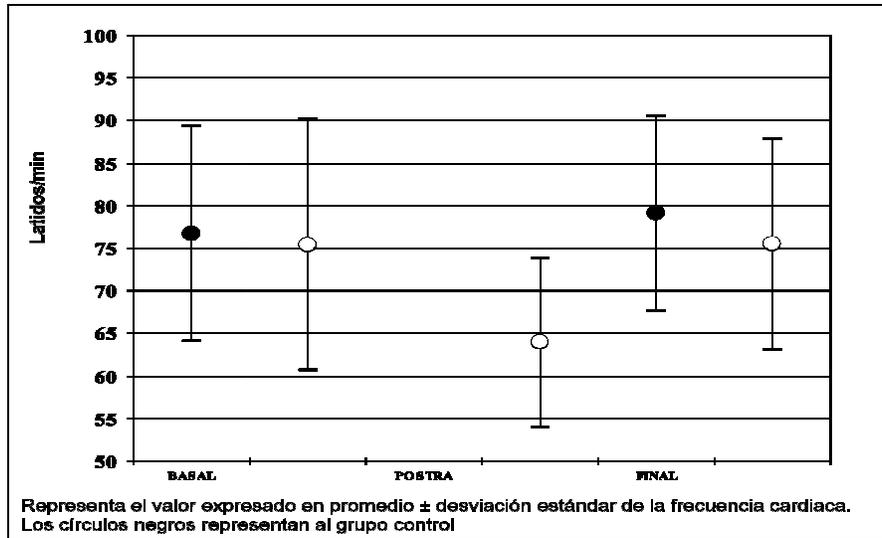


Ilustración 7. Promedio de FC basal, posterior a la maniobra de reclutamiento alveolar y final

En cuanto a la saturación periférica de O<sub>2</sub>, hubo un aumento de los valores capturados al final del procedimiento y durante el reclutamiento alveolar, significativo estadísticamente, pero no clínicamente ( $p = 0.01$ ).

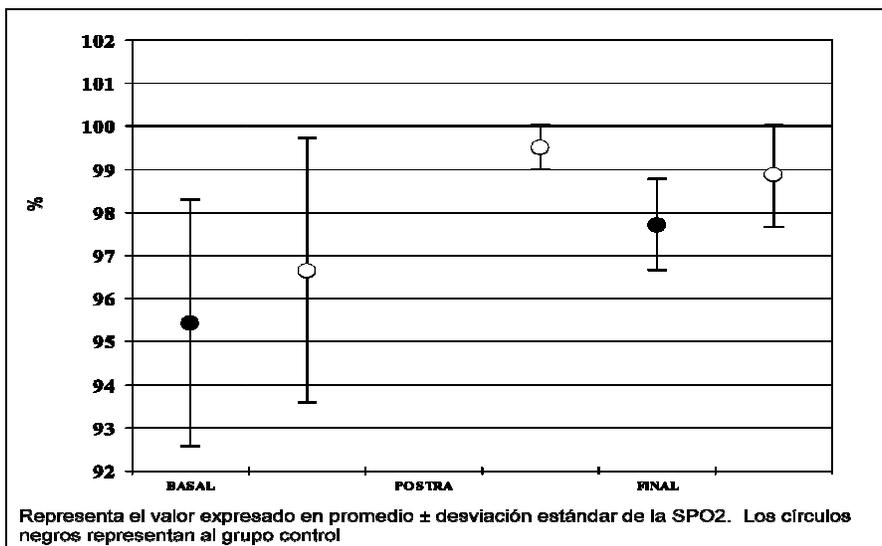


Ilustración 8. Promedio de SPO2 basal, posterior a la maniobra de reclutamiento alveolar y final

En lo referente a las variables gasométricas, se encontró un incremento en la presión arterial de O<sub>2</sub> final, en comparación con la basal en el grupo donde se realizó la maniobra estudiada, posterior al reclutamiento de hasta 34.42 mmHg, permaneciendo con un incremento final de 24.35 mmHg siendo estadísticamente significativo con una  $p = 0.0001$ , así mismo el cociente PaO<sub>2</sub>/ FiO<sub>2</sub>. En éste gráfico, también se puede prestar especial atención en el comportamiento de los valores de PaO<sub>2</sub> del grupo control en donde se observa un decremento de éstos, comparando la toma inicial con la final, de hasta 15.86 mmHg.

