



**Facultad de Ciencias Médicas**

**Universidad Nacional de Rosario**

**Carrera de Especialización en Anestesiología**

---

TRABAJO FINAL

---

**“COMPARACIÓN DE DOS ESTRATEGIAS DE DESNITROGENACIÓN Y VENTILACIÓN MECÁNICA EN EL DESARROLLO DE ATELECTASIAS PERIOPERATORIAS, EVALUADAS POR ECOGRAFÍA PULMONAR”**

---

ALUMNO

---

**Luciana Carmelina Cantizano**

---

TUTOR DEL TRABAJO FINAL

---

**Dra. Mariana Ciancio**

---

CO-TUTOR DEL TRABAJO FINAL

---

**Dr. Sebastián Sponton**

---

RADICACIÓN

---

**Hospital Provincial de Rosario. Rosario. Santa Fe, Argentina.**



*“El amor mueve al Sol y a las demás estrellas”  
Dante Alighieri, La divina Comedia (1265- 1321)*

## ÍNDICE:

Resumen.....	6
Introducción.....	8
Hipótesis.....	12
Objetivos.....	12
Materiales y métodos.....	12
• Procedimientos.....	14
• Variables.....	15
• Análisis estadístico.....	15
Resultados.....	16
Discusión.....	18
Conclusión.....	19
Bibliografía.....	20
Agradecimientos.....	23
Anexo 1.....	24
Anexo 2.....	25

Anexo 3.....	28
Anexo 4.....	30
Anexo 5.....	32

## **RESUMEN**

### **Fundamentos del tema**

La anestesia general induce el colapso de las partes más pendientes del pulmón en la mayoría de los pacientes sometidos a ella. Las áreas colapsadas (atelectasiadas) pueden permanecer en dicho estado inclusive por varios días luego de la intervención, generando trastornos en el intercambio gaseoso y la llamada disfunción pulmonar perioperatoria, cuyo signo clínico más evidente es la hipoxemia. Debido al importante rol que tiene la formación de atelectasias en la alteración del intercambio gaseoso, la disminución de la compliance pulmonar y el desarrollo subsecuente de injuria pulmonar aguda; resulta interesante y sumamente importante el estudio de diferentes técnicas para la prevención de esta entidad, basadas en las causas fisiopatológicas de la misma y en la reversión de dichas causas.

### **Objetivos**

Por medio del estudio planteado se buscó determinar, a través de la evaluación ecográfica, cuál es la estrategia de desnitrogenación y ventilación más adecuada a la hora de prevenir la aparición de atelectasias en pacientes adultos (entre 18 y 65 años), ASA I y II, con índice de masa corporal menor a 30, sometidos a cirugía abdominal laparoscópica programada. En vistas de la existencia de múltiples estudios y reportes de casos con pacientes en edades extremas de la vida (senectud y niñez), pacientes obesos o cirugía torácica y cardiovascular; surgió el interés de evaluar la problemática en la población propuesta.

Los resultados obtenidos tienen el objetivo de limitar la aparición de disfunción pulmonar perioperatoria y disminuir con ello la estancia hospitalaria, la morbimortalidad y los gastos en salud que la misma genera.

### **Materiales y Métodos**

Se presenta aquí un estudio prospectivo, experimental, comparativo, doble ciego, diseñado para evaluar la diferencia entre dos estrategias de desnitrogenación y de ventilación mecánica, durante cirugía abdominal laparoscópica electiva; respecto a la formación de atelectasias, por medio de ecografía pulmonar. Para lo cual se asignaron aleatoriamente 120 pacientes a dos grupos según pauta de pre oxigenación: pre oxigenación con FiO<sub>2</sub> de 1 (Grupo A) y pre oxigenación con FiO<sub>2</sub> de 0,6 (Grupo B); cada uno de los cuales presentó a su vez dos subgrupos en relación a la estrategia ventilatoria utilizada: Ventilación protectora (subgrupo I) y Reclutamiento Pulmonar (subgrupo II). Quedando entonces conformados 4 grupos: Grupo A I, Grupo A II, Grupo B I y Grupo B II. Se evaluó por medio de ecografía pulmonar la presencia de atelectasias pre inducción anestésica, post inducción inmediata y post conexión a la máquina de anestesia con la estrategia ventilatoria elegida.

### **Resultados**

Se encontró presencia de signos de atelectasia post inducción inmediata en el 100 % de los pacientes pertenecientes al Grupo A (pre oxigenación con FiO<sub>2</sub> de 1) en relación a 1,8 % de los pacientes del Grupo B (pre oxigenación con FiO<sub>2</sub> de 0,6), 1 paciente en el Grupo B I y 2 pacientes en el Grupo B II.

Post conexión a la máquina de anestesia y aplicación de las estrategias ventilatorias correspondientes a cada grupo se halló presencia de atelectasias en 5 pacientes (16,7%) del Grupo A I, en 2 pacientes (6,7%) del Grupo A II; y en ningún paciente del Grupo B tanto B I como B II.

### **Conclusiones**

El uso de fracciones inspiradas de oxígeno (FiO<sub>2</sub>) altas durante la inducción anestésica determinó colapso pulmonar en la totalidad de los pacientes en relación al uso de FiO<sub>2</sub> menores, no pudiendo hallarse correlación entre la formación de atelectasias y el uso de una determinada estrategia ventilatoria.

### **Palabras clave- keywords:**

Atelectasias- colapso pulmonar- maniobras de reclutamiento pulmonar- reclutamiento alveolar- ventilación protectora- ultrasonografía

Atelectasis- lung collapse- lung recruitment maneuver- alveolar recruitment- protective ventilation- ultrasonography

## **INTRODUCCIÓN**

Se define como disfunción pulmonar perioperatoria al conjunto de trastornos de la función respiratoria asociado al proceso anestésico-quirúrgico, cuya expresión más común es la hipoxemia. Las atelectasias son una complicación directa de dicho proceso, mientras que la hipoxemia es un signo clínico que suele ser consecuencia de las mismas<sup>1</sup>.

La anestesia general junto con la ventilación mecánica generan múltiples efectos biológicos: disminuyen la actividad y número de los macrófagos, inhiben el aclaramiento mucociliar, aumentan la permeabilidad alveolocapilar, aumentan la actividad de la NO-sintetasa y aumentan la sensibilidad de la vasculatura pulmonar a los mediadores neurohumorales, además de inhibir la liberación de surfactante<sup>2</sup> La anestesia por sí misma causa reducción de la capacidad residual funcional y de la compliance del sistema respiratorio desde el inicio de la inducción; pudiendo prolongarse al período postoperatorio, asociándose al desarrollo de atelectasias en regiones pulmonares declives y yuxtadiafragmáticas<sup>1</sup>

Por medios radiológicos, más precisamente tomografía axial computada(TAC), las atelectasias se observan en el 90% de los pacientes y muestran una clara correlación con los cambios en la mecánica asociados a lesión pulmonar aguda<sup>3</sup>.

En adultos sanos, las atelectasias afectan al 20- 25% del tejido pulmonar yuxtadiafragmático de las regiones basales, pudiendo afectar al 15 % del parénquima pulmonar total<sup>3</sup>. El área colapsada contiene 4 veces más tejido pulmonar por unidad de volumen que el normalmente aireado; con lo cual, en un paciente normal, las regiones con atelectasias pueden representar un 16 a un 20 % del tejido pulmonar normalmente aireado<sup>4</sup>. Todo lo cual determina la presencia de un importante efecto shunt o cortocircuito ventilación/ perfusión, que lleva a una alteración sucesiva del intercambio gaseoso.