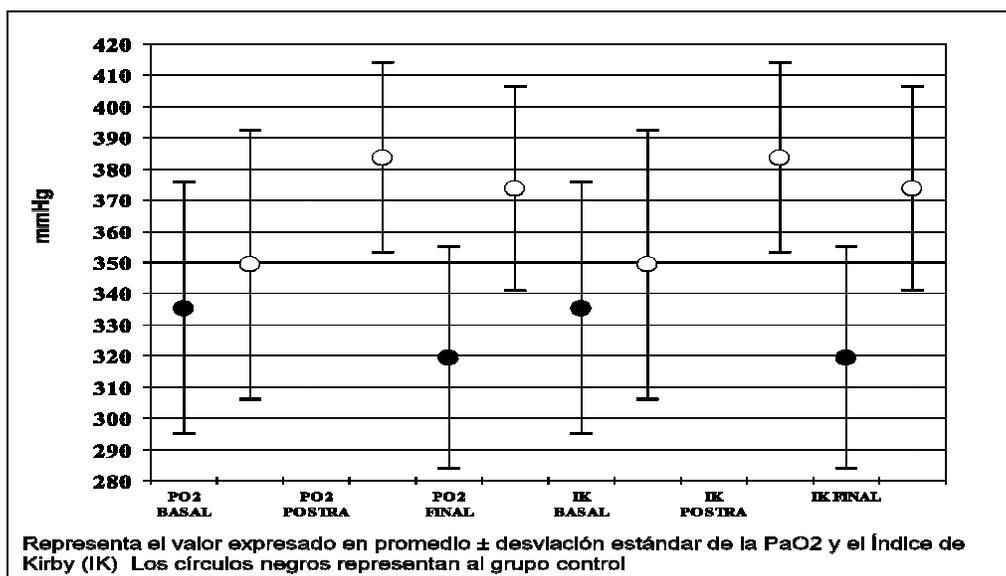


Ilustración 9. Promedio de PaO<sub>2</sub> y cociente PaO<sub>2</sub>/ FiO<sub>2</sub> basal, posterior a la maniobra de reclutamiento alveolar y final

Y en el siguiente gráfico se puede observar las tendencias de la presión arterial de CO<sub>2</sub> durante las diversas fases de medición del estudio, en donde se puede observar una disminución de la misma después de la maniobra de reclutamiento, aunque no hay una significancia estadística ( $p=0.22$ ), ni clínica.

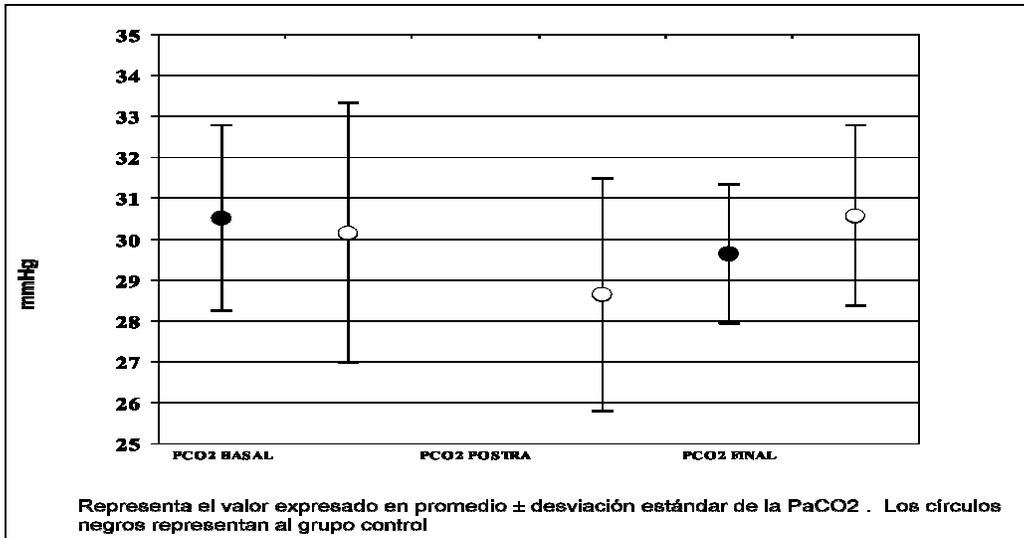


Ilustración 10. Promedio de PaCO<sub>2</sub> basal, posterior a la maniobra de reclutamiento alveolar y final