Los mecanismos por los cuales se forman las atelectasias son principalmente tres:

Compresión del tejido pulmonar: ocurre cuando la presión transmural, que distiende los alveolos, se reduce a un nivel que permite el colapso alveolar. El diafragma normalmente separa las cavidades abdominal y torácica, permitiendo la diferencia de presiones entre ambas. Luego de la inducción anestésica el diafragma se relaja, desplazándose cefálicamente, con lo cual se hace menos efectivo para mantener las presiones diferenciales a ambos lados. La presión pleural aumenta mayormente en las regiones dependientes del pulmón, comprimiendo el tejido pulmonar adyacente, generando atelectasias por compresión<sup>5</sup>.

Reabsorción de gas: se genera por dos mecanismos. En primer lugar, cuando se produce oclusión completa de la vía aérea, se crea un bolsillo de gas atrapado en la unidad pulmonar distal a la obstrucción. El mismo sigue siendo tomado por la sangre hasta que el bolsillo gaseoso colapsa, ya que el ingreso de nuevo gas se ve impedido por la oclusión de la vía aérea<sup>6</sup>. En segundo lugar, por reabsorción de gas en ausencia de oclusión de la vía aérea, en zonas pulmonares que presentan un cociente ventilación/perfusión bajo, con lo cual presentan una presión parcial de O<sub>2</sub> disminuida respirando aire. Cuando se aumenta la FiO<sub>2</sub>, aumenta la presión alveolar de dicho gas, generando un aumento de movimiento de gas del alveolo al capilar, con lo que se supera el flujo de gas inspirado, llevando al colapso

alveolar. Dicho colapso es más prominente cuanto más elevada la FIO<sub>2</sub> y más prolongada la exposición<sup>7,8</sup>.

Alteración de la función surfactante: debido a la exposición a agentes anestésicos inhalatorios, a la duración prolongada de la cirugía y a la disminución del volumen tidal, se produce una disminución de las formas activas del surfactante, que generan aumento de la tensión superficial y colapso alveolar<sup>9</sup>. La hiperventilación con aumento del volumen tidal, la inflación secuencial a capacidad pulmonar total e inclusive un único ciclo de volumen tidal aumentado causan liberación de surfactante en pulmones animales aislados<sup>10,11</sup>.

Se describen en la bibliografía numerosas pautas para prevenir y tratar las atelectasias perioperatorias y en la mayoría la efectividad de las mismas se evalúa a través de técnicas de TAC o de resonancia magnética (RMI). Las mismas permiten detectar la presencia de atelectasias en el 90 % de los pacientes, pero exponen al paciente a radiación en el caso de la tomografía, y al traslado e impracticabilidad de ambas dentro de quirófano<sup>12,13,14</sup>. Actualmente la ecografía pulmonar se revela como una herramienta de inestimable valor en el diagnóstico de la patología pulmonar, con una sensibilidad del 90% y especificidad del 98 % para el diagnóstico de consolidación pulmonar, junto con la posibilidad de realización en la sala de operaciones; con lo cual su incorporación a la práctica diaria en quirófano constituye un avance importantísimo a la hora de la prevención y tratamiento de la disfunción pulmonar perioperatoria<sup>15</sup>.

Por lo expuesto, se considera conveniente un estudio de diferentes medidas preventivas de la atelectasia y la evaluación de su efectividad por medio del uso del ultrasonido pulmonar.

Las complicaciones pulmonares postoperatorias afectan adversamente el resultado clínico y la utilización de los recursos en salud, con lo cual la prevención de dichas complicaciones es una medida del cuidado brindado por el servicio de salud, sea este privado o público<sup>16,17</sup>. Sabiendo que el colapso pulmonar atelectásico produce tres consecuencias perjudiciales para el paciente: 1) alteración en el intercambio gaseoso por trastorno V/Q (shunt y cociente V/Q disminuido), 2) patrón ventilatorio restrictivo por disminución de la compliance pulmonar y aumento de la resistencia de la vía aérea, con aumento consecuente de presión en la misma, 3) predisposición a la lesión pulmonar inducida por ventilación mecánica cuando el pulmón está parcialmente colapsado; la prevención de la aparición de las atelectasias perioperatorias es primordial<sup>18</sup>.

Las medidas útiles para reducir la frecuencia de aparición de las atelectasias son aquellas destinadas a disminuir los factores causales: uso de FiO<sub>2</sub> menores a 1,0 durante todo el procedimiento, incluida la inducción; presurización de la vía aérea y maniobras de reclutamiento pulmonar.

Reducción de la FIO<sub>2</sub>: se ha publicado que evitar la preoxigenación durante la inducción puede reducir la formación de atelectasias, por ejemplo, Rothen y colaboradores encontraron que utilizando una FiO<sub>2</sub> de 0,3 durante la inducción se reducía la intensidad y la velocidad de desarrollo de atelectasias<sup>19</sup>. Esto es consistente con el mecanismo de formación de atelectasias por reabsorción. Es más, la relación entre la FIO<sub>2</sub> elevada y las atelectasias no se limita a la inducción; si se aumenta la FiO<sub>2</sub> a 1, antes de la extubación, también aumenta la extensión de las atelectasias<sup>20</sup>. Sin embargo, hay múltiples argumentos

contrarios a reducir la FiO<sub>2</sub>, tanto durante la inducción como durante el período perioperatorio; en primer lugar, no se ha demostrado que las posibles repercusiones de las atelectasias en la población quirúrgica general justifiquen el aumento de riesgo de hipoxemia que se produciría durante la inducción, por falta de pre oxigenación o por utilizar FIO<sub>2</sub> muy baja, sobre todo en casos de vía aérea difícil no prevista. En segundo lugar, en un estudio en mujeres sanas se halló que la mera disminución de la FiO<sub>2</sub> de 1 a 0,8, durante la inducción reduciría la extensión de las atelectasias manteniendo un tiempo prolongado de tolerancia a la apnea<sup>21</sup>.

Presurización de la vía aérea: la aplicación de presión positiva en la vía aérea puede prevenir la aparición de atelectasias incluso durante la pre oxigenación con FiO<sub>2</sub> 1,0, porque prevendría la reducción de la capacidad residual funcional aumentando la reserva de oxígeno y reduciendo el riesgo de hipoxemia durante la inducción. Se realizaron 2 estudios: por Rusca y colaboradores<sup>22</sup> en adultos sanos aplicando 6 cm H<sub>2</sub>O de presión continua en la vía aérea con CPAP durante la preoxigenación con FiO<sub>2</sub> de 1, seguido de ventilación controlada por volumen y PEEP durante la inducción, con una mascarilla especial, lo cual causaba disminución de la aparición de atelectasias y mejor PaO<sub>2</sub>; otro estudio por Coussa y colaboradores, en obesos mórbidos, pero con PEEP mayor, obtuvo similares resultados<sup>23</sup>. La presurización de la vía aérea actuaría sobre el mecanismo de formación de atelectasias por compresión. Sin embargo, el uso de PEEP durante el mantenimiento de la anestesia como medida única es controvertido, encontrándose en un estudio de Wetterslev y colaboradores que los efectos positivos de la aplicación de PEEP no se mantuvieron en el postoperatorio<sup>24</sup>.

Maniobras de reclutamiento pulmonar: las maniobras aplicadas en el intraoperatorio seguidas de PEEP, han probado mejorar la mecánica del sistema respiratorio y la oxigenación tanto en adultos como en niños, en obesos, en cirugía de resección pulmonar o tras cirugía con circulación extracorpórea, como se puede apreciar en los estudios de Claxton y colaboradores<sup>25</sup> y de Dyhr y colaboradores<sup>26</sup>.

Las maniobras de reclutamiento pulmonar revierten los problemas asociados a las atelectasias, normalizando la capacidad residual funcional, mejorando el intercambio gaseoso y reduciendo la lesión pulmonar inducida por la ventilación mecánica al reducir el reclutamiento tidal y al minimizar la sobredistensión.

Pero, conociendo el hecho de que el 10 a 20% de los pacientes no desarrollan atelectasia; se vuelve necesario corroborar la presencia de las mismas mediante algún método incruento en la cabecera del paciente. La ecografía pulmonar es un elemento de gran valor a la hora de realizar el diagnóstico de consolidaciones alveolares, ya que se trata de un medio de diagnóstico portátil, que con el adecuado entrenamiento permite la detección de atelectasias en la sala quirúrgica<sup>27</sup>.

Respecto a la ecografía pulmonar, los datos obtenidos a través de esta técnica se basan en el reconocimiento de artefactos, más que en la visualización de estructuras reales<sup>28</sup>. El pulmón aireado subyacente a la pleura es una interface altamente reflectante que bloquea la penetración de los haces de ultrasonido, siendo el patrón del pulmón normal un artefacto por reverberación con múltiples ecos de una intensidad media, de aspecto moteado. Deben identificarse las costillas que bloquean el ultrasonido y aparecen como imágenes semicirculares hiperecoicas anterosuperiores, con sombra por detrás de ellas. Observándose entre ellas el músculo intercostal e inmediatamente por debajo la línea pleural hiperecoica,

constituida por ambas pleuras parietal y visceral. Por debajo, el pulmón aireado. Todo este cortejo imagenológico configura el “signo del murciélago” que se observa en modo 2D, constituyendo un patrón de aireación pulmonar normal. Si aplicamos a la misma imagen el modo M, se visualizan zonas bien diferenciadas que constituyen el “signo de la orilla” en inspiración. La zona superior corresponde a la pared torácica formada por líneas horizontales paralelas (olas del mar) y la parte inferior de aspecto granulada, como la arena de la playa corresponde al parénquima pulmonar, ambas imágenes se encuentran bien delimitadas por una línea ecogénica correspondiente a la línea pleural. La principal característica que se observa es la presencia de deslizamiento en la superficie de contacto pleuropulmonar, que se manifiesta obligatoriamente con la inspiración y la espiración; el deslizamiento pulmonar, “lungsliding” que representa el movimiento de la pleura visceral sobre la pleura parietal, observado tanto en la ventilación espontánea como en la ventilación mecánica<sup>29</sup>.

Artefactos pulmonares: no es posible visualizar el pulmón, porque se trata de una estructura aireada, a menos que exista líquido en el intersticio o en los alvéolos; pero suelen visualizarse dos artefactos pulmonares: las líneas A, que son líneas horizontales, consideradas normales. Son líneas paralelas generadas por un efecto de reverberación, que se encuentran a una distancia que equivale a un múltiplo de la distancia del transductor a la línea pleural. Las líneas B por otro lado llamados en “colas de cometas” se manifiestan en presencia de una pequeña interface aire- líquido. Emergen de la línea pleural, alcanzan el borde más inferior de la imagen, ocultan las líneas A y se mueven en consonancia con los movimientos pulmonares, como rayos láser.

Patrón de consolidación pulmonar: el reemplazo del aire por otro tipo de material (líquido, celularidad) o su ausencia (colapso), impiden la formación de artefactos (líneas A y B) que dependen de la interacción en la interface aire/ fluido. Una atelectasia completa habitualmente provoca ausencia de deslizamiento pleural y visualización de un patrón tisular. El pulso pulmonar es el registro de pulsaciones sincronizadas con la actividad cardíaca en la línea pleural, signo que se observa precozmente<sup>30</sup>.

Se define la imagen de atelectasia pulmonar, según el Consenso de Expertos<sup>31</sup> como la presencia de 3 o más líneas B en forma localizada, broncograma aéreo, broncograma fluido y/o patrón tisular en caso de atelectasias completas.

En un estudio publicado por Acosta M y colaboradores la ecografía pulmonar demostró una sensibilidad de 88% y una especificidad de 89 % para el diagnóstico de atelectasias peri operatorias, con una correlación de 88% respecto a resonancia magnética<sup>32</sup>.

## **HIPÓTESIS**

La reducción en la FiO<sub>2</sub> durante la inducción y la aplicación de maniobras de reclutamiento y PEEP, por separado o aplicadas en conjunto, producen una reducción en la aparición de atelectasias pulmonares post inducción anestésica, evaluada por ecografía pulmonar.

## **OBJETIVOS**

El objetivo general de este estudio fue evaluar la diferencia entre dos estrategias de desnitrogenación y de ventilación mecánica sobre el desarrollo de atelectasias en pacientes sometidos a cirugía laparoscópica programada, por medio del uso de ecografía pulmonar. Se propuso demostrar la eficacia de las medidas de reclutamiento pulmonar y la reducción de la FiO<sub>2</sub> durante la preoxigenación a 0,6, en conjunto y por separado; en la disminución de la formación de atelectasias evaluadas por vía ecográfica, versus la preoxigenación con FiO<sub>2</sub> al 1 y ventilación en volumen control con PEEP baja y volumen tidal bajo (ventilación protectora) sin reclutamiento previo.

Los objetivos específicos fueron:

- Identificar atelectasias por vía ecográfica pre y postinducción anestésica
- Identificar trastornos en la saturación arterial de oxígeno asociados a la FiO<sub>2</sub> utilizada y a la presencia eventual de atelectasias
- Aplicar maniobras de reclutamiento pulmonar para disminuir presencia de atelectasias en caso de encontrarlas durante la exploración.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El presente estudio fue prospectivo, de carácter experimental, comparativo, doble ciego.

Fue realizado en el Servicio de Anestesiología del Hospital Provincial de Rosario, Santa Fe, Argentina; en el período comprendido entre los meses de Septiembre de 2017 y Febrero de 2018

Luego de la aprobación por parte del Comité de Ética y la firma del Consentimiento Informado escrito adjunto (ANEXO 1), se reclutaron 120 pacientes de ambos sexos, programados para cirugía abdominal por vía laparoscópica.

### **Criterios de inclusión:**

- Edad entre 18 y 65 años
- Clasificación de la Asociación Americana de Anestesiología I y II
- Índice de Masa Corporal (definido como el cociente entre el peso en kg sobre el cuadrado de la talla expresado en metros) entre 18,5 y 29,9

### **Criterios de exclusión:**

- Antecedentes de patología respiratoria que implicaran alteraciones morfológicas-funcionales (lobectomía, bronquiectasias, bullas, biopsia o resección pulmonar reciente)
- Pacientes con vía aérea dificultosa prevista
- Hemoglobina menor de 10g/dl o dishemoglobinemia conocida
- Saturación de oxígeno por pulsioximetría menor de 97% previo a la inducción
- Alteraciones de la pared torácica que impidieran la visualización ecográfica
- Alergia a cualquiera de los fármacos utilizados para la anestesia total intravenosa
- Negativa a formar parte del estudio

Se planteó evaluar dos grupos de pacientes:

- Grupo A sometido a inducción con FiO<sub>2</sub> de 1,0
- Grupo B sometido a inducción con FiO<sub>2</sub> de 0,6

Dentro de cada grupo se dividieron los pacientes en dos subgrupos:

- Subgrupo I sometido a aplicación de ventilación controlada por volumen, con Volumen tidal (VT) de 6ml/kg, PEEP de 5 cm de H<sub>2</sub>O, presión pico inspiratoria menor de 30 cm de H<sub>2</sub>O (ventilación de tipo protectora) (ANEXO 4)
- Subgrupo II sometido a maniobra de reclutamiento (ANEXO 4) en modo presión control con delta de presión entre pico y PEEP de 15 cm de H<sub>2</sub>O, manteniendo posteriormente modo volumen control con VT de 6- 8ml/kg y PEEP más adecuada evaluada por oximetría de pulso (Air Test) (ANEXO 5)<sup>33</sup>.