# Discusión

---

En los últimos años, las maniobras de reclutamiento alveolar han tomado un importante papel en la prevención de atelectasias y lesión pulmonar en el perioperatorio. Por lo anterior, el anestesiólogo debe conocer a fondo su fisiopatología, etiología, abordaje y complicaciones, con el objetivo de prevenir y establecer diferentes estrategias, para disminuir o evitar la incidencia de trauma asociado a la ventilación mecánica durante el acto anestésico.

Las características demográficas en ambas cohortes fueron similares, tanto la edad, sexo, peso e IMC. Se destaca la mayor duración del tiempo anestésico en el grupo expuesto ( $p=0.01$ ), lo que se relacionaría directamente con una frecuencia mayor de complicaciones relacionadas a la anestesia general y la ventilación mecánica.

Las constantes vitales, como la tensión arterial y frecuencia cardiaca, monitorizadas en los diferentes momentos del procedimiento quirúrgico (basal, posterior a la maniobra de reclutamiento alveolar y al final) nos permiten observar y analizar las repercusiones hemodinámicas presentadas durante el estudio, las cuales no evidenciaron ningún cambio importante, que resultara en la suspensión

inmediata de la maniobra. Se observó constancia en los signos vitales, en relación a aquellos que fueron monitorizados inicialmente.

En el estudio se observa una elevación de la PaO<sub>2</sub> inicial en comparación con la final en el grupo expuesto al reclutamiento, que es estadísticamente significativa ( $p= 0.001$ ), que clínicamente corresponde a una elevación después de la maniobra de 34.43 mmHg, y conservando al final del procedimiento un valor de 24.36 mmHg mayor al inicial, siendo el mismo caso lo analizado en cuanto al cociente PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>. Mientras tanto en el grupo control se puede observar una disminución de la oxemia al final de la cirugía, con respecto a los valores iniciales de 15.86 mmHg, que corresponde a un 4.8%. A pesar de la alta significancia estadística, no se obtuvo una correlación clínica, ya que todos los valores y parámetros obtenidos se hallaron dentro la normalidad y no demostraron que fueran concluyentes o correspondieran con el resultado referido en la literatura, al no evidenciarse un aumento significativo en los valores, como es mencionado en las referencias consultadas.

No se encontró significancia estadística en relación a los demás parámetros gasométricos analizados, la PaCo<sub>2</sub> se mantuvo en valores constantes tanto en el grupo control, como en el expuesto, sin modificaciones evidentes, siendo el mismo caso con diferencia alveolo- arterial de O<sub>2</sub> y la saturación arterial de O<sub>2</sub>.

Otro parámetro que se monitorizó en el estudio fue la Saturación periférica de O<sub>2</sub> mediante pulsioximetría, en el cual se observaron al igual que en la PaO<sub>2</sub> un aumento estadísticamente significativo ( $p=0.01$ ) pero no una significancia clínica contundente.

Las limitaciones de los resultados arrojados por éste estudio, se deben a gran medida al tipo de pacientes seleccionados, ya que la mayoría de los estudios que incluyen maniobras de reclutamiento alveolar se dirigen a aquellos pacientes con lesión pulmonar ya diagnosticada y son limitados aquellos que los realizan con pacientes sanos.

Es recomendable para próximos estudios analizar, además de las modificaciones de los gases arteriales, la dinámica ventilatoria y añadir otras medidas de protección pulmonar, con el fin de tener una visión más amplia del beneficio de éstas mismas y de las complicaciones que conlleva la ventilación mecánica en pacientes bajo anestesia general.

# Conclusiones

---

En éste estudio se encontró lo siguiente:

- 1) Los pacientes sin alteraciones cardiacas o neumopatías, que condicionen una disminución del gasto cardiaco, toleran adecuadamente y sin presentar repercusión hemodinámica el uso de maniobras de reclutamiento alveolar.
- 2) Hay un beneficio estadísticamente significativo en la protección pulmonar, en el caso específico del reclutamiento alveolar en cuanto al aumento de la oxemia, que se ve reflejado en el monitoreo de la saturación periférica de O<sub>2</sub>, más no así clínicamente en el paciente sin enfermedad pulmonar.
- 3) Cada vez hay una mayor cantidad de pacientes que se someten a una anestesia general, por lo que debemos estar informados de los riesgos y complicaciones de la ventilación mecánica, a nivel respiratorio y como las diferentes estrategias de prevención que tomemos durante el periodo transanestésico tienen impacto en la dinámica de los gases arteriales.

# Referencias

---

1. **Tusman G, Bohm S.** Atelectasis and perioperative pulmonary complications in high-risk patients. *Current Opinion in Anesthesiology*, 2012; 25: 1-10
2. **Khaled M, Sayed EL.** Perioperative ventilatory strategies for improving arterial oxygenation and respiratory mechanics in morbidly obese patients undergoing laparoscopic bariatric surgery. *Egyptian Journal of Anaesthesia*, 2012; 28: 9-15
3. **Rival GC, Patry.** Prone position and recruitment manoeuvre: the combined effect improves oxygenation. *Critical Care*, 2011; 15: 1-9
4. **Rusca M, Proietti S.** Prevention of atelectasis formation during induction of general anesthesia. *Analgesia & Anesthesia*, 2003; 97:1835-1839
5. **Rama P, Maceiras.** Peri-operative atelectasis and alveolar recruitment manoeuvres. *Archivos de Bronconeumología*, 2010; 46:317-324
6. **L. Magnusson DR.** Spahn. New concepts of atelectasis during general anaesthesia, *British Journal of Anaesthesia*, 2003; 91:61-72

7. **G. Tusman, Bohm S.** Alveolar recruitment improves ventilator efficiency of the lungs during anesthesia, *Canadian Journal of Anesthesia*, 2004; 51:723-727
  
8. **S. Celebi, Köner O.** The pulmonary and hemodynamic effects of two different recruitment maneuvers after cardiac surgery, *Anesthesia & Analgesia*, 2007; 104: 384-390
  
9. **Kilpatrick BP.** Slinger. Lung protective strategies in anaesthesia, *British Journal of Anaesthesia*, 2010; 105: 108-116
  
10. **Villar J.** An early PEEP/FiO<sub>2</sub> trial identifies different degrees of lung injury in patients with acute respiratory distress syndrome, *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 2007; 176: 795-804
  
11. **Maisch SH, Reissmann.** Compliance and dead space fraction indicate an optimal level of positive end-expiratory pressure after recruitment in anesthetized patients, *Critical Care and Trauma*, 2008; 106: 175-181

# Anexos

---

## Hoja de recolección de datos

EDAD: \_\_\_\_\_ SEXO: \_\_\_\_\_ PESO: \_\_\_\_\_ TALLA: \_\_\_\_\_  
IMC: \_\_\_\_\_

DIAGNÓSTICO: \_\_\_\_\_ CIRUGÍA: \_\_\_\_\_

ASA: \_\_\_\_\_ RAQ: \_\_\_\_\_

TÉCNICA ANESTÉSICA: \_\_\_\_\_

TIEMPO QUIRÚRGICO: \_\_\_\_\_

TIEMPO ANESTÉSICO: \_\_\_\_\_

TASB \_\_\_\_\_ TADB \_\_\_\_\_ FCB \_\_\_\_\_

TASPR \_\_\_\_\_ TADPR \_\_\_\_\_ FCPR \_\_\_\_\_

TASFINAL \_\_\_\_\_ TADFINAL \_\_\_\_\_ FCFINAL \_\_\_\_\_

PARÁMETRO	GA. INICIAL	GA. POST MRA	GA. FINAL
pO <sub>2</sub>			
pCO <sub>2</sub>			
SO <sub>2</sub>			
PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub>			
RI			
DA-a O <sub>2</sub>			