Quedaron así conformados cuatro grupos de 30 pacientes cada uno:

- Grupo A I (Pre oxigenación con FiO<sub>2</sub> 1, ventilación protectora),
- Grupo A II (Pre oxigenación con FiO<sub>2</sub> 1, reclutamiento pulmonar),
- Grupo B I (Pre oxigenación con FiO<sub>2</sub> 0,6, ventilación protectora),
- Grupo B II (Pre oxigenación con FiO<sub>2</sub> 0,6, reclutamiento pulmonar).

Se evaluó la presencia de atelectasias por medio de ecografía pulmonar bilateral en modo M y bidimensional, previo a la inducción anestésica, inmediatamente después de la misma y luego de la conexión a ventilación mecánica con el patrón ventilatorio seleccionado.

Aleatorización: los pacientes fueron asignados a los diferentes grupos por medio de una lista de aleatorización confeccionada por una persona ajena al estudio. Se realizó el estudio con 120 pacientes asignados a 4 grupos de 30 personas cada uno.

Para asegurar el doble ciego se procedió a tapar con papel opaco el monitor de FiO<sub>2</sub> durante la inducción que fue realizada por un operador distinto del que realizó la ecografía pulmonar, al igual que las maniobras de ventilación mecánica.

De esta forma se evaluó, por medio de ecografía pulmonar, la correlación entre presencia de atelectasias y las diferentes técnicas de desnitrogenación y ventilación empleadas. Cuando se comprobó la presencia de atelectasias de cualquier magnitud, se procedió al tratamiento de las mismas con maniobras de reclutamiento o capacidad vital.

Se buscó encontrar el método más efectivo para prevenir la disfunción pulmonar perioperatoria por medio del uso del ultrasonido como herramienta valiosísima y práctica a la hora de evaluar el parénquima pulmonar.

**Procedimientos:** Se colocó una venoclisis periférica en miembro superior con Abocath calibre 18 o 20. Se administró como premedicación: midazolam 0,02 mg/kg por vía endovenosa. Con el paciente en decúbito supino, se realizó visualización pulmonar ecográfica de 4 campos bilateral según protocolo (ANEXO 2) en Unidad de Recuperación Post Anestésica (URPA) previo ingreso a quirófano. A continuación, en la sala de cirugía se procedió a monitorización estándar con electrocardiograma, presión arterial no invasiva con monitor Infinity Vista XL Dragery, registro de oximetría de pulso con monitor Massimo Radical 7. También se realizó control del grado de conciencia a través de índice biespectral BIS mediante el monitor BIS Complete 2 Channel Monitor Coviden.

Según aleatorización previa, los pacientes asignados al grupo A se sometieron a preoxigenación con circuito circular con FiO<sub>2</sub> de 1 a 5 litros/ minuto, y aquellos asignados al grupo B se sometieron a preoxigenación con circuito circular con FiO<sub>2</sub> de 0,6 obtenida por mezcla de 0,8 litros de Oxígeno y 4,2 l de aire comprimido. Se procedió a la inducción anestésica con anestesia total intravenosa (TIVA) por medio de Base Primea Orchrestra con Propofol Schnider model TCI Sitio efecto en un rango de 1,5 a 2,5 microg/ml/ Remifentanilo Minto model, TCI Sitio efecto en un rango de 7 a 14 ng/ml, administrando para la relajación muscular vecuronio a 0,08 mg/kg de peso teórico, posterior a pérdida de conciencia corroborada por índice biespectral (mantenido en rango de 50 a 60 durante el procedimiento quirúrgico), procediendo a intubación orotraqueal por vía laringoscópica directa, con tubo endotraqueal de tamaño acorde al paciente, con comprobación de la misma por capnografía sidestream, y correcta colocación del tubo con auscultación de ambos hemitórax. Se realizó nueva ecografía pulmonar bilateral, según protocolo y registro; continuando ventilación pulmonar con circuito circular antedicho. Luego se procedió a conexión a máquina de anestesia Drager Fabius Plus, con asignación a los diferentes subgrupos, sometiendo a los pacientes del subgrupo I a ventilación protectora con volumen tidal de 6 ml/ kg de peso ideal, Presión pico inspiratoria menor de 30 cmH<sub>2</sub>O, PEEP de 5 cm H<sub>2</sub>O, FiO<sub>2</sub> de 0,3; en modo Volumen Control, con FR de 12. En el caso del subgrupo II se realizó a modo Presión Control y maniobra de reclutamiento pulmonar según Tusman (ANEXO 4), con evaluación de mejor PEEP por medio de oximetría de pulso (Air Test) (ANEXO 5), debido a la carencia de la máquina de anestesia de curvas de flujo para medir presión meseta durante las maniobras de reclutamiento y cálculo

matemático de la mejor compliance, con FiO<sub>2</sub> de 0,3. Procediendo luego de lo antedicho a realizar nuevamente ecografía pulmonar de 4 campos bilateral según protocolo y registro de resultados en planilla correspondiente a tal fin (ANEXO 3).

En caso de presencia de atelectasias posterior a la constatación ecográfica se procedió a la realización de maniobras de reclutamiento pulmonar.

No existió necesidad de suspensión del estudio en ningún caso, ya que no se presentaron eventos de descompensación hemodinámica o respiratoria que requirieran tratamiento específico.

**Variables:** En una planilla asignada para tal fin (ANEXO 3) se registraron el número de identificación del paciente, DNI del paciente, su peso y talla para el cálculo del índice de masa corporal, antecedentes patológicos, categoría de ASA a la cual pertenecían, resultados de la ecografía pulmonar en las distintas instancias descritas previamente (preinducción, postinducción inmediata y post conexión a la técnica ventilatoria asignada), detallando el tipo de artefacto ecográfico detectado.

### **Análisis Estadístico**

Se presenta el promedio acompañado del desvío estándar para describir las variables continuas y las frecuencias junto con los porcentajes para las variables categóricas.

En la comparación de las variables continuas se utilizó el Test de Kruskal-Wallis, por no verificarse los supuestos necesarios para la utilización del correspondiente test paramétrico. Para comparar las proporciones entre grupos se utilizó el Test de Chi-cuadrado de independencia y el Test de Friedman-Halton, según corresponda. Los resultados con una probabilidad asociada menor que 0,05 se consideraron estadísticamente significativos.

## **RESULTADOS**

Los grupos fueron comparables en cuanto a edad, sexo, nivel de ASA, Índice de Masa Corporal y presencia de antecedentes de sus pacientes (Tabla 1).

**Tabla 1** – Características basales de los pacientes según grupo.

	Grupo A		Grupo B		Prob. asociada (p)
	Subgrupo I (n=30)	Subgrupo II (n=30)	Subgrupo I (n=30)	Subgrupo II (n=30)	
<b>Edad (años)<sup>a</sup></b>	34,8 (11,2)	36,3 (12,7)	35,3 (10,2)	36,1 (9,3)	0,945
<b>Sexo (femenino)<sup>b</sup></b>	26 (86,7%)	19 (63,3%)	25 (83,3%)	21 (70,0%)	0,114
<b>ASA (I)<sup>b</sup></b>	12 (40,0%)	5 (16,7%)	13 (43,3%)	9 (30,0%)	0,117
<b>IMC<sup>a</sup></b>	24,5 (2,3)	25,6 (2,3)	24,6 (2,6)	25,0 (3,2)	0,365
<b>Presencia de antecedentes<sup>b</sup></b>	18 (60,0%)	25 (83,3%)	17 (56,7%)	21 (70,0%)	0,116

Los datos se presentan como: <sup>a</sup> promedio (desvío estándar) – p: probabilidad asociada al Test de Kruskal-Wallis. <sup>b</sup> n° (%) – p: probabilidad asociada al Test de Chi-cuadrado de independencia

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas respecto a los antecedentes patológicos de los pacientes de los diferentes grupos, siendo las comorbilidades más frecuentemente halladas, la hipertensión arterial, el tabaquismo y el sobrepeso.

Siguiendo los objetivos propuestos en primera instancia; se encontró ausencia de signos de atelectasia en todos los pacientes, en la ecografía pulmonar basal, realizada en la URPA, previo a la inducción anestésica.

Como se observa en la Tabla 2, en la post inducción inmediata se encontró una diferencia estadísticamente significativa respecto del hallazgo de atelectasias; con presencia, en el 100% de los casos, de algún grado de colapso pulmonar en los grupos sometidos a Pre oxigenación con FiO<sub>2</sub> 1 (Grupos A I y A II) y presencia de tales hallazgos en un 3,3% de los pacientes en el grupo sometido a Pre oxigenación con FiO<sub>2</sub> 0,6, Ventilación Protectora (Grupo B I) y en un 6,7% de los pacientes del grupo sometido a Pre oxigenación con FiO<sub>2</sub> 0,6, Reclutamiento Pulmonar (Grupo B II).

En cuanto a la presencia de signos ecográficos de atelectasia, como se observa en la Tabla 2, luego de la conexión a la máquina de anestesia y aplicación de las diferentes estrategias ventilatorias, hallamos presencia de atelectasias en 5 pacientes del grupo de Pre oxigenación con FiO<sub>2</sub> 1, Ventilación Protectora (Grupo A I) y en 2 pacientes del grupo Pre oxigenación con FiO<sub>2</sub> 1, Reclutamiento pulmonar (Grupo A II). Siendo nulos los casos de atelectasia post conexión en los 2 grupos sometidos a Pre oxigenación con FiO<sub>2</sub> 0,6 (Grupos B I y B II). Tabla 2.

**Tabla 2** – Presencia de atelectasias en la post inducción inmediata y post aplicación de estrategias ventilatorias según grupo.

Presencia de aelectasias	Grupo A		Grupo B		Prob. asociada (p)
	Subgrupo I (n=30)	Subgrupo II (n=30)	Subgrupo II (n=30)	Subgrupo II (n=30)	
Post inducción	30 (100,0%)	30 (100,0%)	1 (3,3%)	2 (6,7%)	<0,0001 <sup>a</sup>
Según estrategia ventilatoria	5 (16,7%)	2 (6,7%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0,016 <sup>b</sup>

Los datos se presentan como: n° (%).<sup>a</sup>p: probabilidad asociada al Test de Chi-cuadrado de independencia.<sup>b</sup>p: probabilidad asociada al Test de Freeman-Halton.

Las maniobras de Reclutamiento pulmonar en los subgrupos en que fueron aplicadas, fueron guiadas por patrón de oximetría de pulso, no detectándose en ningún caso deterioro hemodinámico.

En aquellos pacientes en que se detectó atelectasia posterior a la conexión se instauró el tratamiento pertinente.

## DISCUSIÓN

El presente estudio confirma los hallazgos previos presentados acerca del impacto de la Pre oxigenación con FiO<sub>2</sub> de 1, respecto a la formación de atelectasias, por mecanismos de reabsorción; habiéndose encontrado presencia de algún grado de colapso pulmonar en todos los pacientes sometidos a dicha Fracción Inspirada de Oxígeno. Como lo expresado por Rehder K et al. Y Wagenr PD et al.<sup>7, 8</sup>, se corrobora en este estudio que la exposición a FiO<sub>2</sub> elevadas lleva a colapso alveolar, más prominente cuanto más elevada la FiO<sub>2</sub> y más prolongada la exposición. Respecto al trabajo de Rothen y colaboradores<sup>19</sup>, se comprobó, en el presente estudio, que la disminución de la FiO<sub>2</sub> durante la inducción reduce la formación de atelectasias. Respecto al estudio realizado por Edmark L et al.<sup>21</sup>, en el cual se probó que reduciendo la FiO<sub>2</sub> a 0,8 en la inducción se disminuía la presencia de atelectasias manteniendo un tiempo prolongado de tolerancia a la apnea, hemos corroborado que con una disminución de la FiO<sub>2</sub> a 0,6 durante la inducción, se redujo la aparición de atelectasias, sin desaturación durante las maniobras laringoscópicas. De todos modos entendemos que se trató de pacientes previamente valorados para descartar posible vía aérea dificultosa, sin edades extremas y con IMC menor de 30; con ausencia de comorbilidades que determinasen eventual reducción significativa de la capacidad residual funcional y la consiguiente menor reserva apneica. Quedarían pendientes para ampliar en este campo de investigación, estudios que, contemplados dentro del marco ético adecuado, permitan determinar qué tiempo de apnea sin desaturación queda disponible para la intubación luego de una pre oxigenación con disminución de la FiO<sub>2</sub> a 0,6.

Por otro lado, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la aplicación de una estrategia ventilatoria en detrimento de la otra, a diferencia de los claros beneficios hallados en poblaciones con edades extremas (niños<sup>14</sup> y ancianos<sup>40</sup>; en ambos casos por Tusman y colaboradores), cirugía torácica o cardiovascular.

En los casos en que se presentaron signos de atelectasia posterior a la conexión a la máquina de anestesia, las mismas cedieron tras aplicación de maniobras de reclutamiento con FiO<sub>2</sub> de 0,3, guiadas por Air Test y chequeadas posteriormente por ecografía pulmonar.

Fueron utilizados los criterios ecográficos desarrollados por Volpicelli G et al.<sup>15</sup> para la identificación de los diferentes patrones asociados a atelectasias, así como las áreas de examinación del tórax por él descriptas; de manera sencilla y accesible dentro de la sala de operaciones. Se corrobora, de esta manera, la asociación real entre la presencia de disminución de la saturación arterial de oxígeno medida y la presencia de colapso pulmonar.

## **CONCLUSIONES**

Se puede concluir, entonces, que la aplicación de una determinada estrategia ventilatoria a ciegas para la prevención de atelectasias intraoperatorias en pacientes con las características descritas en el estudio, tendría menor eficacia que la disminución de la FiO<sub>2</sub> durante la inducción anestésica.

Además, se justificaría el uso de la ecografía pulmonar a la cabecera del paciente como una herramienta más para la prevención de la disfunción pulmonar perioperatoria, conscientes de la dificultad de medir sobre distensión pulmonar por este medio.

Por otra parte, quedaría pendiente un estudio más acabado del tiempo de apnea disponible para la intubación en pacientes de estas características.

## **Referencias bibliográficas**

1. Llórens J, Ballester M. Disfunción pulmonar y atelectasias perioperatorias. Ventilación Mecánica en anestesia y cuidados críticos F J Belda. Julio Llorens, año 2009, Madrid. Arán Ediciones. Capítulo 22, página 531
2. Duggan M, Kavnagh BP. Pulmonary atelectasis. A pathogenic perioperative entity. *Anesthesiology* 2005; 102: 838- 54
3. Lundquist H, Hedenstierna G, Strandberg A, Tockics I, Brismar B. CT- assesment of dependent lung densities in man during general anesthesia. *Acta radiol* 1995; 36: 626-32
4. Reber A, Engberg G, Sporre B, Kviele L, Rothen HU, Wegenius G, et al. Volumetric analysis of aeration in the lungs during general anaesthesia *Br J Anaesth* 1996; 75: 697-8
5. Brismar B, Hedenstierna G, Lundquist H, Strandberg A, Svensson L, Tokics L. Pulmonary densities during anaesthesia with muscular relaxation: a proposal of atelectasis. *Anesthesiology* 1985; 62: 422- 8
6. Loring SH, Butler JP: Gas Exchange in body cavities, *Handbook of physiology. Section 3, the respiratory sistema. Vol 4, Gas Exchange.* Edited by Farhi LE, Tenney SM, Bethesda, American Physiological Society, 1987, pp 283- 95
7. Rehder K, Knopp TJ, Sessler AD, Didier EP: Ventilation- perfusión relationship in Young healthy awake and anesthetized- paralyzed man. *J ApplPhysiol* 1979; 47: 745-53
8. Wagner PD, Laravuso RB, Uhl RR, West JB: Continuous distributions of ventilation-perfusión ratios in normal subjects breathing ain and 100 per cent O<sub>2</sub>. *J ClinInvest* 1974; 54: 54- 68
9. Duggan M, Kavnagh BP. Pulmonary atelectasis. A pathogenic perioperative entity. *Anesthesiology* 2005; 102: 838- 54
10. Nicholas TE, Barr HA: The release of surfactant in rat lung by brief periods of hyperventilation. *Respirphysiol* 1983; 52: 69- 83
11. Hildebran JN, Goerke J, Clements JA: Surfactant release in excised rat lung is stimulated by air inflation. *J ApplPhysiol* 1981: 51: 905- 10
12. Rothen HU, Neumann P, Berglund JE, Valtysson J, Magnusson A and Hedenstierna G: Dynamics of re- expansion of atelectasis during general anaesthesia. *BJ of anaesthesia* 1999: 82 (4): 551- 6
13. Benoit Z, Wicky S, Fischer JF, Frascarolo P, Chapuis C, Spahn DR, Magnusson L: The efecto of increased FIO<sub>2</sub> before tracheal extubation on posoperative atelectasis. *AnesthAnalg* 2002, 95: 1777- 81
14. Tusman G, Bohm S, Tempra A, Melkun F, Garcia E, Turchetto E, Mulder PGH, Lachmann B: Effects of recruitment maneuver on atelectasis in Anesrhethized children. *Anesthesiology* 2003; 98: 14-22
15. Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, Lichtenstein DA, Mathis G, Kirkpatrick AW, Melniker L, Gargani L, Noble VE 2012 Conference reports and expert panel: international evidence based recommendations for point- of- care lung ultrasound. *IntensiveCareMed* 38: 577- 591

16. Weiser TG, Regenbogen SE, Thomson KD, Haynes AB, Lipsitz SR, Berry WR, Gawande AA. An estimation of the global volume of surgery: a modelling strategy based on available data. *Lancet* 2008; 372: 139-44
17. Khuri SF, Henderson WG, De Palma RG, Mosca C, Healey NA, Kumbhani DJ. Determinants of long-term survival after major surgery and the adverse effect of postoperative complications. *Ann Surg* 2005; 242: 326-41
18. Llórens J, Ballester M. Disfunción pulmonar y atelectasias perioperatorias. *Ventilación Mecánica en anestesia y cuidados críticos* F J Belda. Julio Llorens, año 2009, Madrid. Arán Ediciones. Capítulo 22, página 531
19. Rothen HU, Sporre B, Engberg G, Wegenius G, Hedenstierna G. Prevention of atelectasis during general anesthesia. *Lancet* 1995; 345: 1387-91
20. Benoit Z, Wicky S, Fisher JF, Frascarolo P, Chapuis C, Spahn DR, Magnusson L. The effect of increased FiO<sub>2</sub> before tracheal extubation on postoperative atelectasis. *Anesth Analg* 2002; 95: 1777-81
21. Edmark L, Kostova-Aherdan K, Enlund M, Hedenstierna G. Optimal oxygen concentration during induction of general anesthesia. *Anesthesiology* 2003; 98: 28-33
22. Rusca M, Proietti S, Schnyder P, Frascarolo P, Hedenstierna G, Spahn DR, Magnusson L. Prevention of atelectasis formation during the induction of general anesthesia. *Anesth Analg* 2003; 97: 1935-9
23. Coussa M, Proietti S, Schnyder P, Frascarolo P, Suter M, Spahn DR, Magnusson L. Prevention of atelectasis formation during the induction of general anesthesia in morbidly obese patients. *Anesth Analg* 2004; 98: 1491-5
24. Wetterslev J, Hansen EG, Roikjaer O, Kanstrup IL, Heslet L. Optimizing perioperative compliance with PEEP during upper abdominal surgery: effects on perioperative oxygenation and complications in patients without preoperative cardiopulmonary dysfunction. *Eur J Anesthesiol* 2001; 18: 358-365
25. Claxton BA, Morgan P, McKeague H, Mulpur A, Berridge J. Alveolar recruitment strategies improve arterial oxygenation after cardiopulmonary bypass. *Anaesthesia* 2003; 59: 111-6
26. Dyrhøj T, Laursen N, Larson A. Effects of lung recruitment maneuver and positive end expiratory pressure on lung volume, respiratory mechanics and alveolar gas mixing in patients ventilated after cardiac surgery. *Acta Anesthesiol Scand* 2002; 46: 717-25
27. Muñoz MJ. Ecografía pulmonar. *Ventilación Mecánica en anestesia y cuidados críticos* F J Belda. Julio Llorens, año 2009, Madrid. Arán Ediciones. Capítulo 10, página 251
28. Lichtenstein D. Introduction to lung ultrasound. En: Lichtenstein D, editor. *Whole body ultrasonography in the critically ill*. Springer, 2010. Páginas 117-27
29. Lichtenstein D, Menu Y. A bedside ultrasound sign ruling out pneumothorax in the critically ill. *Lungsliding*. *Chest*. 1995; 108: 1345-8
30. Lichtenstein D, Meziere G, Zeitz J. The dynamic air bronchogram. A lung ultrasound sign of alveolar consolidation ruling out atelectasis. *Chest* 2009; 135: 1421-5
31. Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, Lichtenstein DA, Mathis G, Kirkpatrick AW, Melniker L, Gargani L, Noble VE 2012 Conference reports and expert panel: international evidence based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Med* 38: 577-591
32. Acosta CM, Maidana GA, Jacovitti D, Belaunzarán A, Cereceda S, Rae E, Molina A, Gonorazky S, Bohm SH, Tusman G. Accuracy of transthoracic lung ultrasound for

- diagnosing anesthesia-induced atelectasis in children. *Anesthesiology*. 2014 Jun;120(6):1370-9. doi: 10.1097/ALN.
33. Ferrando C, Romero C, Tusman G, Suarez- Sipmann F, Canet J, Dosda D, Valls P, Villena A, Serralta F, Jurado A, Carrizo J, Navarro J, Parrilla C, Romero JE, Pozo N, Soro M, Villar J, Belda FJ. The accuracy of postoperative, non- invasive Air- Test to diagnose atelectasis in healthy patients after surgery: a prospective, diagnostic pilot study. *BMJ open* 2017 7: doi: 10.1136/bmjopen-2016-0155560
  34. Amato MB, Barbas CS, Medeiros DM, Magaldi RB, Schettino GP, Lorenzi- Filho G, Kairalla RA, Deheinzelin D, Munoz C, Oliveira R, Takagaki TY, Carvalho CR. Effect of a protective- ventilation strategy on mortality in the acute respiratory distress síndrome. *N Engl J Med* 1998; 338: 347- 54
  35. Brower RG, Matthay MA, Morris A, Schoenfeld D, Thompson BT, Wheeler A, Acute respiratory distress syndrome network. Ventilation whit lower tidal volumes as compared whit traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress síndrome. *N Engl J Med* 2000; 342:1301-8
  36. Putensen C, Theuerauf N, Zinserling J, Wrigge H, Pelosi P. Meta- analysis: ventilation strategies and outcomes of the acute respiratory distress síndrome and acute lung injury. *Ann internMed* 2009; 151:566-76
  37. Lachmann B. Open up the lung and keep the lungs open. *IntensivecareMed* 1992; 18:319-21
  38. Tusman G, Belda JF, Treatment of anaesthesia- induced lung collapse whit lung recruitment maneuvers. *CurrentAnaesthesia and CriticalCare* (2010) doi: 10.1016/j.cacc.2010.07.007
  39. Jones JG, Jones SE. Discriminating between the effect of shunt and reduced V/Q on arterial oxygen saturation is particularly usefull in clinical practice. *ClinicMontComput* 2000; 16:337-50
  40. Tusman G, Melkun F, Turchetto E, Suarez Sipmann F, Acosta C, Nador C, Bohm S  
Efecto del reclutamiento alveolar sobre el volumen pulmonar de fin de espiración en pacientes ancianos. *Rev. Arg. Anest* (2004), 62, 3: 163- 170

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis tutores, Mariana Ciancio y Sebastián Sponton, por el apoyo incondicional, el respeto y la ayuda desinteresada.

Al Dr. Guillermo Fumagallo, por la preocupación y ayuda prestadas para la consecución del proyecto.

A los docentes de la Carrera: Enzo Graziola, Guillermina Harvey y Silvana Montenegro, por la paciencia, el tiempo invertido en este trabajo y el cariño que le ponen a lo que hacen.

Al Dr. Eduardo Pérez, por su presencia, guía y el apoyo prestado.

Al Hospital Provincial de Rosario, Residentes del Servicio de Anestesiología, Instructores y Enfermeros que colaboraron, por su ayuda desinteresada.

Al Servicio de Diagnóstico por Imágenes del Hospital Provincial de Rosario por la disponibilidad de los elementos para llevar a cabo el proyecto.

A los pacientes por su colaboración.

A mi familia y, en especial, a mi mamá, Norma Alicia Fortino, por los valores inculcados y la particular ayuda en las correcciones finales desde su lugar de madre y docente incansable.

## ANEXOS

### ANEXO 1

#### **CONSENTIMIENTO ESCRITO INFORMADO**

Se lo invita a participar en un estudio de investigación titulado: “*Comparación de 2 estrategias de desnitrógenación y ventilatorias, en el desarrollo de atelectasias perioperatorias, evaluadas por ecografía pulmonar*”

Se realizará a todos los individuos una ecografía pulmonar bilateral antes de la inducción de la anestesia (quedarse dormido). En el estudio se formarán al azar dos grupos, a los que se administrará oxígeno por máscara de dos maneras diferentes utilizadas segura y frecuentemente, así como dos tipos diferentes de ventilación pulmonar también seguras y habitualmente empleadas en la práctica anestésica. Usted será incluido al azar en alguno de estos grupos. Se le colocará una vía endovenosa, será sedado en forma leve y será monitorizado hemodinámicamente, consaturometría y con control de pérdida de conciencia, posterior a lo cual se realizará la inducción de la anestesia con medicación endovenosa y oxigenación según los grupos previamente descriptos. Posteriormente se realizará nueva ecografía pulmonar bilateral y conexión a máquina de anestesia, con administración de las técnicas ventilatoria, según el grupo asignado. Posterior a esto último se volverá a efectuar ecografía pulmonar bilateral. Se aclara que en caso de detectar alguna alteración aguda por este medio, se procederá al tratamiento pertinente.

Los posibles beneficios de este estudio incluirán no sólo adquisición de conocimientos acerca de la influencia de las diferentes técnicas de desnitrógenación (oxigenación previa inducción anestésica) y los diferentes modos ventilatorios, en la prevención de la formación de atelectasias (colapso pulmonar), sino que también brindarán la posibilidad de beneficiar en un futuro, a pacientes que se hallasen en una situación clínica similar. Asimismo, aportarán datos que mejorarán el funcionamiento de las salas de cirugía, facilitando el mejor desempeño del personal de salud, así como posiblemente disminuirán los costos de equipamiento y de funcionamiento del servicio de anestesia además de contribuir a acortar el período de internación post-operatorio.

Todos sus datos serán guardados en forma confidencial y su nombre no será revelado en caso de inspección.

Usted no está obligado a participar en el estudio si así no lo desea. Puede retirarse en cualquier momento del estudio sin que ello afecte su derecho a seguir siendo tratado y controlado por su médico de cabecera.

Firma y aclaración del paciente .....

Firma y aclaración de un testigo .....

Firma del investigador principal .....

Rosario, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

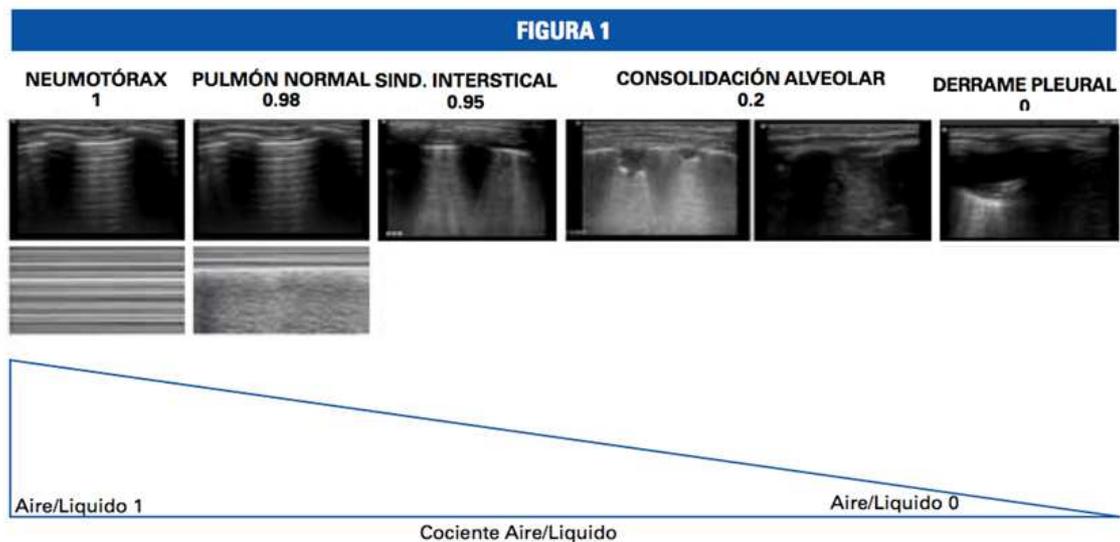
## ANEXO 2

### PROTOCOLO DE ECOGRAFÍA PULMONAR

Con el paciente en decúbito supino, deben explorarse 4 cuadrantes en cada hemitórax, los cuales son divididos en 2 zonas, anterior y lateral por la línea axilar anterior, y a su vez cada zona es dividida en una superior e inferior de acuerdo con una línea horizontal que atraviesa la unión del tercio medio con el tercio inferior del esternón. El estudio comienza por las áreas anterosuperiores y continúa por las posterolaterales. La evaluación de las regiones dorsales se logra aduciendo el miembro superior ipsilateral.

Se interpreta como pulmón aireado la presencia de lungsliding, signo del murciélago, líneas A y líneas B AISLADAS (menos de 3) en modo 2 D, y signo de sea side en modo M. Se tomará como pulmón atelectasiado la ausencia de dichos signos, la presencia de broncograma aéreo, visualización de patrón tisular o pulso pulmonar, o la presencia localizada de 3 o más líneas B.

FIGURA N°1



Patrón ecográfico de los distintos trastornos pleuro-pulmonares y del pulmón normal. El cociente aire/líquido está expresado en valor numérico debajo de cada entidad.

Lichtenstein D. Critical care Med 2007, vol 35 N°5

FIGURA Nº 2



Lichtenstein D. Critical care Med 2007, vol 35 N°5

FIGURA N°3



ANEXO 3

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

NUMERO DE PACIENTE: \_\_\_\_\_

DNI: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

EDAD: \_\_\_\_\_ PESO(kg): \_\_\_\_\_ TALLA(m): \_\_\_\_\_

IMC(peso/talla<sup>2</sup>): \_\_\_\_\_ SEXO: \_\_\_\_\_

ANTEC.PATOLOGICOS: \_\_\_\_\_

CLASIFICACIÓN ASA: \_\_\_\_\_

ECOGRAFÍA PULMONAR: *ACLARAR ARTEFACTOS ECOGRÁFICOS VISUALIZADOS, PRESENCIA O AUSENCIA DE ATELECTASIAS EN CADA APARTADO*

BASAL

LATERAL SUPERIOR DERECHO	ANTEROSUPERIOR DERECHO	ANTEROSUPERIOR IZQUIERDO	LATERAL SUPERIOR IZQUIERDO
LATERAL INFERIOR DERECHO	ANTEROINFERIOR DERECHO	ANTEROINFERIOR IZQUIERDO	LATERAL INFERIOR IZQUIERDO

POSTINDUCCIÓN INMEDIATA

LATERAL SUPERIOR DERECHO	ANTEROSUPERIOR DERECHO	ANTEROSUPERIOR IZQUIERDO	LATERAL SUPERIOR IZQUIERDO
LATERAL INFERIOR DERECHO	ANTEROINFERIOR DERECHO	ANTEROINFERIOR IZQUIERDO	LATERAL INFERIOR IZQUIERDO

POSTVENTILACIÓN

LATERAL SUPERIOR DERECHO	ANTEROSUPERIOR DERECHO	ANTEROSUPERIOR IZQUIERDO	LATERAL SUPERIOR IZQUIERDO
LATERAL INFERIOR DERECHO	ANTEROINFERIOR DERECHO	ANTEROINFERIOR IZQUIERDO	LATERAL INFERIOR IZQUIERDO

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

OPERADORES: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

## ANEXO 4

### TÉCNICAS DE VENTILACION MECANICA

#### VENTILACION PROTECTIVA:

Se refiere al uso de volúmenes tidal bajos, presión positiva al final de la espiración (PEEP), que puede incluir inclusive el uso de maniobras de reclutamiento (hiperinflaciones periódicas del pulmón). Ha demostrado reducir la mortalidad de pacientes con distress respiratorio agudo y se considera una de las mejores prácticas en pacientes críticos. (34, 35, 36)

Características de seteo:

Volumen Tidal ( $\leq 6$  ml/kg de peso teórico)

PEEP: 5- 6 cm de H<sub>2</sub>O

Presión pico inspiratoria  $< 30$  cm de H<sub>2</sub>O

Delta de P (PI-PEEP) lo más bajo posible

Hipercapnia permisiva

FIO<sub>2</sub> lo más baja posible

#### MANIOBRA DE RECLUTAMIENTO

Las premisas de las maniobras de reclutamiento fueron descritas por Lachman, hace algunas décadas. (37)

Una maniobra de reclutamiento pulmonar cíclica es una estrategia ventilatoria constituida por 3 intervenciones:

- 1) Aumento progresivo de la presión final inspiratoria de manera controlada paso a paso, hasta encontrar la presión de apertura pulmonar por medio de Air Test (ANEXO 5)
- 2) Con los pulmones abiertos (open- lung) se detecta la presión de cierre probando PEEP descendente por medio de desaturación en el Air Test.
- 3) Luego de la maniobra los pulmones se mantienen abiertos conservando un nivel de PEEP al menos 2 cm de H<sub>2</sub>O por encima de la presión de cierre

Para proceder, en primer lugar se constata la estabilidad hemodinámica del paciente por medio de monitoreo no invasivo, se disminuye la FIO<sub>2</sub> a 0,3 con mezcla de gases, esperando al menos 1 minuto el descenso de la saturación por oximetría de pulso. En modo presión control se realiza un aumento escalonado de PEEP y presión pico de la vía aérea con delta de presión entre ambas de 15 cm de H<sub>2</sub>O comenzando con PEEP de 5 cmH<sub>2</sub>O y Presión inspiratoria de 20 cm de H<sub>2</sub>O, manteniendo dicha presión por espacio de 5 ventilaciones, aumentando luego a 10 cm de H<sub>2</sub>O la PEEP con 25 cm de H<sub>2</sub>O de presión inspiratoria, manteniendo la misma por espacio de 5 ventilaciones. Posteriormente se realiza ventilación con PEEP de 15 cm de H<sub>2</sub>O, manteniendo el mismo delta de presión de 15 cm de H<sub>2</sub>O, hasta llegar a una PEEP de 20 cm de H<sub>2</sub>O y 35 cm de H<sub>2</sub>O de presión pico, y posteriormente 20 cm de H<sub>2</sub>O de PEEP, 40 cm de H<sub>2</sub>O de pico que se mantiene por espacio de 10 ventilaciones, o mejoría de la saturación. Considerando el momento en que esta mejora como la presión de apertura de la vía aérea.

Comenzando luego el descenso inverso hasta obtener cambio negativo en la oximetría de pulso (descenso de por lo menos 1 punto en la saturación) situación tras la cual, se vuelve se setear una PEEP 2 cm de H<sub>2</sub>O por encima de la anterior entendiendo como la

misma la PEEP en la cual se logra apertura de la vía aérea, por medio de nueva maniobra de reclutamiento. (38)

Toda la maniobra se realizará con oxígeno al 0,3.

## ANEXO 5

### AIR TEST

Test simple, no invasivo y barato, que se realiza en la cabecera del paciente, para realizar en pacientes sanos, que presenten una saturación preoperatoria de entre 97 y 100% a aire ambiente, que ayuda al diagnóstico de alteraciones enmascaradas de la saturación de la hemoglobina y al diagnóstico de atelectasias cuando la saturación durante la anestesia es menor de 96% (33)

Se realiza básicamente una disminución progresiva de la  $FiO_2$  de manera tal de llegar a una  $FIO_2$  cercana al 21 % o donde el paciente presente una saturación de 92%, porque con estos niveles de  $FIO_2$  se trabaja en la parte más alta de la curva de disociación de la hemoglobina.

Se utiliza este test para evaluar de manera sencilla las presiones de apertura y cierre de la vía aérea, por medio de cambios en la saturación secundarios a las maniobras de reclutamiento aplicadas. Se basa en el diagrama de Jones y Jones. (39)

